

**EFEK PEMBERIAN EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)
PADA UDANG YANG TERSEKANG *WHITE SPOT SYNDROME VIRUS*
(WSSV) DILIHAT DARI TOTAL HEMOSIT COUNT (THC) PADA
UDANG (*Litopennaeus vannamei*)**

**LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

SHINTA PURNAMA DEWI

NIM. 115080101111086



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2015

**EFEK PEMBERIAN EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)
PADA UDANG YANG TERSERANG *WHITE SPOT SYNDROME VIRUS*
(WSSV) DILIHAT DARI TOTAL HEMOSIT COUNT (THC) PADA
UDANG (*Litopennaeus vannamei*)**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

SHINTA PURNAMA DEWI

NIM. 115080101111086



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

SKRIPSI

**EFEK PEMBERIAN EKSTRAK RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)
PADA UDANG YANG TERSERANG *WHITE SPOT SYNDROME VIRUS*
(WSSV) DILIHAT DARI TOTAL HEMOSIT COUNT (THC) PADA
UDANG (*Litopennaeus vannamei*)**

Oleh :

SHINTA PURNAMA DEWI

NIM. 115080101111086

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 13 Agustus 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Ir. Putut Widjanarko,MP)

(Dr. Yuni Kilawati.,S.Pi.,M.Si)

NIP. 19540101 198303 1 006

NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Nanik Retno Buwono,S.Pi.,MP)

(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA., Ph.D)

NIP.19840420 2014 04 2002

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal :

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 13 Agustus 2015

SHINTA PURNAMA DEWI



UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirahim, Saya sebagai penulis dalam Tugas Skripsi ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Puji Syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmad dan hidayahNYa sehingga saya dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Kedua orang tua tercinta dan keluarga atas setiap dukungan baik moril maupun materil yang telah diberikan.
3. Prof. Yuni Kilawati.,S.Pi.,M.Si dan Ir.Yenny Risjani, DEA, Ph.D selaku dosen pembimbing atas bimbingan serta nasehat yang telah diberikan.
4. Ir.Putut Widjanarko,MP dan Nanik Retno Buwono,S.Pi.,MP selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang telah diberikan.
5. Bapak Ibu dosen serta seluruh staff di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, atas sumbangan ilmu dan pengalaman yang berharga.
6. Kedua orang tua saya, dani yanuar syahputra, yanuar putri dan harris perdana terima kasih atas doa, semangat dan dukungannya selama ini.
7. Teman – Teman seperjuangan penelitian ini (toto,riska,ajir) atas do'a dan semangatnya dalam melaksanakan penelitian ini
8. Sahabat sahabat seperjuangan vina, novia, erlita, fitri, amira, lisa, elsa, resya kating, bunga, ima dan semuanya yang sudah menemani saya dari awal hingga akhir masa perkuliahan yang memberikan banyak pelajaran dan pengalaman, semoga kita terus bersama.
9. Sabilurrosyad yang telah membantu dan memberikan semangat, nasehat, serta do'a pada penyusunan laporan skripsi ini.
10. Terima kasih kepada mas Ali Muntaha MSP 2010 yang telah membantu dalam penelitian ini. Teman Teman satu angkatan seperjuangan "ARM 11" atas waktu, dukungan serta do'a yang telah diberikan

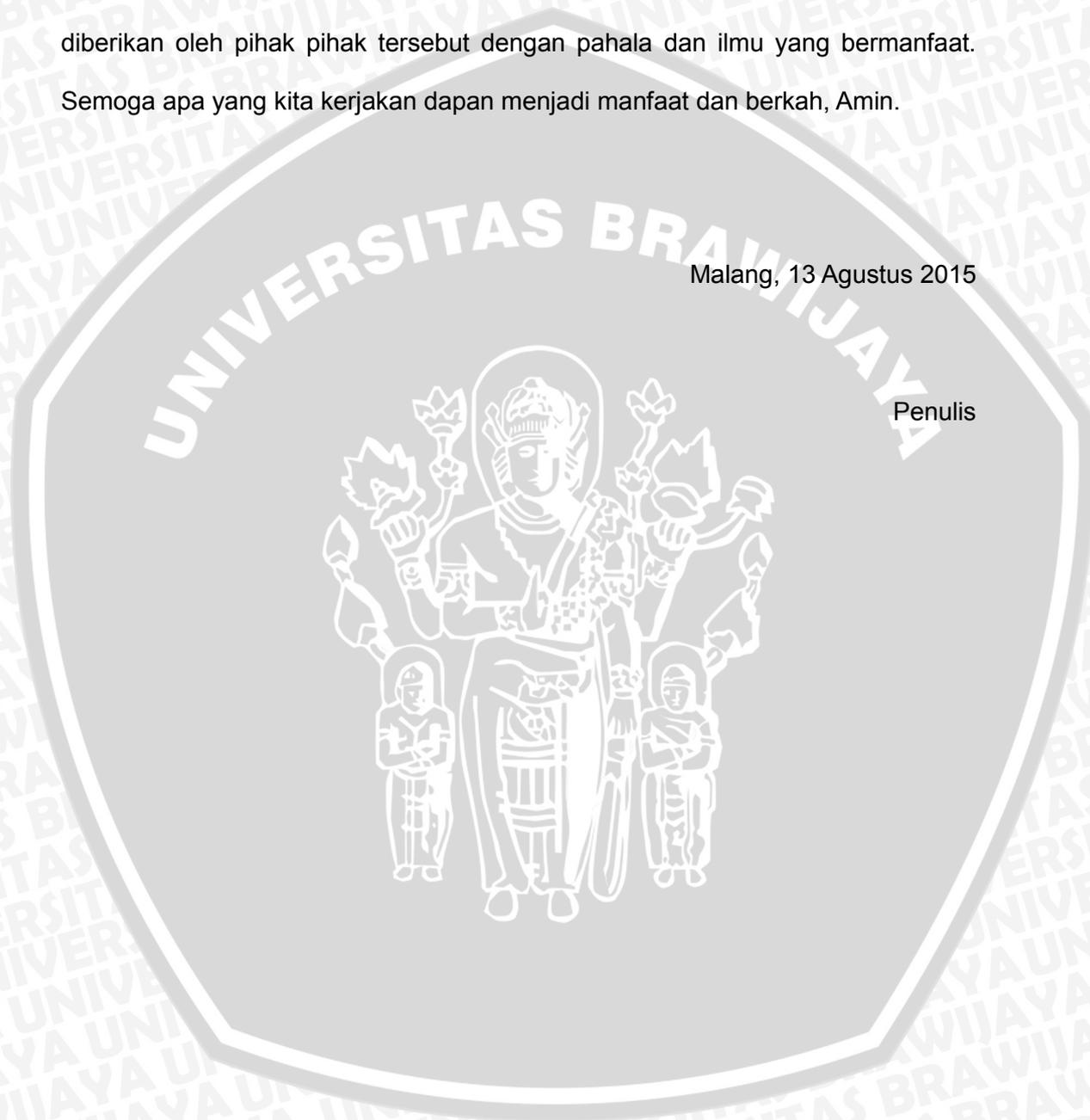
11. Semua pihak yang tidak penulis sebutkan satu persatu yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh pihak pihak tersebut dengan pahala dan ilmu yang bermanfaat.

Semoga apa yang kita kerjakan dapan menjadi manfaat dan berkah, Amin.

Malang, 13 Agustus 2015

Penulis



RINGKASAN

Shinta Purnama Dewi. Skripsi. Efektivitas Ekstrak Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) sebagai Sistem Pertahanan pada Udang (*Litopennaeus vannamei*) yang Terdeteksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). (Dibawah bimbingan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si. dan Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD**)

Rumput laut *G. verrucosa* merupakan salah satu jenis rumput laut yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, dengan harga relatif murah dan mengandung komponen bioaktif yang berperan dalam penanggulangan penyakit, sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk imunostimulan (Chkhikvishvili dan Ramazanov, 2000). *G. verrucosa* merupakan bahan alami yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena memiliki kandungan berupa komponen agar yang di dalamnya terdapat senyawa polisakarida (Anggadiredja, 2006). Keuntungan dalam penggunaan ekstrak rumput laut adalah bahan ini ramah lingkungan, tidak membahayakan kesehatan manusia dan memiliki kandungan nutrisi yang baik (Anggadiredja, 2008). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari ekstrak rumput laut (*Gracilaria sp.*) sebagai sistem pertahanan pada udang (*Litopennaeus vannamei*) yang terdeteksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV).

Penelitian ini terdiri atas lima perlakuan, yaitu : kontrol positif (+) berisi udang sehat, kontrol negatif (-) berisi udang yang diinfeksi WSSV namun tidak diberi perlakuan ekstrak *Gracilaria*, P1 berisi udang yang diberi campuran ekstrak *Gracilaria* kedalam pakan dengan dosis 5g, P2 berisi udang yang diberi campuran ekstrak *Gracilaria* kedalam pakan dengan dosis 10g, dan P3 berisi udang yang diberi campuran ekstrak *Gracilaria* kedalam pakan dengan dosis 15g. Organisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang *vannamei* (*Litopennaeus vannamei*) sebanyak 50 ekor udang sehat berukuran PL60 dan di pelihara di 5 akuarium pemeliharaan tiap akuarium berisi 10 ekor udang. Udang perlakuan diberi pakan 4 kali sehari dengan jumlah 5% berat tubuh. Parameter yang diamati adalah kualitas air diantaranya adalah suhu, pH, DO dan salinitas, serta pengamatan morfologi udang yang diinfeksi WSSV dan setelah diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan cara di campur ke dalam pakan, di akhir perlakuan dilakukan pengambilan hemolimf udang terhadap 3 udang di tiap perlakuan untuk menghitung jumlah Total Hemosit Count (THC) pada hemosit udang.

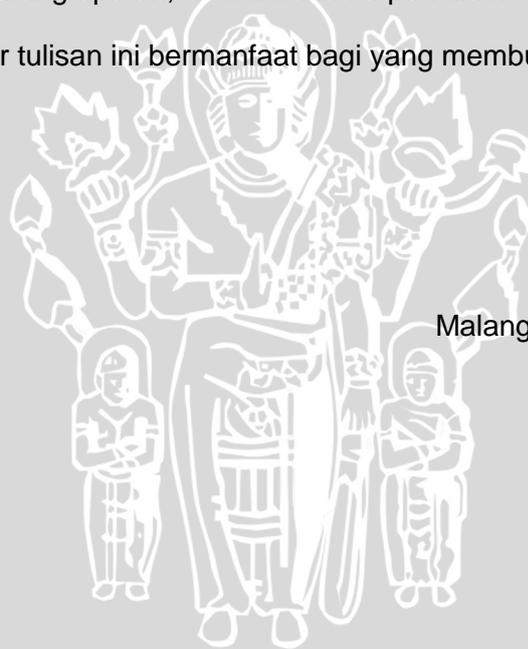
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap jumlah *Total Hemosit Count* (THC) pada udang *L. vannamei*. Pencampuran dengan pakan komersial pada dosis 10 g/kg lebih efektif dalam menurunkan jumlah THC. Jumlah THC pada kontrol positif (+) sebesar 167.8×10^4 sel/mm³, pada udang kontrol negatif (-) sebesar 565.8×10^4 sel/mm³, pada udang P1 (dosis 5g) sebesar 299×10^4 sel/mm³, pada udang P2 (dosis 10g) sebesar 214×10^4 sel/mm³, dan pada udang P3 (dosis 15g) sebesar 215.5×10^4 sel/mm³. Hal ini berdasarkan hasil penghitungan sel pada jaringan udang yang telah diberi perlakuan.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul Efek Pemberian Ekstrak Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Pada Udang Yang Terserang *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) Dilihat Dari Total Hemosit Count (THC) Pada Udang (*Litopennaeus vannamei*). Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 13 Agustus 2015

Penulis



DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian.....	6
1.5 Tempat dan Waktu	6
1.6 Hipotesis.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Udang Vanamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.1.1 Morfologi Udang Vanamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	9
2.1.2 Siklus Hidup Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	10
2.1.3 Habitat Hidup.....	12
2.1.4 Kebiasaan Makan	13
2.2 Penyakit	13
2.2.1 WSSV	15
2.3 Rumput Laut (<i>Gracilaria verrucosa</i>).....	17
2.3.1 Morfologi	19
2.3.2 Habitat dan Penyebaran.....	19
2.3.3 Kandungan dan Manfaat.....	20
2.3.4 Polisakarida <i>G. verrucosa</i>	21
2.4 Sistem Imun	22
2.4.1 Mekanisme Pertahanan Udang.....	24
2.5 Hemosit.....	25
2.6 Total Hemocyt Count (THC)	26
2.7 Kualitas Air	28
2.7.1 Suhu	29
2.7.2 pH.....	29
2.7.3 DO (Oksigen Terlarut).....	30
2.7.4 Salinitas	30

3. METODE PENELITIAN

3.1	Materi Penelitian.....	31
3.2	Metode Penelitian.....	31
3.3	Alat dan Bahan.....	31
3.4	Teknik Pengumpulan Data	31
3.4.1	Data Primer.....	31
3.4.2	Data Skunder.....	32
3.5	Metode Pengambilan Sampel.....	32
3.5.1	Pengambilan Sampel Udang.....	32
3.6	Metode Penelitian.....	33
3.6.1	Persiapan dan Sterilisasi Wadah.....	33
3.6.2	Penyediaan bahan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	33
3.6.3	Penyediaan larutan inokulum WSSV.....	34
3.6.4	Perlakuan Udang Uji	34
3.6.4.1	Bagan alur perlakuan udang uji.....	35
3.6.4.2	Infeksi Virus WSSV dan Pemberian <i>Gracilaria verrucosa</i>	36
3.6.4.3	Pemeliharaan dan pengamatan harian udang uji.....	37
3.6.5	Pengamatan Total Hemosit Count (THC) (Van de Braak, 1996).....	37
3.7	Metode Pengukuran Kualitas Air	38
3.7.1	Suhu dan pH.....	38
3.7.2	Oksigen Terlarut (DO).....	38
3.7.3	Salinitas	39
3.8	Metode Analisis Penelitian.....	39

4. METODE PENELITIAN

4.1	Parameter Kualitas Air.....	44
4.1.1	Parameter Fisika	44
4.1.2	Parameter Kimia	45
4.2	Pengamatan Mikroskopik Udang Vannamei	48
4.2.1	(K+) Udang Vannamei Sehat	48
4.2.2	(K -) Udang Kontrol	49
4.2.3	P1 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 5g).....	50
4.2.4	P2 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 10g).....	51
4.2.5	P3 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 15g).....	52
4.3	Pengamatan mikroskopik udang vannamei	53
4.3.1	Total Hemosit Count (THC) udang <i>L. vannamei</i> dengan pemberian ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	55
4.4	Analisis Uji F.....	56

5. METODE PENELITIAN

5.1 Kesimpulan62
5.2 Saran.....62

DAFTAR PUSTAKA.....63



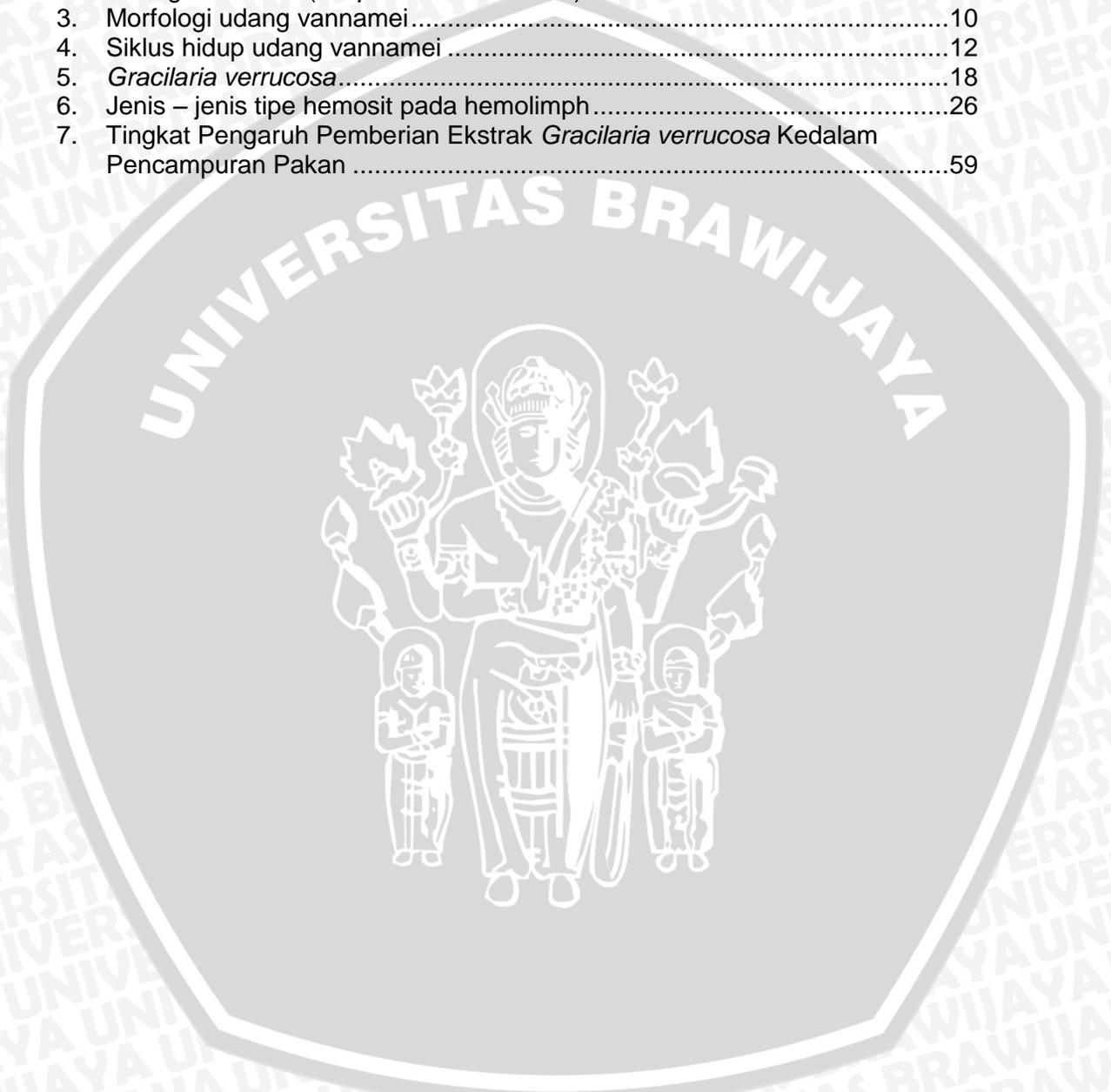
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fungsi tiap jenis hemosit.....	28
2. Alat dan bahan yang digunakan penelitian.....	30
3. Data parameter kualitas air.....	44
4. Ciri – ciri dan tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan K-.....	49
5. Ciri – ciri dan tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P1.....	50
6. Ciri – ciri dan tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P2.....	51
7. Ciri – ciri dan tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P3.....	52
8. Hasil pengamatan THC pada mikroskop cahaya menggunakan haemositometer.....	54
9. Data Total Hemosit Count (THC).....	55
10. Analisa sidik ragam.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Rumusan Masalah.....	4
2. Udang vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
3. Morfologi udang vannamei.....	10
4. Siklus hidup udang vannamei.....	12
5. <i>Gracilaria verrucosa</i>	18
6. Jenis – jenis tipe hemosit pada hemolimph.....	26
7. Tingkat Pengaruh Pemberian Ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> Kedalam Pencampuran Pakan	59



LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. THC sehat dan THC sakit	71
2. Perhitungan THC udang vannamei	72
3. Uji F pada Total Hemosit Count (THC) Pada Udang L. <i>vannamei</i>	73
4. Kegiatan selama penelitian	75



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan ekonomis penting dikarenakan secara umum peluang usaha budidaya udang vannamei tidak berbeda jauh dengan peluang usaha udang jenis lainnya. Sebab pada dasarnya udang merupakan komoditi ekspor andalan pemerintah dalam menggaet devisa (Amri dan Kanna, 2008). Permintaan udang vannamei sangat besar baik pasar lokal maupun internasional, karena memiliki keunggulan nilai gizi yang sangat tinggi serta memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi menyebabkan pesatnya budidaya udang vannamei (Mahbubillah, 2011).

Namun dalam usaha budidaya tersebut ada faktor yang dapat harus diperhatikan terhadap keberhasilan budidaya udang yaitu adanya penyakit. Penyakit merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya udang vannamei (*Litopennaeus vannamei*). Tingginya tingkat mortalitas udang budidaya diduga disebabkan oleh infeksi virus maupun bakteri patogen. Penyakit yang banyak menyerang budidaya udang adalah *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Taura Syndrome Virus* (TSV) dan *Yellow Head Virus* (YHV) (Smith *et al.*, 2003).

Pertambakan budidaya udang di Indonesia sering mengalami kegagalan budidaya akibat serangan penyakit terutama bintik putih *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Penyakit *White Spot* telah menyerang tambak – tambak udang baik yang dikelola secara tradisional maupun intensif meskipun telah menerapkan teknologi yang tinggi dengan fasilitas yang lengkap. Serangan virus *white spot* dapat menyebabkan udang menjadi lemah dan gejala klinis yang nampak antara lain muncul bercak – bercak putih pada bagian karapas dengan diameter 0.5 – 3.0 mm (Mahardika *et al.*, 2004), dan bercak puith ini pertama kali muncul pada *cephalotorax* dan terakhir menyebar keseluruh kutikula tubuhnya.

Selain itu udang cenderung bergerombol di tepi tambak dan berenang kepermukaan. Virus *white spot* dapat menyebar keseluruh udang yang terdapat dalam tambak hanya dalam waktu 2 hingga 7 hari dan dapat meyebabkan kematian dalam waktu yang singkat (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2004)

Penularan atau penyebaran penyakit WSSV dapat disebabkan oleh adanya organisme *carrier*, yaitu organisme pembawa penyakit yang dapat menularkan penyakit pada organisme lainnya (Sumawidjaja 2001 dalam Apriliza 2010). Menurut Johny *et al.* (2005), Salah satu upaya dalam penanggulangan dan pencegahan penyakit udang adalah melalui peningkatan sistem pertahanan tubuh udang, yaitu dengan menggunakan imunostimulan.

Imunostimulasi biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikrobia seperti β -glukan dan lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan (Smith *et al.*, 2003). Kelemahan dari imunostimulan ini adalah harganya relatif mahal, sehingga diperlukan usaha pencarian sumber alternatif imunostimulan yang murah dan mudah penanganannya, salah satunya adalah dari algae rumput laut *Gracilaria verrucosa*.

Rumput laut *G. verrucosa* merupakan salah satu jenis rumput laut yang ketersediaannya melimpah di Indonesia. Potensi perkembangan budidaya rumput laut *G. verrucosa* di tambak cukup besar, dari luas areal tambak di Indonesia seluas 450.000 ha dan diperkirakan seluas 2% yang dekat dengan pantai, merupakan area tambak yang potensial untuk budidaya *G. verrucosa* dengan produksi sekitar 6 ton/ha/tahun (alamsjah *et al.*, 2009).

Menurut Chkhikvishvili dan Ramazanov (2000), menyatakan bahwa *Gracilaria verrucosa* merupakan jenis rumput laut budidaya, dimana jumlahnya sangat melimpah, dengan harga relatif murah dan mengandung komponen bioaktif yang berperan dalam penanggulangan penyakit, sehingga dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk imunostimulan. Senyawa utama yang terkandung dalam

G. verrucosa yang termasuk dalam golongan dari jenis alga merah (*Rhodophyta*) ini adalah senyawa polisakarida. Polisakarida berfungsi sebagai materi cadangan ketika dibutuhkan untuk memenuhi permintaan gula bagi sel. Misalnya pati, glikogen dan dekstran serta berfungsi sebagai materi penyusun dari suatu sel keseluruhan organisme. Polisakarida sulfat tersusun dari galaktan yang semuanya tersusun dari galaktosa atau modifikasi unit galaktosa. Polisakarida sulfat dari rumput laut memiliki fungsi sebagai antioksidan, namun korelasi struktur molekul dengan fungsinya sebagai antioksidan (Cornish,2010).

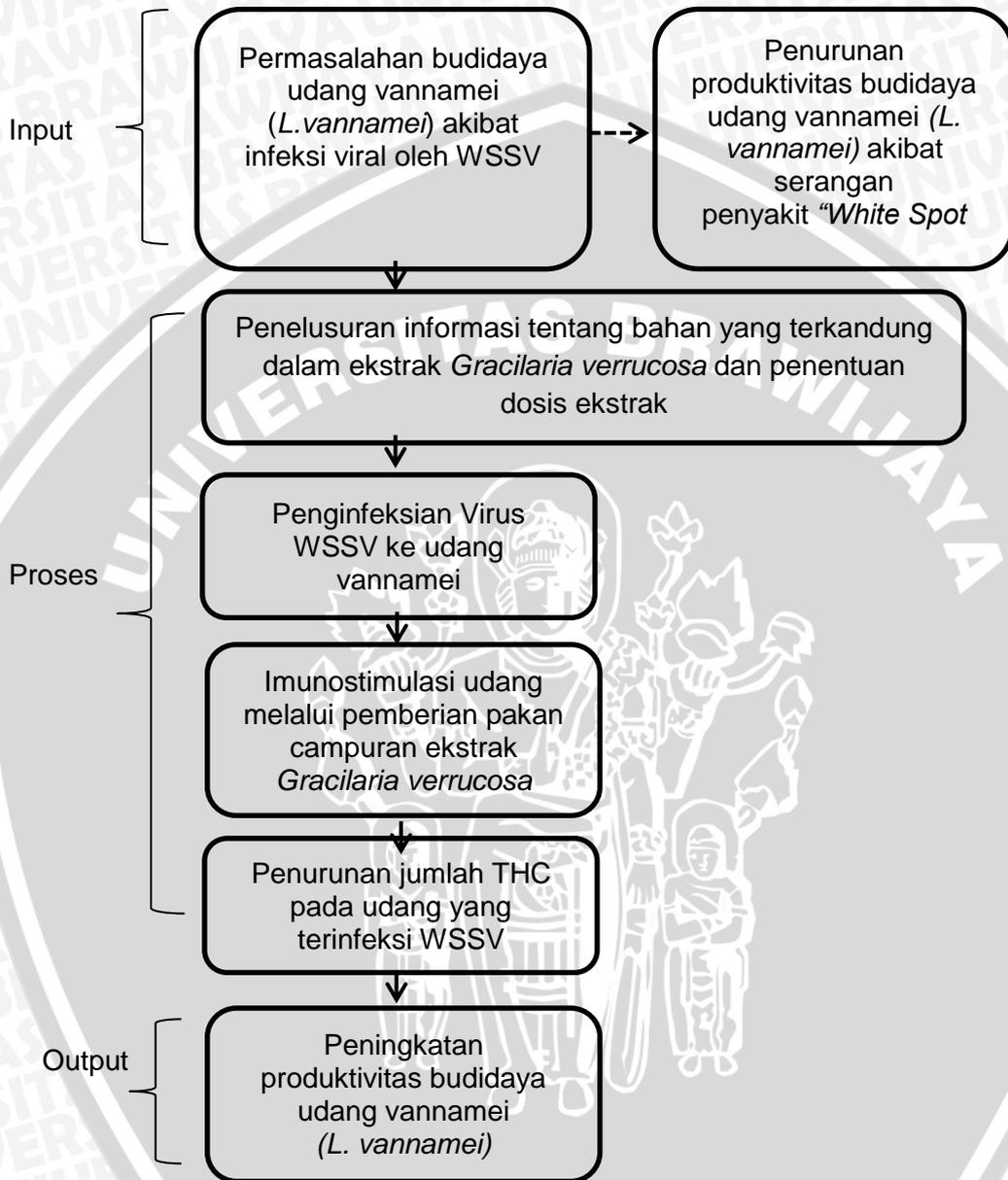
Uji efektivitas aplikasi rumput laut *Gracilaria verrucosa* sebagai imunostimulan sistem pertahanan tubuh udang (*Litopenaeus vannamei*) dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap sistem kekebalan tubuh dengan menganalisa jumlah Total Hemosit Count (THC) akibat infeksi penyakit. Karena THC merupakan salah satu sistem pertahanan non spesifik yang pertama pada udang *vannamei*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan efektivitas rumput laut *Gracilaria verrucosa* sebagai imunostimulan sistem pertahanan pada udang *vannamei* (*Litopennaeus vannamei*) ditinjau dari komposisi sel darah udang (hemosit).

1.2 Rumusan Masalah

White Spot Syndrome Virus (WSSV) merupakan salah satu virus yang mudah menyebar. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang penggunaan imunostimulan secara alami sehingga tidak menimbulkan efek negatif pada organisme dan lingkungan. Kandungan Senyawa pada ekstrak kasar polisakarida *Gracilaria verrucosa* diduga dapat digunakan sebagai imunostimulan untuk udang *vannamei*, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap jumlah Total Hemosit Count pada hemolim udang *vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi WSSV ?

2. Dosis berapa ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang baik untuk meningkatkan respon imun udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*)?



Gambar 1. Bagan Alir Rumusan Masalah

- -> Dampak infeksi penyakit WSSV terhadap budidaya udang vannamei (*L.vannamei*).
- > Alur perbaikan produktivitas budidaya udang vannamei (*L.vannamei*).

Keterangan :

- a. Input. Udang vannamei (*L.vannamei*) adalah salah satu produk perikanan yang sangat diminati masyarakat. Tetapi, karena kurangnya perhatian terhadap lingkungan dan kualitas air dapat menyebabkan udang *L.vannamei* mengalami penurunan pada sistem imun sehingga mempermudah masuknya patogen seperti virus WSSV menginfeksi udang tersebut. Virus WSSV menyebabkan dampak buruk pada kualitas produk udang sehingga dapat menurunkan produktivitas budidaya udang vannamei.
- b. Proses. Turunnya produktivitas budidaya udang vannamei mendorong para peneliti untuk mencoba memecahkan masalah penyakit WSSV melalui cara pemberian suatu imunostimulan dari bahan alami dengan penentuan dosis yang berbeda (pellet campuran ekstrak *Gracilaria verrucosa*). Setelah ditemukan dosis ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang optimal untuk meningkatkan ketahanan tubuh udang terhadap infeksi viral terutama WSSV.
- c. Output. Pemberian imunostimulan secara alami ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan tubuh udang vannamei terhadap infeksi WSSV dengan indikator penurunan jumlah THC pada hemolim udang yang diinfeksi WSSV. Sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas budidaya udang vannamei.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai prasyarat penyelesaian pendidikan untuk jenjang sarjana serta sebagai bentuk pengaplikasian ilmu akademis yang diperoleh selama berada diperkuliahan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh efektivitas pemberian ekstrak rumput laut *Gracilaria verrucosa* terhadap imunitas udang vannamei dan untuk mengetahui dosis ekstrak rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) yang dicampurkan kedalam pakan yang lebih efektif untuk menurunkan jumlah THC dilihat dari pada hemolim udang yang terinfeksi oleh WSSV.

1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Lembaga Akademisi (Mahasiswa dan Perguruan Tinggi)
Menambah wawasan pengetahuan dan keterampilan serta sebagai bahan informasi dan pedoman untuk mengadakan penelitian lebih lanjut.
2. Perusahaan dan Lembaga Ilmiah
Sebagai alternatif bahan informasi ilmiah yang digunakan untuk dasar pertimbangan dalam manajemen kualitas air serta masukan bagi pengembangan usaha. Dan hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi database potensi pemanfaatan *Gracilaria verrucosa* sehingga dapat digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan ilmu bioteknologi kelautan (*marine biotechnology*).
3. Pemerintah
Sebagai informasi dan alternatif bahan pertimbangan dalam menyusun kebijakan untuk pengembangan usaha perikanan.

1.5 Tempat dan Waktu

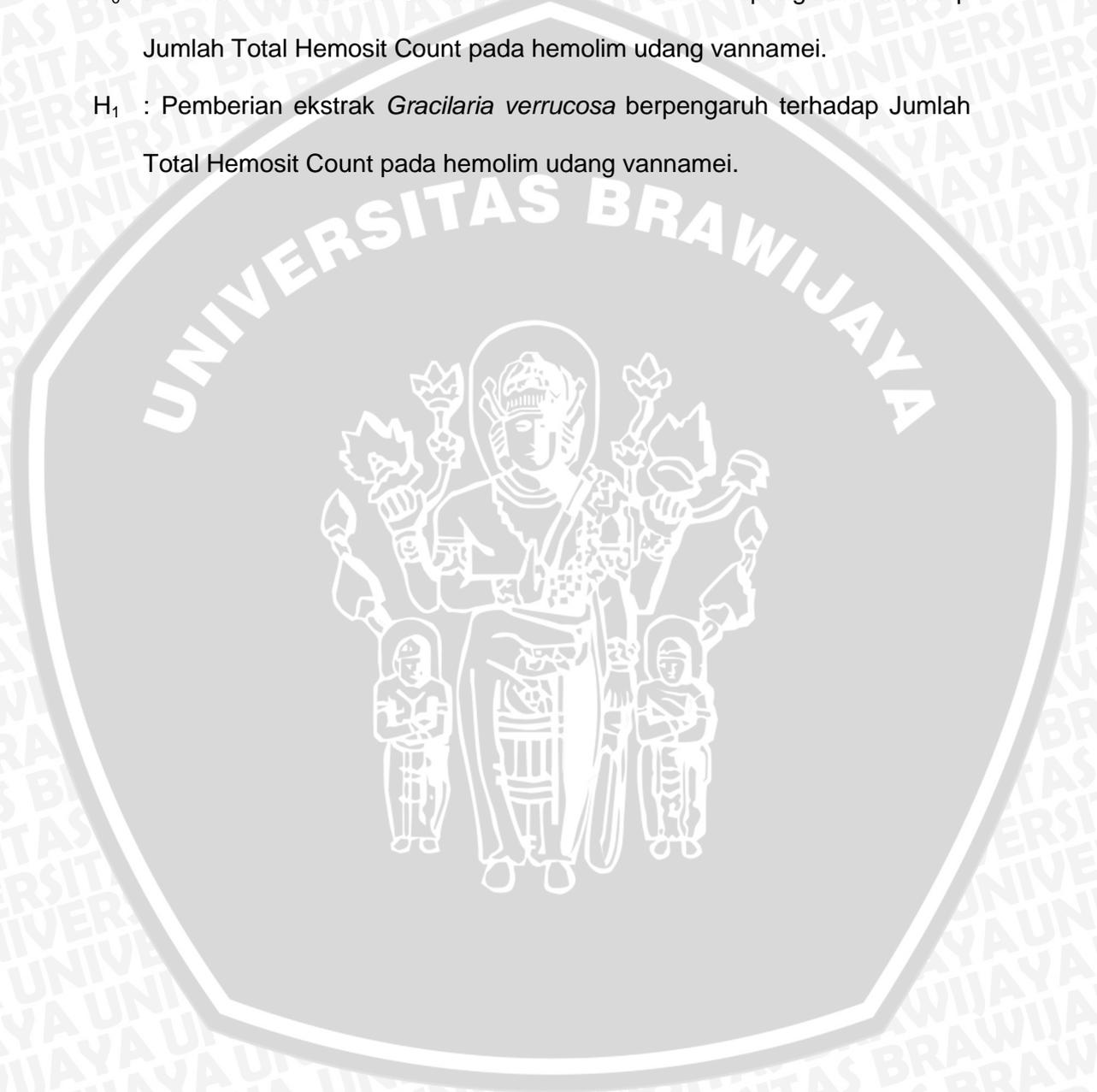
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Juli 2015. Proses ekstraksi dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Uji pengaruh ekstraksi rumput laut *Gracilaria verrucosa* terhadap udang vannamei (*L.vannamei*) dilakukan di Laboratorium Reproduksi Ikan. Sedangkan

pengamatan THC dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang.

1.6 Hipotesis

H_0 : Pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* tidak berpengaruh terhadap Jumlah Total Hemosit Count pada hemolim udang vannamei.

H_1 : Pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap Jumlah Total Hemosit Count pada hemolim udang vannamei.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Udang vannamei merupakan jenis udang yang potensial untuk dikembangkan mendampingi udang windu yang sampai saat ini masih dihadapkan dengan masalah penyakit. Karakter spesifik dari udang vannamei ini adalah mempunyai kemampuan adaptasi yang relatif tinggi terhadap perubahan lingkungan seperti perubahan suhu dan salinitas serta laju pertumbuhan relatif cepat (Adiwijaya *et al.*, 2008).



Gambar 2. udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) (sumber: Dokumentasi Pribadi, 2015)

Klasifikasi udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) menurut (Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011) adalah sebagai berikut:

Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub-kelas	: Malacostraca
Series	: Eumalacostraca
Super order	: Eucarida
Order	: Decapoda
Sub order	: Dendrobranchiata
Infra order	: Penaeidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: Penaeus
Sub genus	: Litopenaeus
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Litopenaeus vannamei merupakan crustacea yang tergolong dalam ordo decapoda seperti halnya lobster dan kepiting. Kata decapoda berasal dari kata deca yaitu 10 dan poda adalah kaki, sehingga hewan yang tergabung dalam

ordo ini memiliki 10 kaki. Hewan ini juga memiliki karapas yang berkembang menutupi bagian kepala dan dada menjadi satu (*chepalotorax*). *L. vannamei* termasuk dalam famili panaeiddan berbeda dengan anggota decapoda yang lain yaitu anggota family ini menetasakan telurnya di luar tubuh yang sebelumnya dikeluarkan oleh betina. *L. vannamei* juga termasuk anggota genus penaeus, hal ini ditandai dengan adanya gigi pada bagian atas dan bawah rostrum. Udang panaeid dapat dibedakan dengan jenis lainnya dari bentuk dan jumlah gigi pada rostrumnya (Sutrisno *et al.*, 2010).

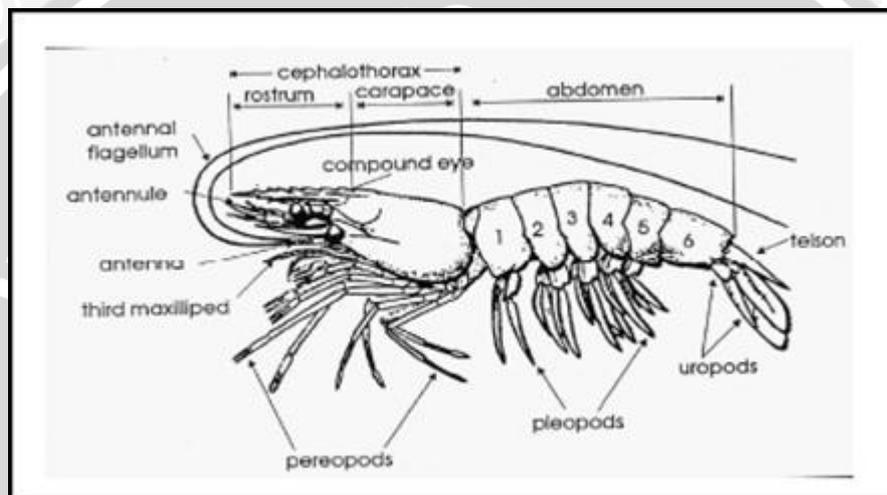
2.1.1 Morfologi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Morfologi udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) secara umum memiliki bentuk tubuh yang sama dengan udang dari suku penaeidae lainnya, tubuh terdiri atas dua bagian yaitu bagian kepala yang menyatu dengan dada (*chepalotorax*) and abdomen yang meliputi bagian perut dan ekor. Tubuh berwarna putih transparan sehingga udang vannamei ini lebih dikenal dengan “White Shrimp”, kadang tubuhnya sering berwarna kebiruan karena didominasi oleh kromatofor biru yang berada dalam tubuhnya yang berada di antara batas antara uropod dan telson (Robertson *et al.*, 1993).

Haliman dan Adijaya (2005), tubuh udang vannamei dibentuk oleh dua cabang (*biramous*), yaitu exopodite dan endopodite. Vannamei memiliki tubuh berbuku – buku dan aktivitas berganti kulit luar atau eksoskeleton secara periodik (*moulting*). Bagian tubuh udang vannamei sudah mengalami modifikasi, sehingga dapat digunakan untuk keperluan sebagai berikut:

1. Makan, bergerak, dan membenamkan diri ke dalam lumpur (*burrowing*).
2. Menopang insang karena struktur insang udang mirip bulu unggas.
3. Organ sensor, seperti pada antena dan antenula. Kepala (*thorax*).

Selanjutnya, kepala udang vannamei terdiri dari antenula, antena, mandibula, dan dua pasang maxillae. Kepala udang vannamei juga dilengkapi dengan tiga pasang maxilliped dan lima pasang kaki berjalan (*periopoda*) atau kaki sepuluh (*decapoda*). Maxilliped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. Endopodite kaki berjalan menempel pada chepalothorax yang dihubungkan oleh coxa. Morfologi udang Vannamei dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Morfologi udang vannamei (Warsito, 2010)

Bentuk periopoda beruas – ruas yang berujung di bagian dactylus. Dactylus ada yang berbentuk capit (kaki ke-1, ke-2, dan ke-3) dan tanpa capit (kaki ke-4 dan ke-5). Di antara coxa dan dactylus, terdapat ruang berturut – turut disebut basis, ischium, merus, carpus, dan cropus. Pada bagian ischium terdapat duri yang bias digunakan untuk mengidentifikasi beberapa spesies penaeid dalam taksonomi (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.1.2 Siklus Hidup Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

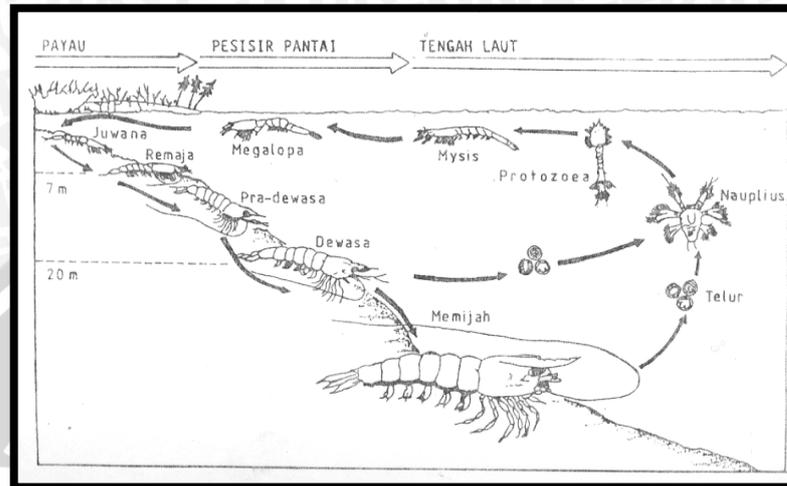
Udang termasuk hewan heteroseksual yaitu mempunyai jenis kelamin jantan dan betina yang dapat dibedakan dengan jelas dilihat dari alat kelamin luarnya dan dari kaki jalan (periopod). Udang betina mempunyai alat kelamin yang disebut dengan thelicum yang terletak antara kaki jalan ke-4 dan ke-5. Thelicum

ini berupa garis tipis dan akan melebar setelah terjadi fertilisasi. Ujung jantan memiliki alat kelamin yang disebut petasma yang terletak di antara kaki jalan renang. Pertama dan kedua sedangkan lubang saluran kelamin (gonophore) terletak di antara pangkal kaki jalan ke-3 (Murtidjo, 2003).

Pemijahan udang dimulai dengan udang jantan memasukkan spermatophora melalui petasma ke dalam thelicum. Pasangan induk yang selsesai memijah akan menghasilkan telur yang berbentuk bulat, berwarna hijau kekuningan, dan memiliki ukuran yang sangat kecil berdiameter 0,27 – 0,31 mm (Suseno, 1983 dalam Suyanto dan Mujiman, 2003). Telur yang dibuahi akan dihamburkan oleh induk udang merekat pada ovarium sedangkan sperma yang dihasilkan oleh udang jantan pada waktu kawin akan dikeluarkan dalam kantong sperma (*spermatophora*) kemudian *spermatophora* ini dilekatkan pada thelicum udang betina dan disimpan hingga saat peneluran dengan dibantu petasma. Apabila udang betina bertelur maka *spermatophora* akan pecah dan sel – sel sperma akan membuahi telur yang berada diluar badan induknya dan telur akan melayang – layang di dekat permukaan air (Suyanto dan Mujiman, 1999). Selanjutnya dinyatakan siklus hidup udang vannamei sebelum ditebar di tambak yaitu stadia *naupli*, stadia *zoea*, stadia *mysis*, dan stadia *post larva*. Pada stadia naupli larva berukuran 0,32 – 0,59 mm, sistim pencernaanya belum sempurna dan masih memiliki cadangan makanan berupa kuning telur. Stadia *zoea* terjadi setelah larva ditebar pada bak pemeliharaan sekitar 15 – 24 jam. Larva sudah berukuran 1,05 – 3,30 mm dan pada stadia ini benur mengalami 3 kali moulting. Pada stadia ini pula benur sudah bisa diberi makan yang berupa artemia. Siklus hidup udang vannamei dapat di lihat pada Gambar 4 berikut.

Stadia *mysis*, benur udang sudah menyerupai bentuk udang,yang dicirikan dengan sudah terlihatnya ekor kipas (uropoda) dan ekor (telson). Selanjutnya udang mencapai stadia *post larva*, dimana udang sudah menyerupai udang

dewasa. Hitungan stadianya sudah menggunakan hitungan hari. Misalnya, PL1 berarti post larva berumur satu hari. Pada stadia ini udang sudah mulai bergerak aktif (Haliman dan Adijaya, 2005).



Gambar 4. Siklus hidup udang vannamei (Susetiono, 1987)

2.1.3 Habitat Hidup

Udang hidup di semua jenis habitat perairan dengan 89% diantaranya hidup di perairan laut, 10% di perairan air tawar dan 1% di perairan teresterial. Daerah penyebaran *L. vannamei* meliputi pantai pasifik, Meksiko Laut Tengah dan Amerika latin. Sebuah wilayah dimana suhu air secara umum berkisar diatas 20°C sepanjang tahun. Di sini merupakan tempat populasi *L. vannamei* berada. Karena spesies ini reaktif mudah untuk berkembang biak dan dibudidayakan, maka *L. vannamei* menjadi salah satu spesies andalan dalam budidaya udang di beberapa negara dunia (Sutrisno *et al.*,2010).

Menurut Risaldi (2012), menyatakan bahwa udang vannamei adalah udang asli dari perairan Amerika Latin yang kondisi iklimnya subtropik. Di habitat alaminya suka hidup pada kedalaman kurang lebih 70 meter. Udang vannamei bersifat nocturnal, yaitu aktif mencari makan pada malam hari. Proses perkawinan pada udang vannamei ditandai dengan loncatan betina secara tiba – tiba. Pada saat meloncat tersebut, betina mengeluarkan sel – sel telur. Pada saat

yang bersamaan, udang jantan mengeluarkan sperma, sehingga sel telur dan sperma bertemu. Proses perkawinan berlangsung kira – kira satu menit. Sepasang udang vannamei berukuran 30 – 45 gram dapat menghasilkan telur sebanyak 100.000 – 250.000 butir.

2.1.4 Kebiasaan Makan

Hendrajat (2003) menyatakan bahwa udang putih (*Litopenaeus vannamei*) semula digolongkan kedalam hewan pemakan segala macam bangkai (omnivorusscavenger) atau pemakan detritus. Usus udang menunjukkan bahwa udang ini adalah merupakan omnivora, namun cenderung karnivora yang memakan crustacea kecil dan polychaeta (cacing).

Oceanic Institute di Hawaii membuktikan bahwa bacteria dan algae yang banyak tumbuh di badan (kolom) air kolam yang agak keruh, ternyata berperan penting sebagai makanan udang, menyebabkan udang tumbuh lebih cepat 50% dibanding dengan udang *L.vannamei* yang dipelihara didalam kolam/bak yang berair sangat bersih. Catatan ini membuktikan bahwa udang tumbuh optimum dikolam karena adanya komunitas microbial (Wyban & Sweeney,1991). *L.vannamei* memerlukan pakan dengan kandungan protein 35%. Ini lebih rendah dibanding dengan kebutuhan untuk udang *P.monodon*, dan *P.japonicus* yang kebutuhan protein pakannya mencapai 45% untuk tumbuh baik. Ini berarti dari segi pakan *L.vannamei* lebih ekonomis, sebab bahan pangan yang mengandung protein banyak tentu lebih mahal (Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011).

2.2 Penyakit

Semua udang budidaya telah membawa organisme patogen di dalam tubuhnya, disamping itu organisme patogen juga telah berada di dalam suatu perairan. Organisme patogen akan berkembang lebih cepat pada kualitas air

yang buruk. Populasi organisme patogen yang besar sangat membahayakan udang budidaya (Kordi dan Tancung, 2007). Faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit adalah kadar oksigen yang rendah, rendahnya suhu air, turun hujan secara mendadak.

Menurut Gunarto dan Mansyur (2010), menyatakan bahwa virus merupakan ancaman serius bagi budidaya udang, karena dapat menyebabkan kematian udang secara massal dalam waktu yang singkat. Beberapa virus yang menjadi permasalahan budidaya udang vannamei belakangan ini yaitu *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Taura Syndrome Virus* (TSV) dan *Infectious Mionecrosis Virus* (IMNV).

Virus merupakan patogen yang hanya dapat hidup dan berkembang dalam jaringan inang. Virus mengalami beberapa tahap perkembangan dalam sel inang sebagaimana digambarkan oleh Brock, et al. (1994); (1) Virion umumnya masuk ke dalam sel dengan cara menempel pada permukaan sel yang disebut dengan reseptor. Reseptor biasanya meliputi protein, polisakarida, atau kompleks lipoprotein-polisakarida. (2) Selanjutnya komponen virus (genome) melakukan penetrasi ke dalam sel inang sedangkan envelopnya tetap berada diluar sel. Pada saat itu, virus melakukan tahap perkembangan awal. Pada saat awal perkembangan virus, mesin biosintesis inang diubah oleh virus untuk kebutuhan biosintesisnya. (3) Setelah mengalami perbanyakan genome, selanjutnya melakukan sintesa protein untuk digunakan sebagai pembungkus virus. (4) Tahap selanjutnya, terjadi penggabungan antara genome dengan bahan pembungkus virus membentuk virus baru. (5) Tahap dimana virus lepas dari satu sel dengan cara lysis lalu menginfeksi sel – sel lainnya dalam tubuh inang.

2.2.1 WSSV

WSSV atau *Syndrome Ectodermal dan Mesodermal Baculavirus* (SEMBV) merupakan jenis baculavirus yang baru dilaporkan telah menyebabkan berbagai macam penyakit dan mengakibatkan kematian ditambak udang sampai 80%-100% selama tahun 1992-1993 (Firmansyah, 2002).

Menurut Oidtmann dan Stentiford (2011), WSSV merupakan virus yang memiliki DNA berantai ganda, virus WSSV tersebut oleh *International Committee on Virus Taxonomy* pada tahun 2005 digolongkan menjadi genus baru yaitu whispovirus dengan famili nimaviridae. Virus ini berbentuk elips dengan ukuran 80 – 120 x 250 – 380 nm. Menurut Wang *et al.*, (2008) dalam Kilawati (2011) Serangan penyakit WSSV ini menyerang sel - sel pada organ – organ vital seperti hepatopankreas, insang, usus, lambung dan juga sistem syaraf.

a. Mekanisme Penginfeksi Virus WSSV

Menurut Wang *et al.*, (2000) dalam Kilawati dan Win (2009), mekanisme penyerangan WSSV ke tubuh udang awalnya bersifat intrasitoplasmik, yaitu masuk ke dalam sel inang kemudian pada tingkat serangan yang lebih tinggi DNA virus masuk ke dalam DNA inang dan mengambil alih proses transkripsi dan translasi sesuai proses dalam DNA virus serta bisa terjadi pada beberapa bagian sel.

Munculnya serangan WSSV kemungkinan sebagai akibat menurunnya kualitas lingkungan tambak (Gunarto *et al.*, 2010). Depita (2004), penyakit bintik putih merupakan penyakit yang ditimbulkan oleh virus hasil mutagenik. Terjadinya mutasi gen pada virus disebabkan oleh kondisi lingkungan yang selalu menekannya. Lingkungan yang tidak sesuai membuat virus melakukan mutasi gen dengan merubah bentuk dan sifat. Diluar sel – sel inang virus tidak mampu untuk bereproduksi, sehingga untuk bereproduksi virus harus menginfeksi sel – sel inang yang cocok (Pelczar and Chan, 1976 dalam Firmansyah, 2002). Menurut Fenner *et al* (1987) dalam Depita (2004), virus

merupakan parasit yang secara keseluruhan kebutuhan hidupnya bergantung pada sel inang yang diinfeksi, energi yang diperoleh digunakan untuk reproduksi, sintesa protein, lemak dan karbohidrat.

Penyerangan penyakit WSSV diawali oleh penularan partikel WSSV dengan cara mengikat sel yang rentan untuk memanfaatkan protein bagian luar dari sel. Pada inti sel virus melepaskan genom, kemudian genom WSSV mulai menggandakan diri. Pada sitoplasma, genom WSSV melakukan regenerasi dengan cara membentuk membran yang terdiri dari materi gelembung elektron berbentuk cincin. Gelembung tersebut ditempatkan pada inti sel yang rentan, kemudian menyebar pada sitoplasma sehingga mengakibatkan membran terganggu (Wile, 2008 dalam Kilawati, 2011).

b. Gejala Klinis WSSV

Udang yang telah terinfeksi WSSV akan mengalami perubahan warna yang disebabkan oleh terjadinya pembesaran kromatofor kutikula. Kromatofor pada udang merupakan salah satu sistem pertahanan tubuh udang infeksi WSSV pada udang akan menyebabkan perubahan pada hepatopankreas dari coklat kemerahan menjadi kuning pucat dan membesar. Selain perubahan warna tubuh, sel udang yang terinfeksi WSSV mengalami kerusakan (nekrosis) pada antena, antenulla, rostum, periopod, pleiopod dan ekor yang kerusakannya mencapai 20% (Priati *et al.*, 2006).

Tanda – tanda klinis udang yang terserang *White Spot Disease* antara lain ada bintik putih pada bagian karapas, penurunan konsumsi makanan, dan pada udang yang terinfeksi secara akut tubuhnya akan menunjukkan warna merah muda sampai coklat kemerahan karena perubahan kromatofor kutikula sehingga penyakit *White Spot Syndrome Virus* disebut *Red Disease* (Firmansyah, 2002). Bintik putih yang terlihat pada karapas tersebut merupakan tanda spesifik penyakit infeksi white spot. Bintik putih yang terjadi

merupakan penyimpangan metabolisme kalsium yang mengumpul pada lapisan kutikula udang, umumnya diameter bintik putih berkisar antara 0,5-2,0 mm (Bower 1996).

Karakteristik perubahan seluler akibat infeksi virus WS adalah terjadinya pembengkakan inti sel (hipertropi), seperti diuraikan Bower (1996), Flegel & Alday-Sanz (1998) dan Moore & Poss (2000), keadaan ini disebabkan perkembangan dan penumpukan virion yang berkembang dalam inti sel. Perkembangan selanjutnya menyebabkan inti sel bergerak ke pinggir, kemudian terjadi kariolisis yang pada akhirnya sel akan lisis. Inti sel yang membengkak akan menekan cairan sel, menyebabkan sel pecah dan lisis; tekanan inti sel yang membesar melebihi toleransi elastisitas dinding sel (Rocman 1995). Beberapa faktor pemicu timbulnya penyakit WSSV adalah kadar oksigen yang rendah, terjadi fruktuasi pH harian yang besar, rendahnya suhu air, turun hujan secara mendadak dan masalah utama penyebab kegagalan udang antara lain adalah serangan penyakit yang disebabkan oleh parasit, virus dan bakteri. Umumnya jasad-jasad tersebut bersifat oportunistik, yaitu serangan terjadi bila udang dalam keadaan tidak normal atau stres (Prajitno, 1995).

2.3 Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*)

Menurut Trono (2004), rumput laut merupakan alga makrobentik. Bentuknya sangat menarik dan merupakan produsen primer di laut. Rumput laut memiliki pigmen – pigmen dengan tipe berbeda, seperti klorofil, karotenoid, phycobilin, dan pigmen lain yang dapat mensintesis bahan organik dari bentuk yang sederhana yaitu air, karbondioksida, dan menggunakan cahaya matahari sebagai energi.

Menurut Anggadireja *et al.*, (2008), rumput laut tergolong tanaman yang tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun

daun sejati tetapi hanya menyerupai batang yang disebut talus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut pun dapat melekatkan pada tumbuhan lain secara epifitik.

Menurut Ditjenkanbud (2005), *Gracilaria verrucosa* merupakan algae *bentik* yaitu algae yang tumbuh menancap atau melekat pada substrat. Bentuk *thallus* menyerupai silinder, licin, berwarna coklat atau kuning hijau, percabangan tidak beraturan, memusat di bagian pangkal, cabang – cabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan ukuran panjang berkisar 15 – 30 cm. Berikut

Gambar 5 *Gracilaria verrucosa*:



Gambar 5. *Gracilaria verrucosa* (Milchacova, 1998 dalam Amalia, 2013)

Gracilaria termasuk dalam golongan *Rhodophyceae* (algae merah). Masyarakat pesisir di Indonesia mengenal *Gracilaria* dengan sebutan; janggut dayung (Bangka); agar-agar karang (Indonesia); sango-sango, dongi-dongi (Sulawesi); bulung embulung (Jawa, Bali); bulung sango (Bali); bulung tombong putih (Labuhanhaji, Lombok), atau lotu – otu putih (Ambon). Dalam kehidupan sehari-hari, agar-agar dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti puding, jeli (makanan ringan) dan sebagainya (Anggadiredja et al., 2006).

Menurut Anggadiredja *et al.*, (2006), bahwa secara taksonomi rumput laut jenis *Gracilaria* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum	: Rhodophyta
Kelas	: Florideophyceae
Ordo	: Gracilariales
Family	: Gracilariaceae
Genus	: Gracilaria
Spesies	: <i>Gracilaria verrucosa</i>

2.3.1 Morfologi

Menurut Ditjen perikanan (2004), menyatakan *Gracillaria verrucosa* merupakan algae *bentik* yaitu algae yang tumbuh menancap atau melekat pada substrat. Tumbuhan ini memiliki *thallus* silindris, halus, licin, pinggir bergerigi, dan berwarna coklat atau kuning hijau, percabangan tidak beraturan, memusat di bagian pangkal, membentuk rumpun radial seperti umbi tanaman jahe. berdiameter 0,5 – 1,5 mm. Cabang – cabang lateral memanjang menyerupai rambut dengan ukuran panjang berkisar 15 – 30 cm.

Duri – duri pada *thallus* mirip seperti pada *E. verrucosainosum* tetapi tidak tersusun melingkari *thallus*. Percabangan ke berbagai arah dengan batang – batang utama keluar saling berdekatan di daerah basal (pangkal). Cabang – cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah kearah datangnya sinar matahari. Cabang – cabang ada yang memanjang dan melengkung (Ditjenkanbud, 2005).

2.3.2 Habitat dan Penyebaran

Menurut Hendrajat, *et al* (2010), *Gracillaria sp.* termasuk rumput laut yang bersifat euryhaline, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan bersalinitas 15 – 30 ppt, dengan begitu *Gracillaria sp.* dapat dibudidayakan di daerah pantai atau tambak. Jenis rumput laut ini sangat mudah untuk dibudidayakan dengan kondisi lingkungan yang berbeda dengan kondisi perairan di laut seperti tambak. Tetapi menurut Rukmi *et al.*, (2012), *Gracilaria sp.* dapat mentolerir kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi

lingkungan aslinya. Rumput laut dari genus ini dapat mentolerir salinitas terendah 15 g/L dan tertinggi 50 g/L.

G. verrucosa merupakan salah satu jenis alga merah (*Rhodophyta*) yang tumbuh di daerah litoral dan sub litoral, sampai kedalaman tertentu, yang masih dapat dicapai oleh penetrasi cahaya matahari. Beberapa jenis hidup di perairan keruh, dekat muara sungai. Di Indonesia terdapat lebih kurang 15 jenis *Gracilaria* yang menyebar di seluruh kepulauan. Di Bangka, *G.convervoides* hidup melekat di atas batu karang pada kedalaman 2 – 5 m. di Lombok, *G. gigas* ditemukan di perairan payau. Di daerah sebaran *Gracilaria* di Indonesia meliputi: kepulauan riau, Bangka, sumatera selatan, jawa, bali, Lombok, Sumbawa, flores, pulau bawean, Kalimantan, Sulawesi selatan dan Maluku.

2.3.3 Kandungan dan Manfaat

Sebagai sumber gizi, rumput laut terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%), serat kasar (3%). Selain itu, rumput laut juga mengandung fenol, asam nukleat, enzim, asam amino, vitamin (A,B,C,D,E dan K) dan makro mineral seperti nitrogen, oksigen, kalsium, serta mikro mineral seperti zat besi. Magnesium dan natrium (Anggadireja *et al.*, 2009). Kandungan asam amino, vitamin dan mineral rumput laut mencapai 10 – 20 kali lipat dibandingkan dengan tanaman darat (Sulistyowaty, 2009).

G.verrucosa merupakan bahan alami yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena memiliki kandungan berupa komponen agar yang di dalamnya terdapat senyawa polisakarida (Anggadiredja, 2006). Struktur molekul agar terdiri dari susunan agarose yang digunakan sebagai media kultur (mikroba, kultur sel, dan kultur jaringan), dan digunakan juga dalam proses elektroforesis serta imunologi (Aggadiredja *et al.*, 1996). Selain itu, penggunaan bahan ini dinilai aman dalam penggunaannya karena tidak berbahaya bagi kesehatan

manusia dan lingkungan serta bahan ini mudah diperoleh. Castro *et al.*, (2006), menyatakan bahwa dinding sel rumput laut berisi polisakarida yang berlimpah, dibentuk oleh gula netral dan gula asam yang juga terdapat pada tumbuhan darat.

2.3.4 Polisakarida *G. verrucosa*

Gracilaria verrucosa merupakan rumput laut yang dapat dimanfaatkan sebagai agar, setiap jenis *Gracilaria sp.* menghasilkan agar dengan persentase kandungan dan kekuatan gelnya yang berbeda. Agar merupakan koloid hidropilik yang diekstrak dari alga merah. Komponen kimia ini mengandung polisakarida bersulfat, yang formasinya dengan senyawa lainnya dalam agar membentuk sejumlah molekul yang salah satunya berperan dalam *imunostimulan*. Kandungan senyawa kimia secara umum yaitu dengan berat molekul terdiri dari unit D-galaktosa-4-sulfat dan 3,6-anhydro-D-galaktosa (Winarno, 1990). Senyawa polisakarida atau turunannya dapat dihasilkan dari proses ekstraksi dengan menggunakan air dan dapat meningkatkan ketahanan ikan dan udang terhadap infeksi patogen. Beberapa diantaranya adalah ekstrak *G. tenuistipitata* meningkatkan imunitas dan resistensi udang vannamei terhadap *V. Alginolyticus* (Hou and Chen, 2005). Dikemukakan oleh Castro *et al.*, (2006) bahwa polisakarida bersulfat, dengan demikian gula terbentuk dengan adanya kelompok sulfat diikuti pembentukan sejumlah molekul dengan bentuk dan fungsi biologis yang berbeda termasuk antiviral, antikoagulasi dan aktifitas *immunomodulatory* pada manusia.

Menurut Angadiredja *et al.*, (2006), menyatakan bahwa polisakarida merupakan senyawa yang dapat meningkatkan komponen sistem imun pada ikan dan meningkatkan proteksi terhadap infeksi bakteri. Rumput laut

mengandung metabolit yang bersifat hidrokoloid seperti karagenan yang digunakan sebagai bahan *additive* dalam industri farmasi.

Rumput laut memproduksi berbagai senyawa yang terdiri dari senyawa primer yaitu merupakan senyawa yang dihasilkan oleh makhluk hidup dan bersifat esensial bagi proses metabolisme sel seperti fikokoloid, vitamin, dan karbohidrat. Senyawa sekunder adalah senyawa metabolit yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme dan ditemukan dalam bentuk yang berbeda seperti terpenoid, steroid, kumarin, flavonoid dan alkaloid. Fungsi metabolit sekunder adalah untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan.

Selain sebagai antibakteri, rumput laut juga dapat digunakan sebagai salah satu bahan imunostimulan. Karagenan, substansi yang banyak terdapat dalam alga merah memiliki kandungan bahan aktif β -Glucan yang dapat digunakan sebagai imunostimulan untuk meningkatkan system kekebalan tubuh baik pada udang maupun ikan (Dirjen, 2005 *dalam* Jasmanindar, 2009).

2.4 Sistem Imun

Menurut Sakai (1999), imunostimulan merupakan zat kimia, obat – obatan, atau aksi yang meningkatkan sistem imun non spesifik/ bawaan (*innate immune respon*) baik melalui mekanisme pertahanan humoral maupun selular. Imunostimulasi merupakan suatu strategi untuk mensiagakan atau menyiapkan sistem pertahanan (imun) udang sehingga meningkatkan resistensinya dalam melawan patogen, seperti bakteri, virus, parasit, ataupun organisme berbahaya lainnya. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mencegah terjangkitnya suatu penyakit adalah dengan meningkatkan kekebalan tubuh organisme termasuk udang, yang dikenal dengan imonostimulasi, yaitu suatu strategi untuk mensiagakan atau menyiapkan sistem pertahanan (imun) udang

sehingga meningkatkan resistensinya dalam melawan patogen, seperti bakteri, virus, parasit ataupun mikroorganisme berbahaya lainnya.

Imunostimulan adalah cara untuk memperbaiki fungsi sistem imun dengan menggunakan bahan yang merangsang sistem tersebut (Baratawidjaja, 2006 dalam Jasmanindar, 2009). Menurut Sakai (1999) dalam Shodiq (2008), bahwa cara penanggulangan penyakit ikan telah meninggalkan penanggulangan dengan bahan – bahan kimia, kemudian beralih pada penggunaan dengan bahan – bahan yang berasal dari alam atau lebih dikenal dengan nama imunostimulan.

Menurut Dugger dan Jory (1999) dalam Jasmanindar (2009), menyatakan bahwa pemberian imunostimulan secara luas dengan maksud untuk mengaktifkan sistem imun pada udang. Pemberian imunostimulan dapat dilakukan dengan :

- Penyuntikan : penyuntikan stimulant imun dapat memberikan respon non spesifik yang kuat, tetapi tidak praktis dan efektif dalam hal biaya dalam usaha budidaya, kecuali untuk juvenile yang besar dan dewasa untuk tujuan memperbaiki individu seperti induk atau genetik.
- Perendaman : memberikan respon imun non spesifik yang sedikit, tetapi lebih efektif dalam hal biaya daripada dengan penyuntikan. Namun, dapat menimbulkan stress karena meningkatnya penanganan dan kepadatan dalam perendaman.
- Oral : dengan memberikan respon imun non spesifik yang baik dan metode yang lebih efektif. Namun *beta glucan* yang diberikan secara oral memiliki jalur dan fungsi yang berbeda dengan bahan pakan. Konfigurasi *beta glucan* merupakan *acid resistant*, jadi lewat begitu saja dalam saluran pencernaan tanpa melalui perubahan. Sehingga penyerapan *beta*

glucan pada dinding usus menggunakan mekanisme proses penyerapan bahan aktif melewati membran sel.

Kondisi dan metode pemeliharaan yang berbeda telah memberikan cara yang berbeda dalam penerapan pemberian imunostimulan. Dalam penelitian ini pemberian imunostimulan yang dilakukan secara oral karena pada waktu diaplikasikan cara tersebut dipakai melalui pakan serta dapat meningkatkan gizi serta.

2.4.1 Mekanisme pertahanan udang

Sistem pertahanan inang invertebrata sering dikategorikan sebagai humoral dan selular yang diperantarai faktor-faktor di dalam plasma hemolim atau dieksekusi langsung oleh sel darah utuh (Smith dan Chisholm, 1992). Mekanisme dasar pertahanan tubuh organisme adalah mekanisme kekebalan spesifik dan non spesifik (Baratawidjaya, 1991 dalam Supriatna, 2004). Respon kekebalan non spesifik adalah respon primer yang paling awal dalam mempertemukan antigen. Dalam respon ini terdapat dua mekanisme pertahanan diri dalam menghalangi masuknya benda asing. Fungsi tersebut adalah fagositosis dan fungsi inflamasi. Fagositosis dapat melindungi sel sasaran dari infeksi patogen melalui penjeratan antigen. Inflamasi merupakan respon protektif yang diperlukan untuk mencapai keseimbangan sesudah terkena infeksi patogen.

Udang memiliki suatu respon imunitas yang merupakan upaya proteksi terhadap infeksi penyakit. Sistem imunitas udang dapat bekerja baik spesifik maupun nonspesifik (Alifuddin, 2002). udang tidak memiliki *immunoglobulin* yang dapat mendeteksi adanya benda asing yang masuk.

Lapisan kutikula merupakan organ pertahanan pertama yang memegang peran penting dalam melawan patogen potensial dan kerusakan fisik. Kutikula

terdiri dari lipid, protein dan kalsium yang menutupi insang, esophagus dan abdomen (Alday-sanz, 1995).

2.5 Hemosit

Hemosit merupakan sel yang berperan dalam sistem kekebalan dari invertebrata yang ditemukan dalam hemolim. Hemosit mempunyai peran esensial dalam melindungi crustacean, serangga, dan invertebrata lain dari parasit dan infeksi patogen. Mekanisme respon utama mereka meliputi fagositosis, formasi nodule, enkapsulasi, dan tingkat toksik (Soderhall dan Cerenius, 1992).

Menurut Effendy *et al.*, (2004), hemosit merupakan sel darah pada udang yang memiliki fungsi sama seperti sel darah putih (leukosit) yang terdapat pada hewan vertebrata. Hemosit pada udang dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu sel hyaline, semigranular, dan granular.

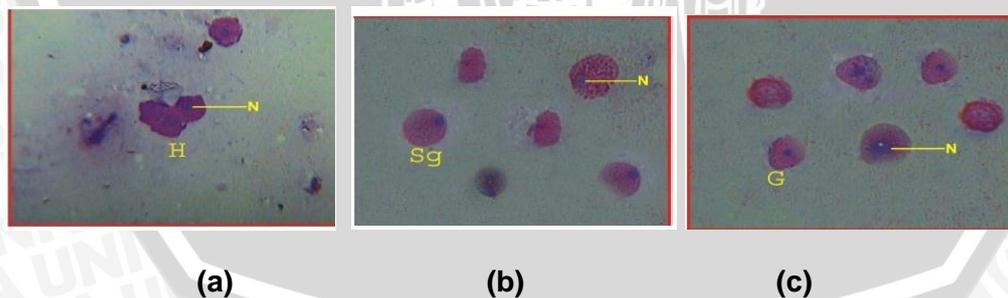
Tipe dari hemosit yang telah diidentifikasi dari observasi mikroskopis hemolim tiger shrimp: (1) *Granular cell* (GCs), memiliki jumlah besar dari granula – granula besar dan rasio plasma nuclear rendah; (2) *Semi Granular Cells* (SGCs), memiliki jumlah lebih kecil dan sel hyaline *Hyaline Cells* (HCs) tidak memiliki granule tetapi memiliki rasio plasma nuclear tinggi (Song *et al.*, 1998). Sel Granular dan semi granular mempunyai fungsi sebagai tempat penyimpanan protein antibakteri maupun enzim – enzim yang memiliki peran dalam sistem pertahanan tubuh udang. Salah satu enzimnya adalah enzim protease yang tersimpan dalam keadaan tidak aktif yang disebut *inactive serine proteinase* (proppA). Enzim protease pada saat keadaan aktif berperan sebagai aktifator pembentukan enzim Pheonolksidase (PO) yang merupakan salah satu komponen penting dalam sistem imun udang windu. Enzim protease juga berperan dalam mendegradasi mikroba ketika terjadi proses fagositosis (Van de Braak, 2002). Sel Hyaline

memiliki peran dalam proses fagositosis mikroba yang masuk ke dalam tubuh saat terjadi infeksi penyakit (Neves *et al.*, 2002; Campa-Cordova *et al.*, 2002 dalam Fariedah, 2010).

2.6 Total Hemocyt Count (THC)

Mekanisme pertahanan tubuh *crustacea* sebagian besar bergantung pada sel-sel darah dan proses hemolim. Hemosit merupakan faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan seluler yang bersifat non spesifik. Hemosit menyimpan *immune reactive* (seperti *peroxinectin*, *antibacterial peptide*, dan *clotting components*) dalam tubuh udang. Menurut Nurul (2012), menyatakan kemampuan hemosit dalam aktifitas fagositosis yang dapat meningkat pada kejadian infeksi, sehingga menunjukkan pertahanan tubuh yang bersifat seluler.

Menurut Wilujeng (2012), bahwa hemosit memegang peranan penting dalam respon seluler pertahanan tubuh udang yang meliputi fagositosis, enkapsulasi, melanisasi, cytotoksitas dan komunikasi antar sel. Berdasarkan ada tidaknya granula sitoplasma, hemosit dibagi menjadi 3 jenis yaitu sel hyalin, sel semi granular dan sel granular. Ketiga tipe sel tersebut dibedakan berdasarkan granulasi sitoplasma yang ditunjukkan oleh **Gambar 6**.



Gambar 6. Jenis-jenis tipe hemosit pada *hemolymph* kepiting: *hyalinocytes* (A), *semigranulocytes* (B), *granulocytes* (C). Gupta, 2013)

Hyalinocytes merupakan sel-sel berbentuk gelendong yang ditandai dengan ekstensi ekor dibawah pengamatan dengan mikroskop cahaya dan optik dimana fase inti dalam bentuk bundar atau bulat telur dan sitoplasma dapat dibedakan dalam kondisi bernoda (Gambar 6A). Penampilan *semigranulocytes* berbentuk bulat besar di tengah inti dengan pinggiran tipis sitoplasma yang mengelilingi inti (Gambar 6B). Sedangkan *granulocytes* berbentuk bulat dengan inti besar dan sitoplasma yang beruang dengan butiran-butiran bulat (Gambar 6C) (Saha *et al.*, 2010).

Hemosit memiliki peran yang sangat penting pada pertahanan tubuh udang, tidak hanya secara langsung mengkarantina dan membunuh agen infeksi tetapi juga dengan sintesis dan eksositosis molekul bioaktif melalui reaksi inflamasi seperti pengenalan, fagositosis, pengumpulan hemosit, produksi metabolit oksigen reaktif, melanisasi, sitotoksis dan pelepasan protein mikrobisidal (Johansson *et al.*, 2000). Pertahanan krustasea sebagian besar berdasarkan pada aktivitas sel darah atau hemosit. Sel ini bisa menghilangkan partikel asing pada tubuh krustasea akuatik melalui aktivitas fagositosis atau enkapsulasi. Selain itu juga penutupan luka yang cepat untuk mencegah keluarnya hemolimf dan untuk mencegah mikroorganisme menempel pada luka, juga ada reaksi pada pertahanan krustasea yang disebut *clotting* (Soderhall dan Cerenius, 1998).

Sistem pertahanan krustasea termasuk udang terdiri dari respon imun selular dan humoral (Little *et al.*, 2005). Udang memiliki respon imun yang meliputi respon selular dan humoral yang bersifat non spesifik (Johansson dan Soderhall, 1999; Itami *et al.*, 1994). Menurut Itami (1994) sistem pertahanan selular meliputi fagosit sel-sel hemosit, nodulasi dan enkapsulasi. Sistem pertahanan humoral mencakup phenoloksidase (PO), prophenoloksidase (proPO), lectin dan aglutinin. Kedua sistem tersebut bekerjasama memberikan perlindungan tubuh

terhadap infeksi organisme patogen dari lingkungan. Kontrol produksi hemosit baru dan pelepasannya pada udang, kemungkinan kombinasi dari adanya paparan benda asing, aktivitas pengenalan kekebalan dan jalur efektor, serta penurunan jumlah sel darah dalam sirkulasi baik secara langsung (Smith *et al.*, 2003). Untuk lebih jelasnya seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Fungsi tiap jenis hemosit pada krustasea

Tipe Hemosit	Fungsi
Sel Granular	Penyimpanan dan pelepasan system proPO (Cytotoxicity) (Soderhall <i>et al.</i> , 1985).
Sel Semigranular	- Encapsulation (Kobayashi <i>et al.</i> , 1976), - Fagositosis (terbatas) (Thornqvist <i>et al.</i> , 1994), - Penyimpanan dan pelepasan system proPO (Johansson dan Soderhall, 1988), - Cytotoxicity (Soderhall <i>et al.</i> , 1985).
Sel Hyalin	Fagositosis (Thornqvist <i>et al.</i> , 1994)

Pada udang sehat jumlah hemosit berjumlah normal dikarenakan tidak adanya respon untuk pembentukan sel dalam melawan benda asing yang masuk kedalam tubuh udang, hal ini dilihat dari penelitian Song *et al.* (2003), menyatakan bahwa pada kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*), total hemocyte count (THC) sebanyak 1.7×10^6 sel ml^{-1} . Pada udang yang terkena penyakit jumlah hemosit akan bertambah dikarenakan adanya benda asing yang masuk kedalam tubuh udang sehingga sel hemosit bekerja untuk melawan adanya benda asing yang masuk, hal ini dilihat dari penelitian Leyva (2011), bahwa total jumlah hemosit *L.vannamei* yang diinfeksi WSSV berada pada angka 15.18×10^6 sel/ml. Nilai jumlah THC pada udang sehat dan udang yang terserang penyakit terdapat pada **Lampiran 1**.

2.7 Kualitas Air

Kualitas air harus memenuhi tiga persyaratan yaitu fisika, kimia dan biologis. Kualitas fisika berdasarkan pada suhu. Kualitas kimia adanya senyawa senyawa

kimia beracun, perubahan rupa serta reaksi reaksi yang tidak diharapkan. Standart kualitas air memberikan batas konsentrasi maksimum yang dianjurkan dan yang diperkenankan bagi berbagai parameter kimia, karena pada konsentrasi yang berlebihan kehadiran unsur unsur tersebut dalam air akan memberi pengaruh negatif. Kualitas biologis didasarkan pada kehadiran kelompok kelompok mikroba tertentu seperti mikroba patogen (Hamdiyati, 2012).

2.7.1 Suhu

Suhu dari suatu badan air dipegaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air (Effendi, 2003).

Suhu air menjadi salah satu faktor pembatas yang nyata dalam kehidupan udang. Seringkali didapatkan udang mengalami stress dan mati yang disebabkan oleh perubahan suhu yang fluktuatif. Menurut Boyd, 1989 dalam Adiwidjaya et al., (2008), pada suhu rendah metabolisme udang menjadi rendah dan secara nyata berpengaruh terhadap nafsu makan udang menurun. Nilai suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan udang berkisar antara 28,0 – 31,5 °C dan pada suhu dibawah 25°C nafsu makan udang berkurang (adiwidjaya et al., 2008). Arifin et al., (2007) mengemukakan meskipun suhu mencapai 34°C pada siang hari, udang hidup dan tumbuh normal pada suhu 26°C nafsu makan turun hingga 50%. Menurut Hemingsen dalam Batara (2004), organisme berukuran kecil mengkonsumsi oksigen (O₂) lebih tinggi daripada yang berukuran besar. Hal ini disebabkan pada udang yang berukuran kecil lebih banyak memerlukan energi untuk pertumbuhan.

2.7.2 Ph

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. Singkatan dari *puissance negatif de H*, yaitu kepekatan ion – ion H (*Hydrogen*) yang terlepas dalam suatu

cairan (Kordi dan Tancung, 2007). Derajat keasaman pH dapat mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimiawi dan biokimiawi dalam tubuh udang (Wardoyo dan Setyanto, 1988 *dalam* Batara, 2004).

Menurut Siswanto (2006) *dalam* Priyono (2009), udang lebih suka hidup pada kisaran pH yaitu antara 7 – 9. Nilai pH air optimal untuk pemeliharaan udang adalah 7.5 – 8.5 (Shigueno, 1975 *dalam* Pulungan, 2002). Wardoyo (1998) *dalam* Rajab (2006), pH air 4.5 – 6 dan 9.8 – 11 akan mengganggu metabolisme udang dan akan mengalami kematian pada pH <4 dan >11. Perubahan pH yang cepat mengakibatkan udang stress dan menyebabkan kematian (Priyono, 2009).

2.7.3 DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen terlarut (DO) merupakan oksigen berbentuk terlarut yang ada di dalam air karena udang tidak dapat mengambil oksigen dari difusi langsung melalui udara. Transfer oksigen dari atau ke dalam air terjadi antara lapisan permukaan atmosfer dan air (Batara, 2004).

Udang mengkonsumsi oksigen terlarut untuk proses respirasi. Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang adalah 4 – 8 ppm. Oksigen terlarut pada tambak udang sebaiknya lebih dari 3.5mg/L (Gunarto dan Hendrajat, 2008). Rendahnya kandungan oksigen terlarut di dalam tambak sering terjadi pada periode musim kemarau yang tidak berangin. Cara mengatasinya, diperlukan kincir agar kandungan oksigen terlarut di dalam tambak dapat naik serta adanya pergantian air tambak (Amri, 2003).

2.7.4 Salinitas

Menurut Adiwidjaya *et al.* (2008), komoditas umum udang secara umum dapat hidup pada toleransi salinitas yang berbeda dan ini cukup berpeluang untuk pengembangan budidaya udang secara maksimal. Udang vannamei mempunyai peluang yang cukup besar untuk meningkatkan produksi udang skala nasional.

Jenis udang vannamei yang sudah berkembang sejak tahun 2001 dan secara umum dapat dikembangkan ditambah yang bersalinitas tinggi.

Salinitas merupakan konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut. Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang hidup di air asin harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya. penyesuaian ini memerlukan banyak energi yang diperoleh dari makanan dan digunakan untuk keperluan tersebut (Kordi dan Andi, 2007).

Tambak dengan salinitas 45 ppt mampu menjadi media hidup benur udang vannamei sampai menjelang panen hingga salinitas pada akhir pemeliharaan turun sampai 36 ppt (Gunarto dan Hendrajat, 2008).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah menganalisis jumlah Total Hemosit Count pada hemosit udang vannamei (*L.vannamei*) yang terinfeksi virus WSSV dan pengaruh pemberian imunostimulan dengan perbedaan dosis untuk mengetahui dosis yang optimal menggunakan parameter pengukuran yaitu perhitungan jumlah THC serta pengamatan kualitas air yang berpengaruh langsung terhadap habitat kehidupan udang vannamei (*L.vannamei*). Pengamatan kualitas air terdiri dari parameter fisika yang meliputi suhu serta parameter kimia yang meliputi pH, DO (Oksigen Terlarut), dan salinitas.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap serta analisis statistik uji F sederhana menggunakan Anova Oneway untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemberian ekstrak pada campuran pakan dengan dosis yang berbeda dengan lima perlakuan terhadap udang vannamei (*L.vannamei*) yang diinfeksi WSSV dan dilanjutkan Uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pada jumlah THC pada udang yang diberikan dosis ekstrak yang berbeda. Menurut Sugito (2009) Rancangan acak lengkap dikatakan klasifikasi satu arah, karena hanya ada satu macam penggolongan observasi yang akan dikumpulkan dalam percobaan ini, yaitu penggolongan berdasarkan perlakuan yang dicoba. Metode eksperimen sasarannya adalah mengumpulkan sejumlah data dengan observasi langsung terhadap gejala – gejala objek yang diteliti. Menurut Sugiyono (2012), penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi

terkendalikan. Dalam penelitian ini, Metode eksperimen mencakup perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap infeksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dengan indikator jumlah THC pada hemosit udang uji (*L. vannamei*). Selain itu dijabarkan pula kualitas air pada media pemeliharaan.

Perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dosis 5g/kg, 10g/kg, dan 15g/kg sebagai imunostimulan. Udang uji dengan perlakuan 10g/kg ini lebih mampu bertahan dari serangan WSSV dari pada kontrol dan kelompok perlakuan dosis lainnya. Dalam penelitian ini menggunakan dosis ekstrak 5g/kg, 10g/kg dan 15g/kg, sedangkan 1 gram sama dengan berat jenis rumput laut *Gracilaria verrucosa* yaitu 7.23 ml/l sehingga pada perlakuan pemberian ekstrak kedalam campuran pakan ini adalah 36.15 ml/l pada dosis 5g/kg, 72.3 ml pada dosis 10g/kg, dan 108.5 ml/l pada dosis 15g/kg.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 2.** berikut.

Tabel 2. Alat dan Bahan yang digunakan penelitian

No.	Parameter	Alat	Bahan
1.	Suhu pH	Pengukur suhu dan pH digital	- Aquadest - Tissue - Air sampel
2.	DO (Oksigen terlarut)	DO meter	- Aquadest - Tissue - Air sampel
3.	Salinitas	- Refraktometer - Pipet tetes	- Aquadest - Tissue - Air sampel
4.	Pengambilan air sampel	- Gelas ukur 500 ml - Gayung - Jurigen - Refraktometer	- Air laut salinitas 30 ppt - Air tawar
5.	Udang uji	- Akuarium - Sesar - Ember	- Air media salinitas 20 ppt - Udang vannamei PL60

No.	Parameter	Alat	Bahan
6.	Morfologi udang	<ul style="list-style-type: none"> - Bolpoin - Aerator - Selag aerator - Batu aerasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Udang sampel - PL 60 - Form penilaian
7	Analisis THC	<ul style="list-style-type: none"> - Haemocitometer - Spuit no. 26 (1 ml) - Kain lap - Nampan - Ependorf - Mikroskop cahaya - Coverglass - Handytallycounter - Bolpoin - Kamera 	<ul style="list-style-type: none"> - Tryplanblue - Na-Sitrat - Aquades - Alkohol 10% - Tissue - Form perhitungan

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder (Sati, 2003). Data primer adalah data yang langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber yang dicatat untuk pertama kalinya. Menurut Nofiauwaty, (2012), menyatakan bahwa data primer merupakan data yang diperoleh dan dikumpulkan sendiri oleh peneliti yang dianggap relevan dengan penelitian, seperti wawancara dan observasi terhadap responden yang dinilai memberikan jawaban yang relevan bagi peneliti. Sedangkan, data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti yang bersumber dari buku-buku pedoman, referensi atau literatur yang disusun oleh para ahli, dan berbagai artikel yang berhubungan dengan masalah yang diteliti.

3.4.1 Data Primer

Dalam penelitian ini data primer yang diamati meliputi teknik pengolahan tambak, morfologi udang, analisis jumlah Total Hemosit Count (THC) udang vannamei yang disebabkan oleh infeksi virus WSSV, pengaruh pemberian

imunostimulan dari bahan alami dengan menggunakan parameter pengukuran yaitu Total Haemocyte Count (THC) pada hemosit dan parameter kualitas air pada akuarium yang digunakan sebagai media hidup udang yang, meliputi parameter fisika dan kimia. Pengambilan data primer menggunakan teknik pengumpulan data, yaitu:

a. Observasi

Observasi yaitu pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang diselidiki. Dalam kegiatan ini, peneliti secara langsung mengamati objek atau hal yang diteliti dengan terjun langsung ke lokasi penelitian untuk melihat, merasakan, berpikir tentang objek atau hal yang diteliti, lalu mencatat apa yang sedang diamatinya. Teknik pengumpulan data secara observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan perhitungan THC (total hemosite count) pengamatan morfologi udang vannamei (*L. vannamei*) yang terinfeksi virus WSSV di laboratorium, serta dilakukan pengukuran parameter kualitas air baik fisika maupun kimia didalam perairan sebagai faktor penunjang kehidupan udang.

b. Partisipasi Aktif

Partisipasi aktif adalah berperan aktif dalam melakukan serangkaian kegiatan. Dalam hal ini meliputi proses ekstraksi sampel, persiapan hewan uji berupa udang (*Litopennaeus vannamei*) dan perlakuan hewan uji serta perhitungan jumlah total hemosit count (THC).

3.4.2 Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui laporan – laporan terdahulu, pustaka serta data dari para peneliti yang terkait dengan pengelolaan tambak udang *L. vannamei*, kualitas air yang menunjang untuk budidaya udang

vannamei serta kondisi udang vannamei pada tambak intensif air tawar maupun air laut.

3.5 Desain Penelitian

Denah percobaan penelitian ini digunakan untuk menentukan rancangan penelitian, yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Denah percobaan penelitian

K+	P1	K-	P3	K-
P1	P3	P2	K+	P2
K+	K-	K+	P1	P3

Keterangan :

K (+) = Udang sehat

K (-) = Udang diberi WSSV dan tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*

P1 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 5g/kg

P2 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 10 g/kg

P3 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 15 g/kg

3.6 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel adalah cara yang digunakan untuk mengambil bahan penelitian yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian. Bahan yang digunakan antara lain sampel udang vannamei ukuran PL60.

3.6.1 Pengambilan Sampel Udang

Sampel udang sehat yang digunakan dalam penelitian di dapatkan dari tambak udang vannamei (*L.vannamei*) di Paciran Lamongan sebanyak 50 ekor udang sehat ukuran PL60. Pengambilan sampel udang dilakukan sekali pengambilan menggunakan metode random sampling. Pengambilan sampel dengan cara random sederhana hanya dapat dilakukan pada populasi yang homogen. Udang yang telah disampling tidak boleh dikembalikan ke dalam

tambak, karena dapat menjadi *carrier* ataupun dapat menularkan penyakit pada udang lainnya (Sugiyono, 2003).

3.7 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan tahap – tahap yang dilakukan untuk pelaksanaan penelitian. Tahap – tahap tersebut antara lain persiapan dan sterilisasi wadah, penyediaan bahan ekstrak *Gracilaria verrucosa*, penyediaan larutan inokulum WSSV, perlakuan udang uji, infeksi virus WSSV dan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa*, pemeliharaan dan pengamatan udang uji, dan pengamatan THC.

3.7.1 Persiapan dan Sterilisasi Wadah

Alat dan wadah yang akan digunakan dicuci menggunakan air bersih kemudian di keringkan dan di semprotkan alkohol 10%.

3.7.2 Penyediaan Bahan Ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Penelitian ini menggunakan ekstrak *Gracilaria verrucosa* untuk meningkatkan ketahanan udang vannamei (*L. vannamei*) terhadap serangan WSSV.

- Metode ekstraksi *Gracilaria verrucosa*:

Gracilaria verrucosa sebanyak 10 kg dicuci dengan air bersih dan mengalir untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel. Alga yang telah bersih dikeringkan sampai kondisi kering di udara terbuka (kering udara) tanpa terkena cahaya matahari langsung karena akan mempengaruhi kandungan senyawa yang ada didalamnya, rumput laut dijemur selama 7 hari. Selanjutnya sampel yang sudah kering digiling halus dan diayak menggunakan saringan halus (60 mesh size) (Jasmanindar, 2009).

- Ekstraksi bahan *G. verrucosa*

Pembuatan ekstrak dilakukan secara maserasi (proses pengekstrakan serbuk dan pelarut) dengan cara melarutkan serbuk simplisia sebanyak 700 gram kedalam 2,1 liter etanol 96%. Dalam penggunaan pelarut etanol karena

pelarut ini bersifat lebih selektif, tidak beracun, aman digunakan untuk bahan alami, dapat melarutkan berbagai senyawa organik yang ada pada sampel. Lalu ditutup dengan alumunium foil dan dibiarkan selama 48 jam. Setelah 48 jam, sampel yang direndam tersebut disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh filtrat dan ampas. Filtrat dievaporasi dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental *G.verrucosa*. Kemudian dilanjutkan pemekatan ekstrak dengan pemanas air (*waterbath*) dengan suhu 50°C sampai hampir kering untuk menghilangkan kadar air (Dayanti *et al.*, 2012).

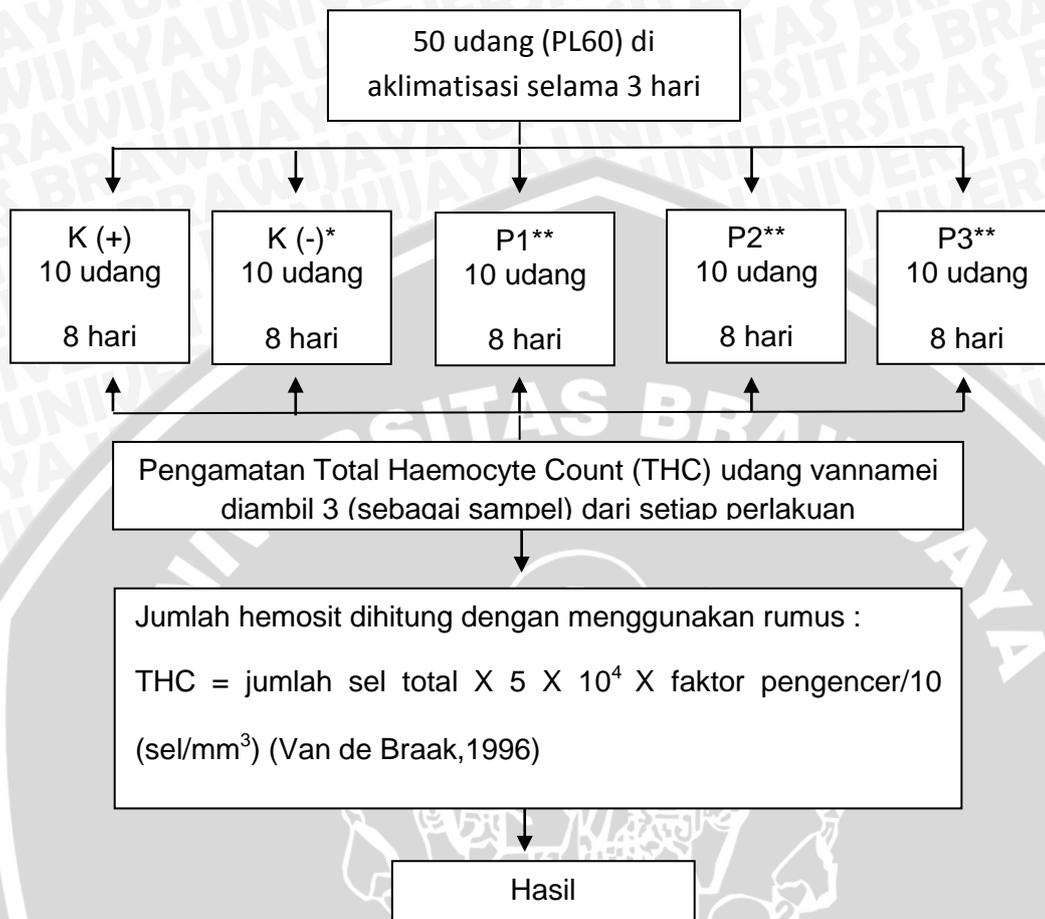
3.7.3 Penyediaan larutan inokulum WSSV

Inokulum virus *White Spot* menggunakan virus yang berasal dari udang vannamei sakit yang diambil tambak udang di desa Delegan Gresik. Inokulum virus dibuat sesuai dengan metode Hameed *et al.*, (1998) dalam Rahma *et al.*, (2014) yaitu mengambil insang dari *P. Monodon* yang terinfeksi WSSV sebanyak 1 g dan digerus sampai halus, kemudian disuspensikan dalam 9 ml air laut steril, lalu disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit pada suhu 40°C dan kecepatan 8000 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C. Semua supernatan yang dihasilkan dimasukkan dalam valcon agar homogen. Sehingga siap diinfeksi pada udang uji.

3.7.4 Perlakuan Udang Uji

Perlakuan yang dilakukan pada udang uji pada penelitian meliputi perlakuan kontrol + (udang sehat tanpa pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan WSSV), kontrol – (udang dengan pemberian infeksi WSSV tanpa ekstrak *Gracilaria verrucosa*), perlakuan P1 (pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampurkan ke pakan 5g/kg), P2 (pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampurkan ke pakan 10g/kg), dan P3 (pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampurkan ke pakan 15g/kg).

3.7.4.1 Bagan alur perlakuan udang uji



Keterangan :

K (+) = Udang sehat

K (-) = Udang diberi WSSV dan tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*

P1 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 5g/kg

P2 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 10 g/kg

P3 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 15 g/kg

*) Diinfeksi Virus WSSV dengan dosis 0,22 mg/l

***) Diinfeksi Virus WSSV dengan dosis 0,22 mg/l dan diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*

3.7.4.2 Infeksi Virus WSSV dan Pemberian Ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Infeksi virus WSSV terhadap udang vannamei dilakukan pada hari ke-12 penelitian selama 2 jam dengan cara merendam udang pada 0,22 mg/l larutan

inokulum virus WSSV (Atts *et al.*, 2007). Menurut (Hartono, 2014) rata-rata kematian (infeksi berat) tertinggi pada perlakuan 2 jam perendaman sebesar 9 ekor. Sedangkan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dilakukan pada hari ke 4 – 11 penelitian. Udang dengan perlakuan sebagai kontrol positif (K+) yang digunakan untuk menunjukkan jumlah THC udang normal tidak diinfeksi WSSV maupun ekstrak *Gracilaria verrucosa*. Sedangkan udang dengan perlakuan sebagai kontrol negatif (K-) diinfeksi dengan virus WSSV tetapi tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*. Udang dengan perlakuan sebagai (P1) diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan pencampuran pakan 5g/Kg. Udang dengan perlakuan sebagai (P2) diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan pencampuran pakan 10g/Kg. Udang dengan perlakuan sebagai (P3) diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan pencampuran pakan 15g/Kg. Kemudian udang perlakuan (P1),(P2), dan (P3) diinfeksi virus WSSV dengan dosis yang sama. Pemeliharaan dilakukan selama 2 hari. Menurut Taslihan *et al.*, (2004), Penyakit WSSV merupakan jenis penyakit yang paling populer dan paling ganas dibandingkan dengan virus lainnya. Penyakit ini ditandai dengan adanya bintik putih pada bagian karapas dan bagian tubuh lainnya dan dapat mengakibatkan kematian massal mencapai 100% dalam waktu yang sangat singkat yaitu 2 hari sejak gejala pertama tampak. Udang yang terserang biasanya berenang ke tepi pematang, lemah, dan kehilangan nafsu makan dan akhirnya mati.

3.7.4.3 Pemeliharaan dan pengamatan harian udang uji

Pemeliharaan dan pengamatan harian dilakukan baik pada udang uji yang diberi perlakuan perendaman, udang uji dengan perlakuan pencampuran pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* maupun udang pada perlakuan kontrol dan udang sehat. Pemberian pakan selama perlakuan dilakukan 4 kali sehari, yaitu pagi (05.30), siang (11.30), sore (17.30), dan malam hari (23.00) sebanyak 5%

dari berat badan udang (Esteban *et al.*, 2001; Rodryguez *et al.*, 2003; Haliman, 2005). Pemeliharaan meliputi pengecekan kualitas air diantaranya penyiponan, pergantian air 30-50 %/hari (Murtidjo, 1989), suhu, DO(Oksigen terlarut), salinitas, dan pH. Sedangkan pengamatan harian meliputi: Perkembangan kondisi udang dan penghitungan udang yang mati selama pemeliharaan serta pengamatan fisiologi antara lain respon makan, cara berenang, kemerahan pada tubuh (perubahan warna tubuh), bintik putih pada karapas serta (Wang *et al.*, 1998; Lightner, 1996; Hameed *et al.*,1997).

3.7.5 Pengamatan Total Hemosit Count (THC) (Van de Braak, 1996)

Hemolim diambil dari pangkal kaki jalan ke-5 sebanyak 100 μ l dengan menggunakan jarum hipodermik No. 26 pada syringe 1 ml yang berisi 100 μ l antikoagulan Na-sitrat dingin (4 $^{\circ}$ C) sebagaimana dilakukan oleh Vargas-Albores *et al.* (1993). Hemolim dimasukkan ke dalam tabung ependorf 1.5 ml dan dsimpan dengan es (4 $^{\circ}$ C).

Perhitungan THC dilakukan dengan mengambil sediaan hemolim sebanyak 50 μ l dan diberi pewarna Trypan blue solution sebanyak 50 μ l. Jumlah hemosit dihitung dengan menggunakan haemositometer dengan bantuan mikroskop cahaya sebagai berikut :

$$\text{THC} = \text{jumlah sel total} \times 5 \times 10^4 \times \text{faktor pengencer}/10 \text{ (sel/mm}^3\text{)}$$

3.8 Metode Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas pada penelitian ini terdiri dari parameter fisika dan kimia sebagai pendukung yaitu sebagai berikut :

3.8.1 Suhu dan pH (Balai Penelitian Tanah,2006)

Pengukuran suhu dan pH perairan dapat diukur secara langsung dengan pengukur suhu dan pH digital. Cara kerjanya yaitu sebagai berikut:

- Mengatur tombol suhu pada alat dan disesuaikan dengan suhu larutan yang diperiksa
- Mengkalibrasi pH-meter dengan larutan penyangga pH 7 dan pH 4,01.
- Membilas elektrode dengan air bebas ion kemudian keringkan dengan tisu sebelum pengukuran setiap sampel
- Memasukkan elektrode ke dalam sampel (kira-kira 25 ml)
- Membilas electrode dengan air bebas ion dan keringkan dengan tisu sebelum pengukuran setiap sampel

3.8.2 DO (Oksigen Terlarut) (Suprpto, 2011)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) di perairan menggunakan DO meter.

Berikut ini adalah prosedur pengukuran oksigen terlarut yaitu:

- Menekan tombol power dan dibiarkan $\pm 3 - 5$ menit sampai dalam keadaan stabil.
- Menekan tombol bertanda panah ke atas dan ke bawah secara bersamaan kemudian dilepaskan.
- Menekan mode sampai terbaca % oksigen
- Menaikkan atau menurunkan nilai altitude dengan menggunakan tombol tanda panah ke atas dan ke bawah sampai sesuai dengan nilai altitude dan tekan enter.
- DO meter siap digunakan, memasukkan probe ke perairan. Menyalakan DO meter, tunggu sampai angka stabil dimana angka atas menunjukkan nilai DO (oksigen terlarut) dan mencatat hasilnya.

3.8.3 Salinitas

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran salinitas dengan menggunakan Refraktometer adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan refraktometer

- Membuka penutup kaca prisma dan mengkalibrasi dengan aquadest
- Membersihkan dengan tissue secara searah
- Meneteskan 1 – 2 tetes air yang akan diukur salinitasnya
- Menutup kembali dengan hati – hati agar tidak terjadi gelembung udara dipermukaan kaca prisma
- Mengarahkan ke sumber cahaya
- Melihat nilai salinitasnya dari air yang diukur melalui kaca prisma

3.9 Metode Analisis Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan analisis statistik Uji F. Jumlah perlakuan pada penelitian ini sebanyak lima perlakuan dan masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan tiga kali. Ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang dicampurkan pakan fungsional (pellet) udang vannamei (*L.vannamei*).

Perlakuan adalah sebagai berikut :

- a) K (+) Udang sehat
- b) K (-) Udang tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*
- c) P 1 Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan dosis 5 g/kg
- d) P 2 Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan dosis 10 g/kg
- e) P 3 Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan dosis 15 g/kg

Parameter yang diuji secara statistik adalah jumlah Total Hemosit Count (THC) pada hemosit udang vannamei (*L. vannamei*) yang terinfeksi WSSV dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan berbeda perlakuan dosis campuran ke dalam pakan.

4. PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Air

Sebagai parameter penunjang dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air sebagai media penelitian meliputi pengukuran suhu, pH, DO (Oksigen Terlarut), dan salinitas. Data dan hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada

Tabel 4.

Tabel 4. Data Parameter Kualitas Air

Perlakuan	Nilai Kisaran Kualitas Air Harian			
	Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	Salinitas (ppt)
Kontrol + (sehat)	28.5 - 31.1	6.12 - 6.9	7.36 - 7.62	18 - 20
Kontrol -	28 - 30.1	6.15 - 6.87	7.21 - 7.53	18 - 20
Dosis campuran pakan dan ekstrak <i>G. verrucosa</i> 5g	28.5 - 30.2	6.45 - 6.94	7.19 - 7.85	15 - 20
Dosis campuran pakan dan ekstrak <i>G. Verrucosa</i> 10g	28.7 - 31.9	6.55 - 6.98	7.15 - 8.47	18 - 20
Dosis campuran pakan dan ekstrak <i>G. verrucosa</i> 15g	27.9 - 31	6.35 - 6.89	7.28 - 7.52	15 - 20
Standart baku mutu air	27-32(°C)*	6-9***	>5(mg/L)**	s/d 34(ppt)**

Keterangan : *Suprpto,2006.

**Standart baku mutu yang digunakan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

***Baku mutu kualitas air PP No. 82 Tahun 2001 untuk budidaya perikanan (kelas II)

4.1.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Data hasil pengamatan suhu (disajikan pada tabel 3) didapatkan suhu terendah sebesar 27.9 °C dan suhu tertinggi sebesar 31.9°C. Suhu sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota dalam perairan. Menurut Taslihan *et al.*, (2005) menyatakan bahwa suhu air menentukan

produktivitas alami dari ekosistem perairan, dan secara langsung atau tidak mempengaruhi seluruh variabel kualitas air lainnya. Menurut Amin (2010), nilai suhu yang optimal bagi kehidupan udang antara 26 – 32 °C. selain itu, Zhao *et al.*, (2012) menambahkan, suhu air selama pemeliharaan udang vannamei berkisar antara 26 – 32 °C. Suhu ini merupakan suhu yang optimal bagi pertumbuhan udang vannamei. Kisaran suhu yang tidak optimal dapat mengganggu proses metabolisme udang, dan berakibat pada rendahnya konsumsi pakan. Kekebalan tubuh udang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Sehingga apabila kondisi lingkungan ekstrim akan menyebabkan kekebalan tubuh udang menurun dan berbagai penyakit seperti WSSV dapat dengan mudah masuk ke dalam tubuh (Soetrisno, 2004). Perubahan suhu secara mendadak harus dihindari karena akan berpengaruh langsung terhadap kelangsungan hidup udang serta menyebabkan munculnya patogen di perairan.

Pengukuran suhu dalam pelaksanaan perlakuan digunakan untuk kebutuhan optimal udang yang diberi perlakuan sebagai penunjang kehidupan udang saat pemeliharaan.

4.1.2 Parameter Kimia

a. pH

Data hasil pengamatan pH (disajikan pada tabel 3) didapatkan nilai pH terendah sebesar 6.12 dan nilai pH tertinggi sebesar 6.98. Nilai ini masih dalam kondisi normal dan optimum untuk kehidupan udang vannamei. Amri (2003), menyatakan pada nilai pH diatas 10 dapat membunuh udang, sementara nilai pH dibawah nilai 5 mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Prabang dan Shalihudin (2002), menyatakan bahwa udang sangat peka terhadap perubahan air. Dan pada prinsipnya perguncangan pH akan membuat udang stress. Oleh

karena itu, kisaran pH pada media pemeliharaan harus dipertahankan agar pertumbuhan udang tetap optimal.

Menurut Haliman dan Dian (2006), menyatakan bahwa pH merupakan faktor yang sangat penting dalam perairan karena dapat berpengaruh langsung terhadap produksi udang, pengaruh langsungnya yaitu bahwa ion H^+ dapat menghambat absorbs oksigen dari air. Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air.

Menurut Law (1988) dalam Budiardi (2008), perairan dengan pH yang ekstrim dapat membuat udang tertekan, pelunakan karapas serta kelangsungan hidup rendah. Mortalitas tinggi pada udang terjadi pada pH perairan dibawah 6.0 sedangkan pada pH 3.0 dalam 20 jam terjadi kematian 100%.pH sangat menunjang bagi kehidupan biota perairan, apabila nilai pH perairan dibawah atau diatas nilai optimum toleransi biota air maka organisme tersebut akan mengalami kematian.

b. DO (Oksigen Terlarut)

Data hasil pengamatan oksigen terlarut (disajikan pada tabel 3) didapatkan nilai terendah sebesar 7.15 mg/L dan nilai DO tertinggi sebesar 8.47 mg/L. Kisaran oksigen tersebut dapat mendukung kehidupan udang karena oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang adalah 4 – 8 mg/L (Amri, 2004).

Kelarutan oksigen dalam air khususnya untuk pemeliharaan udang vannamei harus diperhatikan. Sekalipun udang vannamei mempunyai kemampuan mentolelir beberapa parameter air yang cukup luas, maka kisaran kualitas air optimum perlu diperhatikan. Kisaran oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan yaitu 3 – 7 mg/L. optimumnya yaitu >4 ppm (Kordi dan Ghufuran, 2007). Menurut Goldman dan Home (2003), Oksigen dalam perairan bersumber dari difusi ataupun hasil proses fotosintesis organisme produsen. Oksigen

dikonsumsi secara terus menerus oleh tumbuhan dan hewan dalam aktivitas respirasi.

Menurut Komarudin (2004), menyatakan bahwa udang (*crustacea*) memiliki respon yang mirip terhadap kandungan oksigen rendah. Tingkat oksigen mematikan pada udang berkisar antara 0.5 – 1.0 mg/L bergantung pada spesies, ukuran, dan faktor lingkungan lainnya. Kondisi oksigen rendah dalam waktu yang berkepanjangan dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, menurunnya efisiensi pakan, serta berkurangnya frekuensi moulting. Kadar oksigen terlarut sangat penting untuk pertumbuhan udang, apabila kadar oksigen terlarut rendah atau terlalu tinggi maka dapat mengganggu kesehatan udang, hal ini berhubungan langsung dengan penginfeksi virus yang apabila kesehatan udang terganggu dengan mudah virus akan menyerang udang.

c. Salinitas

Data hasil pengamatan salinitas (disajikan pada tabel 3) didapatkan nilai terendah sebesar 15 ppt dan nilai salinitas tertinggi sebesar 20 ppt. Nilai kisaran salinitas ini masih dalam kondisi optimum untuk kehidupan udang vannamei. Menurut Soemardjati dan Suriawan (2005), menyatakan bahwa udang vannamei dapat tumbuh baik/optimum pada kisaran salinitas 15 – 25 ppt. Hal ini dikarenakan apabila dipelihara pada salinitas yang lebih rendah dari 15 ppt dari kadar garam dari sel tubuh udang, air dari lingkungan akan masuk ke dalam sel tubuh udang melalui membran semipermeabel sel maka kadar garam dalam sel tubuh udang akan menurun, sehingga organ osmoregulator akan mengeluarkan air dari sel tubuh udang.

Salinitas berhubungan erat dengan osmoregulasi hewan air, apabila terjadi penurunan salinitas secara mendadak dan dalam kisaran yang cukup besar, maka akan menyulitkan hewan dalam pengaturan osmoregulasi tubuhnya

sehingga dapat menyebabkan kematian (Anggoro, 2000). Menurut Trobos (2009), udang merupakan hewan euryhaline yaitu mampu beradaptasi pada kisaran salinitas/kadar garam yang besar, mulai hampir 0.5 ppt sampai 50 ppt. karena itu udang vannamei bisa dibudidayakan pada salinitas sangat rendah, bahkan mendekati tawar. Tetapi bukan berarti udang vannamei bisa dipelihara ditanah pedalaman. Selama ini udang tersebut dipelihara dikolam persisir dengan air tawar atau bersalinitas rendah.

4.2 Pengamatan makroskopik udang vannamei

Pengamatan makroskopik adalah pengamatan yang dilakukan secara kasat mata untuk mengamati perlakuan pada udang yang diuji dalam penelitian. Perlakuan yang diamati antara lain udang perlakuan kontrol positif (K+), udang perlakuan kontrol negatif (K-), udang perlakuan P1, udang perlakuan P2 dan udang perlakuan P3.

4.2.1 Udang vannamei sehat (K+)

Dari data hasil pengamatan udang vannamei (*L.vannamei*) menunjukkan perilaku yang normal antara lain pada siang hari udang terlihat berdiam diri di dasar perairan dan bergerak di dasar tanpa memunculkan diri di atas permukaan air. Sedangkan pada saat malam hari udang terlihat bergerak aktif memakan makanan yang telah diberikan. Kondisi udang vannamei yang normal ini ditunjukkan pada perlakuan udang sehat. Perilaku udang yang lain ditunjukkan seperti respon terhadap rangsangan yang ada seperti cahaya dan sentuhan. Hal ini terlihat saat malam hari ketika diberikan cahaya dari lampu senter maka udang akan mendekati sumber cahaya. Dengan adanya rangsangan sentuhan maka udang akan segera berenang menjauh kearah yang berlawanan terhadap sentuhan rangsangan.

Menurut Adiwijaya (2004), menyatakan bahwa udang yang sehat dicirikan dengan tingkah laku yang normal (tidak terjadi penyimpangan) yaitu jika diamati secara visual maka akan menunjukkan ciri – ciri : nafsu makan berjalan normal, gerakannya aktif, berenang normal, respon positif terhadap arus, cahaya, bayangan dan sentuhan, tubuh berwarna cerah berbelang putih jelas, tubuh bersih licin tidak ada kotoran atau lumut yang menempel, tubuh tidak keropos dan anggota tubuhnya lengkap.

4.2.2 Udang kontrol (K-)

Udang vannamei sakit (K-) pada penelitian ini diperoleh dari sampel yang diberi virus WSSV. Metode yang dilakukan yaitu perendaman inokulat virus WSSV sebanyak 0.22 mg/l kedalam media pemeliharaan (Atts *et al.*, 2007). Pengamatan dilakukan mulai hari pertama sampai hari keempat pasca infeksi. Kemudian pengamatan tingkah laku dan morfologi memiliki ciri – ciri sebagai berikut pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei sakit (K-)

Hari ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Udang aktif bergerak pada malam hari. • Cepat merespon gangguan bergerak aktif • Nafsu makan normal • Terlihat segar dan utuh
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan kurang aktif (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon rendah • Pakan yang diberikan termakan sedikit • Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan • Udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam

Hari ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
3	<ul style="list-style-type: none"> • Gerakan lambat • Pergerakan tidak aktif (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah • Pakan yang diberikan masih utuh • Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan • Udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan tidak aktif berdiam didasar kolam dan respon sangat rendah • Pakan yang diberikan tidak termakan • Tubuh, kaki jalan, ekor, kaki renang berwarna kemerahan • Udang berenang didasar kolam sangat lemah dan tergelepar • Udang dalam keadaan lemas tergelepar kemudian mengalami kematian

4.2.3 P1 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 5g)

Udang P1 diperoleh dari udang sampel yang diberi pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* sebanyak 5g/kg pakan. Pakan yang diberikan sebanyak 5% dari berat tubuh udang sebanyak empat kali perhari selama delapan hari (Esteban *et al.*, 2001; Rodryguez *et al.*, 2003; Haliman, 2005). Data ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P1 dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Ciri – ciri dan tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P1

Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Udang terlihat berdiam diri di dasar perairan dan bergerak di dasar tanpa memunculkan diri di atas permukaan air • Bergerak aktif mencari makan saat malam hari • Respon cepat terhadap adanya gangguan • Nafsu makan normal
2	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan bertambah aktif • Nafsu makan bertambah • Respon aktif terhadap cahaya • Udang masih utuh
3	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan aktif • Pakan yang diberikan habis dimakan • Respon cepat pada gangguan • Udang terlihat segar dan utuh

Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
4, 5, dan 6	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan aktif • Pakan yang diberikan habis dimakan • Antenula pada udang tidak sempurna
7	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan aktif • Pakan yang diberikan habis dimakan • Antena pada udang tidak sempurna
8	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak aktif • Pakan dimakan tetapi tidak habis • Antena pada udang tidak sempurna

4.2.4 P2 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 10g)

Udang P2 diperoleh dari udang sampel yang diberi pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* sebanyak 10g/kg pakan. Pakan yang diberikan sebanyak 5% dari berat tubuh udang sebanyak empat kali sehari selama delapan hari (Esteban *et al.*, 2001; Rodryguez *et al.*, 2003; Haliman, 2005). Data ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P2 dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P2

Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Udang berdiam diri di dasar perairan • Bergerak di dasar tanpa memunculkan diri di atas permukaan air • Pakan yang diberi dimakan • Respon terhadap rangsangan • Udang terlihat segar dan utuh
2	<ul style="list-style-type: none"> • Udang bergerak aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon pada rangsangan • Udang terlihat segar dan utuh
3	<ul style="list-style-type: none"> • Udang bergerak aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon pada rangsang bertambah • Udang terlihat utuh

Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
4	<ul style="list-style-type: none"> • Udang bergerak aktif • Pakan yang diberikan dimakan • Merespon terhadap rangsangan • Antena tidak sempurna (berkurang 1)
5, 6 dan 7	<ul style="list-style-type: none"> • Udang bergerak bertambah aktif • Pakan yang diberikan dimakan • Merespon terhadap rangsangan • Antena tidak sempurna (berkurang 1)
8	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan aktif • Pakan yang diberi dimakan • Merespon terhadap gangguan • Antena tidak sempurna (berkurang 1)

4.2.5 P3 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 15g)

Udang P3 diperoleh dari udang sampel yang diberi pakan campuran ekstrak *Gracilaria verrucosa* sebanyak 15g/kg pakan. Pemberian pakan sebanyak 5% dari berat tubuh udang sebanyak empat kali perhari selama delapan hari (Esteban *et al.*, 2001; Rodryguez *et al.*, 2003; Haliman, 2005). Data ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P3 dapat dilihat pada **tabel 8**.

Tabel 8. Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi udang vannamei dengan perlakuan P3

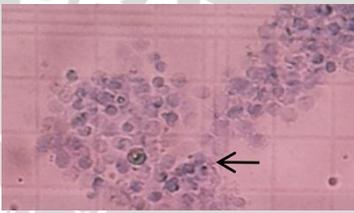
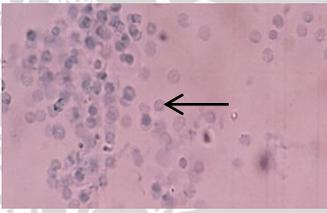
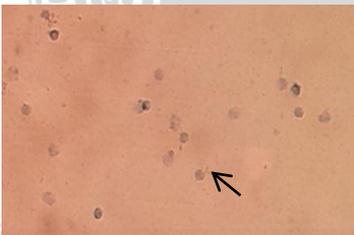
Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Udang berdiam di dasar perairan • Pakan yang diberi dimakan • Respon terhadap rangsangan • Udang terlihat segar dan utuh
2	<ul style="list-style-type: none"> • Udang bergerak aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon pada rangsangan • Udang terlihat segar dan utuh
3, 4, dan 5	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon terhadap adanya gangguan • Nafsu makan normal.

Hari Ke-	Ciri – ciri tingkah laku dan morfologi
6	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak bertambah aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon terhadap adanya gangguan • Nafsu makan normal.
7	<ul style="list-style-type: none"> • Pergerakan aktif • Pakan yang diberi dimakan • Respon terhadap rangsangan • Antenula tidak sempurna • Tubuh miring ketika berenang
8	<ul style="list-style-type: none"> • Bergerak aktif • Antenula tidak sempurna • Tubuh miring ketika berenang • Pakan yang diberikan dimakan

4.3 Pengamatan Mikroskopik Udang Vannamei

Pengamatan mikroskopik adalah pengamatan yang dilakukan menggunakan mikroskop untuk mengamati jumlah total hemosit count (THC) pada udang yang diuji dalam penelitian ini. Perlakuan yang diamati dalam penelitian ini antara lain udang perlakuan kontrol positif (K+) yaitu udang sehat tidak diberi WSSV dan ekstrak *Gracilaria verrucosa*, udang perlakuan kontrol negatif (K-) yaitu udang dengan perlakuan pemberian WSSV tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*, udang perlakuan P1 yaitu udang dengan perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan pada dosis 5g/kg, udang perlakuan P2 yaitu udang dengan perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 10g/kg dan udang perlakuan P3 yaitu udang dengan perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 15g/kg. Berikut hasil pengamatan THC pada mikroskop cahaya menggunakan hemositometer pada **Tabel 8**.

Tabel 9. Hasil pengamatan THC pada mikroskop cahaya menggunakan haemositometer.

No.	Perlakuan	Gambar THC (sel/mm ³)
1	K+ (Udang sehat)	
2.	K (-) = Udang diberi WSSV dan tidak diberi ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	
3.	P1 (Udang diberi ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> dengan dicampur ke pakan 5g/kg)	
4.	P2 (Udang diberi ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> dengan dicampur ke pakan 10 g/kg)	
5.	P3 (Udang diberi ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> dengan dicampur ke pakan 15 g/kg)	

Keterangan:

➔ : gambaran sel hemosit pada udang perlakuan.

Hasil yang telah didapat dari Total Hemosit Count pada udang vannamei diperoleh beberapa penurunan jumlah THC. Dari semua perlakuan mulai dari udang sehat (K+), udang yang diinfeksi WSSV (K-), udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 5 g/kg dicampur dalam pakan (P1), udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 10 g/kg dicampur dalam pakan (P2), dan udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 15 g/kg dicampur dalam pakan.

4.3.1 Total Hemosit Count (THC) udang *L.vannamei* dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Total Hemosit Count merupakan indikator sistem pertahanan tubuh udang, karena menjadi faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan tubuh udang vannamei sebagian besar berdasarkan pada aktivitas hemosit. Berikut data dan hasil pengamatan Total Hemosit Count (THC) pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Data Total Hemosit Count (THC)

Ulangan	Perlakuan (sel/mm ³)				
	K +	K -	5g	10g	15g
1	226.5 x 10 ⁴	507 x 10 ⁴	324 x 10 ⁴	243 x 10 ⁴	238.5 x 10 ⁴
2	120 x 10 ⁴	529 x 10 ⁴	297 x 10 ⁴	211.5 x 10 ⁴	207 x 10 ⁴
3	157 x 10 ⁴	661.5 x 10 ⁴	276 x 10 ⁴	187.5 x 10 ⁴	201 x 10 ⁴
Total	503.5 x 10 ⁴	1697.5 x 10 ⁴	897 x 10 ⁴	642 x 10 ⁴	646.5 x 10 ⁴
Rata – rata	167.8 x 10 ⁴	565.8 x 10 ⁴	299 x 10 ⁴	214 x 10 ⁴	215.5 x 10 ⁴

Keterangan :

K (+) = Udang sehat

K (-) = Udang diberi WSSV dan tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*

P1 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 5g/kg

P2 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 10 g/kg

P3 = Udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 15 g/kg

Hasil pengamatan terhadap Total Hemosit Count (THC) udang *L.vannamei* yang diberi perlakuan ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang dicampur dengan pakan

dengan dosis 5g/kg, 10g/kg, dan 15g/kg selama penelitian (dapat dilihat pada tabel 10). Pemberian ekstrak pada dosis 5g/kg, 10g/kg dan 15g/kg dapat menurunkan jumlah Total Hemosit Count (THC) udang *L.vannamei*. Penurunan total hemosit terjadi bervariasi sesuai dosis yang diberikan.

Rata – rata total hemosit menurun pasca pemberian pakan campuran ekstrak *Gracilaria verrucosa*. Pada dosis 5 g/kg ekstrak kedalam pencampuran pakan didapatkan hasil rata – rata jumlah total hemosit count yaitu 299×10^4 sel/ mm^3 , pada dosis 10 g/kg ekstrak kedalam pencampuran pakan didapatkan hasil rata – rata jumlah total hemosit count yaitu 214×10^4 sel/ mm^3 dan pada pada dosis 15 g/kg ekstrak kedalam pencampuran pakan didapatkan hasil rata – rata jumlah total hemosit count yaitu 215.5×10^4 sel/ mm^3 . Diasumsikan bahwa dengan pemberian ekstrak *G.verrucosa* pada udang mampu meningkatkan sistem ketahanan sehingga udang bisa melawan bakteri yang masuk dalam tubuh udang dengan cara menurunkan jumlah THC pada udang yang terinfeksi virus. Dikarenakan pada saat udang sehat nilai THC pada udang normal disebabkan tidak adanya respon benda asing yang masuk kedalam tubuh udang sehingga tidak adanya perlawanan dengan cara pembentukan sel hemosit. Hal ini sesuai dengan Peningkatan sistem ketahanan (sistem imun) pada udang dapat dilihat pada perubahan jumlah hemosit (Lorenzo *et al.*, 1999).

4.4 Analisis Uji F

Analisa statistik uji dilakukan dengan Uji F untuk mengetahui perbedaan antara tingkat pengaruh penurunan jumlah THC pada (K+), (K-), (P1), (P2), dan (P3) atau dengan kata lain untuk membuktikan hipotesis yang ditentukan. Perumusan hipotesis yang diuji adalah apakah pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap Jumlah Total Hemosit Count pada hemosit udang *vannamei* atau tidak berpengaruh. Perumusan hipotesisnya adalah :

F hitung > 5% dan 1% = berbeda sangat nyata

F hitung < 5% dan 1% = tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan jumlah Total Hemosit Count (THC). Berikut data perhitungan menggunakan Uji F pada perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* pada campuran pakan udang vannamei.

$$\bullet \text{ FK} = \frac{\text{Total Perlakuan}}{\text{perlakuan} \times \text{ulangan}}$$

$$= \frac{4386.5 \times 10^4}{5 \times 3}$$

$$= \frac{19241382 \times 10^4}{15}$$

$$= \frac{19241382 \times 10^4}{15}$$

$$= 1282758.817 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

$$\bullet \text{ JK total} = (K_{+1})^2 + (K_{+2})^2 + (K_{+3})^2 + (K_{-1})^2 + (K_{-2})^2 + (K_{-3})^2 + (P1_1)^2 + (P1_2)^2 + (P1_3)^2 + (P2_1)^2$$

$$+ (P2_2)^2 + (P2_3)^2 + (P3_1)^2 + (P3_2)^2 + (P3_3)^2 - \text{FK}$$

$$= (120 \times 10^4) + (157 \times 10^4) + (529 \times 10^4) + (529 \times 10^4) + (507 \times 10^4)$$

$$+ (661.5 \times 10^4) + (276 \times 10^4) + (297 \times 10^4) + (324 \times 10^4) + (211.5 \times 10^4) +$$

$$(187.5 \times 10^4) + (243 \times 10^4) + (207 \times 10^4) + (201 \times 10^4) +$$

$$(238.5 \times 10^4) - 1282758.817 \times 10^4$$

$$= 330495.43 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

$$\bullet \text{ JK Perlakuan}$$

$$= \left(\frac{(\Sigma K_+)^2 + (\Sigma K_-)^2 + (\Sigma P1)^2 + (\Sigma P2)^2 + (\Sigma P3)^2}{3} \right) - \text{FK}$$

$$= \left(\frac{(253512.25 \times 10^4)^2 + (2881506.252 \times 10^4)^2 + (804609 \times 10^4)^2 + (412164 \times 10^4)^2 + (417962.25 \times 10^4)^2}{3} \right)$$

$$- 1282758.817 \times 10^4$$

$$= 307159.1 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

$$\bullet \text{ JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 330495.43 \times 10^4 - 307159.1 \times 10^4$$

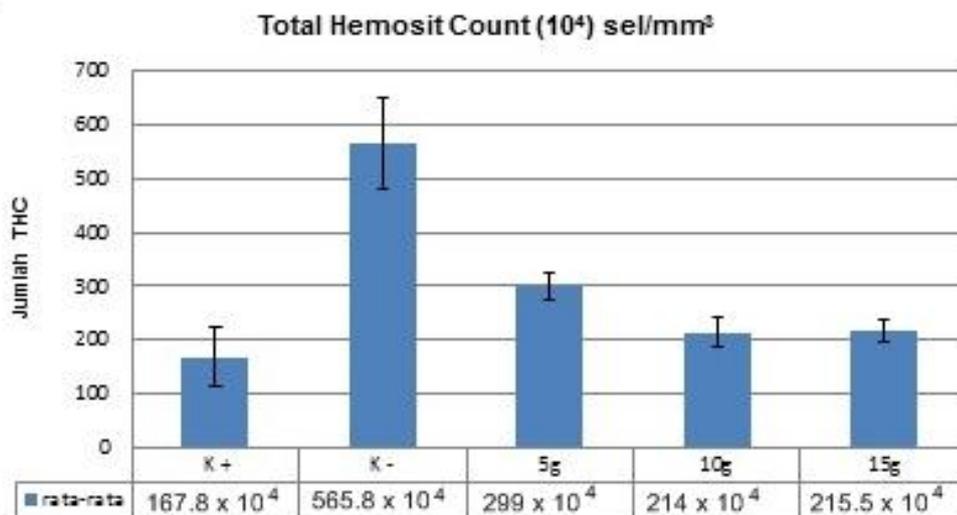
$$= 23336.3 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$$

Analisa sidik ragam pada pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap Total Hemosit Count (THC) *L.vannamei* pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Sidik Ragam Pada Pemberian Ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap Total Hemosit Count (THC) *L.vannamei*

Reragam	db	JK	Kt	F Hitung	F tabel 5%	F Tabel 1%
Perlakuan	4	307159.1×10^4	76789.8×10^4	32.90	3.48	5.99
Acak	10	23336.3×10^4	2333.63×10^4			
Total	4	330495.43×10^4	23606.8×10^4			

Dalam penelitian ini berarti dalam pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* antara P1, P2, dan P3 terdapat perbedaan sangat nyata dilihat dari F hitung dan F tabel yaitu F hitung lebih besar diantara F tabel dapat disimpulkan bahwa perlakuan pada penelitian ini memberikan pengaruh pada Total Hemosit Count (THC) *L.vannamei* yang diberikan ekstrak *Gracilaria verrucosa*. Menurut Smith *et al.*, (2003) dalam Jasmanindar (2009), bahwa dengan pemberian ekstrak *G.verrucosa* pada udang mampu meningkatkan sistem ketahanan sehingga udang bisa melawan bakteri yang masuk dalam tubuh udang. Peningkatan sistem ketahanan (sistem imun) pada udang dapat dilihat pada perubahan jumlah hemosit. Peran polisakarida dalam meningkatkan sistem pertahanan tubuh dilaporkan oleh Manilal (2009) dan Jasminandar (2009) dimana polisakarida dapat meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang yang ditandai dengan penurunan THC pada udang yang terdeteksi WSSV. Untuk dapat mengetahui perbedaan setiap perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap Total Hemosit Count (THC) *L.vannamei* dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Rata – rata penurunan jumlah Total Hemosit Count (THC) *L.vannamei*.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh diatas perhitungan jumlah THC pada udang vannamei maka didapat jumlah THC yang berbeda tiap perlakuan. Hal ini terbukti dari Uji F yang dilakukan diperoleh hasil jumlah THC yang signifikan antara k+, K- (pemberian infeksi virus), P1, P2, dan P3. Berdasarkan hasil jumlah THC dengan tiga kali pengulangan diperoleh rata – rata jumlah THC pada udang vannamei. Data grafik diatas (gambar 7) yaitu pada udang sehat (K+) yang tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan WSSV didapatkan rata – rata jumlah THC sebesar $167.8 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$, pada udang yang diberi WSSV (K-) didapatkan rata – rata jumlah THC sebesar $565.8 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$, pada udang yang diberi perlakuan ekstrak *Gracilaria verrucosa* kedalam campuran pakan 5g/kg (P1) didapatkan jumlah THC sebesar $299 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$, pada udang yang diberi perlakuan ekstrak *Gracilaria verrucosa* kedalam campuran pakan 10g/kg (P2) didapatkan jumlah THC sebesar $214 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$, pada udang yang diberi perlakuan ekstrak *Gracilaria verrucosa* kedalam campuran pakan 15g/kg (P3) didapatkan jumlah THC sebesar $215.5 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$. Hasil pengamatan nilai THC pada udang sehat memiliki rata – rata yaitu $167.8 \times 10^4 \text{ sel/ mm}^3$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Song *et al.* (2003), bahwa pada kuruma shrimp

(*Marsupenaeus japonicus*) total hemocyte count (THC) sebanyak 1.7×10^6 sel ml⁻¹

1. Sampel jumlah THC rata – rata udang sehat masih berada dikisaran normal.

Diduga nilai THC berada dikisaran normal karena tidak memproduksi hemosit dalam jumlah besar sehingga nilai THC dibawah nilai kisaran THC normal.

Berdasarkan kelima nilai tersebut, udang K- yaitu pada pemberian infeksi virus

memiliki jumlah THC yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang

menggunakan pemberian ekstrak bahan alami. Hal ini sesuai dengan Leyva

(2011), menyatakan bahwa total jumlah hemosit *L. vannamei* yang diinfeksi

WSSV yaitu $15,18 \times 10^6$ sel/ml. Hal ini disebabkan respon imun bekerja d=saat

adanya benda asing masuk kedalam tubuh udang. Pada hari ke-2 pasca infeksi

WSSV, THC pada udang akan mengalami kenaikan jumlah hemosit dikarenakan

pada saat tersebut respon imun bekerja untuk membentengi tubuh dalam

serangan penyakit, namun kenaikan THC akan mengalami penurunan ketika

sistem kekebalan tubuh udang sudah tidak mampu lagi melawan penyakit yang

masuk sehingga THC udang aka mengalami penurunan dan mengakibatkan

udang tersebut mati. Perlakuan dengan pemberian campuran ekstrak *Gracilaria*

verrucosa dosis 10g/kg dalam pakan merupakan perlakuan yang lebih baik

dibandingkan menggunakan pemberian campuran ekstrak *Gracilaria verrucosa*

dosis 5g/kg dan 15g/kg pakan. Hal ini disebabkan oleh mekanisme masuknya

bahan aktif polisakarida yaitu senyawa fenol kedalam tubuh udang melalui pakan

yaitu ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang telah dicampur kedalam pakan diberikan

pada udang perlakuan melalui mulut lalu setelah masuk kedalam mulut akan

dilanjutkan ke saluran pencernaan kemudian lambung dan hasil dari pakan yang

diberikan akan diserap oleh usus kemudian setelah diserap oleh usus dilanjutkan

oleh darah untuk diedarkan keseluruh organ tubuh udang yang membutuhkan

salah satunya sel – sel pada hemosit udang. sel – sel imun tubuh memiliki

membrane asosiasi seperti β -1,3 glucan dinding protein (LGBP) yang

memainkan peranan penting dengan mengikat dan mengenali senyawa tertentu yang berada pada dinding sel patogen, protein ini diyakinin untuk activator sistem proPO (Roux et al., 2002). Enzim yang bertanggung jawab untuk melanisasi adalah phenoloxidae (PO) yang dihasilkan oleh hidrolisis yaitu prophenoloxidae (proPO) (Gollas-Galven et al., 1999). proPO merupakan enzim melanin sintesis yang memainkan peranan penting dalam respon imun crustacean. Kaskade dari serin proteinase akan dihasilkan dari pemisahan bentuk pro-prophenoloxidae activating enzim (pro-PA) ke aktif PPA. Aktivasi PO diatur oleh proPO-activating sistem (sistem proPO) yang terdiri dari protein yang mampu mengikat polisakarida. PO akan mengkatalisis pada step awal dalam jalur pembentukan melanin. Ini akan mengkatalisis oksigenasi monophenol menjadi diphenols dan oksidasi lebih lanjut dai o-diphenols menjadi o-kuinon (Cerenius dan Soderhall, 2004). proPO berperan dalam pengenalan molekul non spesifik yang ditemukan dalam hemosit. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan suatu bahan untuk dapat meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang antara lain adalah senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak memang tidak mempunyai aktifitas menstimulasi sistem pertahanan tubuh, senyawa aktif berada dalam bentuk tidak dapat diabsorpsi dari sistem pencernaan. Senyawa aktif akan menunjukkan aktifitasnya jika dapat mencapai di lokasi targetnya yang berarti harus dapat diserap oleh darah dari saluran pencernaan untuk selanjutnya dibawa/ditransfer ke tempat dimana zat itu akan memberikan efek aktifitasnya atau jumlah senyawa aktif lebih kecil dari jumlah minimal yang diperlukan untuk memunculkan efek imunostimulan atau bahkan sebaliknya dosisnya terlalu tinggi sehingga tidak memberikan efek atau berperilaku sebagai inhibitor (Ridlo dan Rini, 2009). Senyawa aktif dalam rumput laut yaitu polisakarida bersulfat membentuk sejumlah molekul dengan bentuk fungsi biologis antiviral dan aktifitas immunodulatory pada manusia (Castro *et al.*, (2006). Sakai (1999) menyatakan

bahwa kemampuan imunostimulan untuk meningkatkan respon imun dan mengembangkan proteksi terhadap infeksi patogen dipengaruhi oleh dosis aplikasi.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat menurunkan jumlah Total Hemosit Count (THC) pada udang vannamei (*L.vannamei*) yang terdeteksi WSSV.
2. Pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* melalui pakan campuran dengan dosis 10 g lebih efektif menurunkan jumlah Total Hemosit Count (THC) pada udang *L.vannamei* yang terinfeksi WSSV.

5.2 Saran

Saran yang dapat penyusun berikan untuk penelitian yang serupa dengan penelitian ini yaitu sebaiknya menggunakan metode pencampuran ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan pengaplikasian yang berbeda sehingga ekstrak dapat terikat sempurna.

Selain itu. Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penyusun menyampaikan permohonan maaf apabila ada kesalahan baik disengaja ataupun tidak. Penyusun juga menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berjalan baik tanpa bimbingan, saran, bantuan, dan dorongan dari semua pihak yang bersangkutan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwidjaya, D., Supito dan I. Sumantri. 2008. Penerapan teknologi budidaya udang vaname *L. vannamei* semi-intensif pada lokasi tambak salinitas tinggi. *Media Budidaya Air Payau Perikanan*,(7).19 hlm.

_____. 2004. *Budidaya Udang Vannami (Liptopenaeus Vanamei) Intesif Yang Berkelanjutan*. Departemen Kelautan dan Perikanan.Jepara.

Alday-Sanz. 1995. Technical Report Short Course on Shrimp Disease and Health Management. English Edition. Ministry of Higher Education and Culture.Derectorate General of Higher Eduction. Republic of Indonesia. July 1995. SNC-Laavalin International, Inc. In association with International Devolepment Program of Autralia University and Colleges. PT Hasfarm Dian Consultan.

Alamsjah, Moch. Amin., Nurines Oktavia Ayuningtiaz dan Sri Subekti. 2010. Pengaruh Lama Penyinaran Terhadap Pertumbuhan Da Klorofil a *Gracilaria Verrucosa* Pada Sistem Budidaya Indoor. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*. 2(1): 21-28.

Alifuddin, M., D. Dana, M. Eidman, M.B. Malole dan F.H. Pasaribu. 2003. Penyakit white spot pada udang windu (*Penaeus monodon fab.*) : penularan melalui perendaman dengan virus white spot 20, 100 dan 200 µg/ml dengan waktu ekspos 120 menit. *Jurnal akuakultur Indonesia*. 2(1):31-35.

Amalia, Dian Rizqi Nur. 2013. Efek Temperature Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember: Jember.

Amri, K. 2003. Kiat Mengatasi Permasalahan Budi Daya Udang Windu Secara Intensif. Cet. 6. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 98 hal.

_____, I 2008. *Budidaya Udang Vaname*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

_____. 2004. *Budidaya Udang Windu Secara Intensif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Anggadiredja, J.T., Achmad Z, Heri P, Sri I. 2006. *Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.

_____. 2006. *Rumput Laut*. Jakarta : Penebar Swadaya. hal. 39-47.

Anggoro,S., Johannes Hutabarat., Diana Rachmawati. 2000. *Pengaruh Salinitas Media Berbeda Terhadap Pertumbuhan Keong Macan (Babylonia spirata*

L.) *Pada Proses Domestikasi*. ILMU KELAUTAN September 2012. Vol. 17 (3) 141-147.

Apriliza, E. 2010. Potensi Udang Rebon (CARRIER) Dalam Penularan WSSV(White Spot Syndrome Virus) Pada Udang Vannamei Yang Dipelihara Dengan Berbagai Teknologi Budidaya Di Tambak Kabupaten Indramayu. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Jatinangor.

Arifin, Z., D. Adiwidjaya, U. Komarudin, A. Nur, A. Susanto, A. Taslihan, K. Ariawan, M. Mardjono, E. Sutikno, Supito dan S. Latief. 2007. Penerapan Best Management Practices (BMP) pada Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) Intensif. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.

Atts, A.J, Anja J. Taverne-Thiele, Huub F.J. Savelkoul, Jan H. W. M. Rombout. 2007. Haemocyte reactions in WSSV immersion infected *Penaeus monodon*. *Fish and shellfish immunology*. **23**. 164 - 170

Balai Penelitian Tanah, 2006. *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Bogor: Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

Budiardi, T. 2008. Keterkaitan Produksi Dengan Beban Masukan Bahan Organik Pada Sistem Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei* Boone 1931). Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

Bower, S.M. 1996. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish: white spot syndrome baculovirus complex of penaeid shrimp. bower@dfo-mpo.gc.ca

Brock, T. D., Madigan, M. T., Martinko, J. M., and Parker, J. 1994. Biology of Microorganism. 5th Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs New Jersey, USA

Castro, R. I. Zarrab, & J. Lamas. 2004. Water-soluble Seaweed Extracts Modulate the *Pantoea agglomerans* lipopolysaccharide (LPS). *Fish Shellfish Immunol*. 10: 555–558.

Chkhikvishvili, I. D and Z. M. Ramazanov(2000), Phenolic Substances of Brown Algae and Their Antioxidant Activity, Applied Biochemistry and Microbiology, Vol. 36No. 3, 289-291

Dayanti, R. 2012. Ketahanan Non-Spesifik Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang diberi Larutan Temulawak (*curcuma xanthorrhiza roxb*) Terhadap *Aeromonas hydrophila*.

Departemen Kelautan dan Perikanan. 2003. *Jenis Penyakit Udang Pada Budidaya Perairan Payau*. Belawan Medan.

_____, 2004. Undang-Undang Perikanan Republik Indonesia Nomor 31.

Depita, F. 2004. Peran *arthemia sp.* Dalam penularan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada udang windu (*Penaeus monodon fbr*) dengan berbagai perlakuan. Skripsi. Program Studi Teknologi dan Manajemen Akuakultur. Departemen Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 55 hlm.

Ditjen Perikanan Budidaya. 2006. *Pengendalian Penyakit TVS pada Budidaya Udang Vaname*. Artikel DKP. Jakarta. Diakses tanggal 12 Mei 2015.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.

Effendy, Onong Uchjana, 2004. Ilmu Komunikasi, Teori, dan Praktek. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.

Effendy S, Alexander R. dan Akbar T. 2004. Peningkatan Haemosit Benur UdaNG Windu (*Panaeus monodon Fabricus*) Pasca Perendamana Ekstrak Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Pada Konsentrasi Yang Berbeda. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol 14 No.2: 46-53.

Fariedah F. 2010. Pengaruh Imunostimulan Outer Membran Protein (OMP) *Vibrio alginolyticus* dan infeksi *Vibrio harveyi* terhadap DNA Mitokondria Udang Windu *Panaeus monodon Fab.* Tesis . program Pascasarjana Universitas Brawijaya.

Firmansyah ,A. 2002. Uji patogenitas *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada udang windu (*Penaeus monodon*). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut pertanian Bogor. Bogor.

Flegel, T.W. & V. Alday-Sanz. 1998. The crisis in Asian shrimps aquaculture: current status and future needs. *J. Appl. Ichthyol.*, 14: 269-273

Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. *Limnology*. Mc. Graw Hill. International Book Company. Tokyo.

Gunarto dan E.A Hendrajat, 2008. Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei* Pola Semi-Intensif Dengan Aplikasi Beberapa Jenis Probiotik Komersial. *J.Ris. Akuakultur*. Vol. 3 No. 3 : 339 – 349.

_____. 2010. Penambahan Tepung Tapioka Pada Budidaya Udang Penaeid Di Tambak. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129 Maros 90512, Sulawesi Selatan. E-mail: gunartom@yahoo.com.

_____. 2010. Upaya peningkatan produksi pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola tradisional plus dengan penambahantepung tapioka. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129 Maros 90512, Sulawesi Selatan. E-mail: gunartom@yahoo.com.

Haliman, R.W. dan Dian A. 2005. Udang Vaname. Penebar Swadaya. Jakarta. 74 hal.

_____. 2005. Udang Vannamei, Penebar Swadaya. Jakarta.

_____. 2006. *Budidaya Udang Vanamei*. Swadaya . Jakarta.

Hamdiyati Y. dan Kusnadi. 2006. Profil Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Kerja Ilmiah pada Matakuliah Mikrobiologi.

Hartono, R. C. 2015. Pengaruh Penginfeksi White Syndrome Virus (WSSV) Dengan Perendaman Yang Berbeda Terhadap Morfologi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). Skripsi. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.

Hendrajat, E. A., B. Pantjara dan M. Mangapa. 2010. Polikultur udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. 145 hlm.

Jasmanindar, Y. 2009. Penggunaan ekstrak *Gracilaria verrucosa* untuk meningkatkan sistem ketahanan udang vannamei *Litopenaeus vannamei*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 97 Hlm.

Johnny, F., D. Roza, Zafran dan A. Prijono. 2005. Aplikasi vitamin C dan imunostimulan pada produksi benih ikan kerapu lumpur, *Epinephelus coioides* untuk meningkatkan sistim kebal ikan terhadap infeksi virus irido. Laporan Hasil Penelitian Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondolbal.T.A. 2005.

Julisaniah, N.I., L. Sulistyowati, A.N. Sugiharto. 2008. Analisis Kekebalan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Menggunakan Metode RAPD - PCR dan Isozim. ISSN : 1412 - 033X. Jurnal Biodiversitas Volume 9 Nomor 2, hlm. 99 – 102.

Jussila J *et al.* 1997. Total and Differential Haemocyte Count in Western Rock Lobster (*Panulirus Cygnus George*) Under-Post Harvest Stress. *Marine Fresh Research*.

Kilawati, Y. 2011. *Pengaruh Serangan WSSV Terhadap Morfologi, Tingkah Laku dan Kelulushidupan SPF Udang Vaname Indonesia Yang Dipelihara Dalam Lingkungan Terkontrol*. Journal of Biological Researchers. ISSN : 0852 – 6834 No. 7F, hlm. 105 – 109.

_____. 2009. Karakter protein ICP11 pada DNA udang vannamei (*Penaeus vannamei*) yang terinfeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV). Berk. Penel. Hayati:15: 21-24 hlm.

Komaruddin, 1991. Azas-Azas Manajemen. Kanisius. Yogyakarta

Kordi K,M.Ghufran H dan A.B.Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.194 hal.

- _____. 2005. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Lee, S. and Söderhäll, K. 2002. Early events in crustacean innate immunity. *Fish and Shellfish Immunology* 12: 421-43
- Leyva.Madriral karla Y., Antonio Luna González., César M., Escobedo-Bonilla., Jesús A. Fierro Coronado., Ignacio E. Maldonado Mendoza. 2011. Screening for potential probiotic bacteria to reduce prevalence of WSSV and IHHNV in whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under experimental conditions. Elsevier. *Aquaculture* 322-323
- Lorenzon. S., S. De Guarrini, VJ. Smith, and EA. Ferrero. 1999. Effect of LPS on circulating haemocytes in crustaceans in vivo. *Fish Shellfish Immunology*.
- Mahardika IGNK, Sibang M, Suamba M, Adnyana KA, Dewi NMS, Meidiyanti KA, Paulus YA. 2004. Isolasi Virus Influenza pada Ayam Kampung di Bali. *J Vet* 1: 35- 45
- Mahbubillah, M.A. 2011. Budidaya Udang Vannamei. <http://marinebiologi.blogspot.com>
- Manilal, A., S. Sujith, J. Selvin, G.S Kiran, and C. Shakir. 2009. In vivo Antiviral Activity of Polysaccharide from the Indian Green Alga, *Acrosiphonia orientalis* (J. Agardh): Potential Implication in Shrimp Disease Management. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1(4):278-282.
- Murtidjo, B. A. 1989. *Budidaya udang dan bandeng*. Kanisius, Yogyakarta. Hal 138.
- Nofiwaty, 2012. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Konsumen Membeli Produk Vetsin (Studi Kasus : Ajinomoto, Masako, dan Royco). *Jurnal Orasi Bisnis*. ISSN : 2085 – 1375.
- Oidtmann dan Stentiford. 2011. White Spot Syndrome Virus (WSSV) Concentrations in Crustacean Tissues – A Review of Data Relevant to Assess the Risk Associated with Commodity Trade. *Journal. Transboundary and Emerging Diseases* Vol 58 No.6 : 469 – 482
- Priatni, D., M. Alifuddin dan D. Djokosetiyanto. 2006. Pengaruh Pemanasan Pada Temperatur Berbeda Selama 30 Menit Terhadap Patogenitas *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5 (1) : 5-12.
- Priyono. 2009. Penyusunan Program Penyuluhan. www.ilmu.peternakan.com
- Pulungan, H. S. 2002. Uji patogenitas penyebab penyakit bintik putih (*White Spot Syndrome Virus*) pada udang windu (*Penaeus monodon*, Fabr) dalam inkulum 100-115 pg/ml selama 120, 180, dan 210 menit. Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Pusat Penyuluhan kelautan dan Perikanan. 2011. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Pusat Penyuluhan kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Rahma, H., Slamet Budi Prayitno dan A. Harjuno Condro Haditomo. 2014. Infeksi White Spot Syndrom Virus (Wssv) Pada Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fabr.) Yang Dipelihara Pada Salinitas Media Yang Berbeda. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. Semarang.

Ridlo, A dan Rini P. 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imonostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang (*Litopennaeus vannamei*). *Ilmu Kelautan*. **14(3)**: 133-137.

Risaldi, Ahmad. 2011. Teknik Pembesaran Udang Vannamei. Badan Pengembangan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan. Kementerian Kelautan Dan Perikanan. Bone. Sulawesi Selatan.

Robertson et al.,1992. Survival of *Cryptosporidium parvum* Oocysts under Various Environmental Pressures. Dalam: Omar A. Khan, 2010. A Review of Cryptosporidiosis. Johns Hopkins University School of Public Health, USA: 3

Rocman,K. B.P. 1995. Mengamati white spot secara selular. *Techner*, 18: 7-9

Rukmi, A.S., Sunaryo, dan A. Djunaedi, 2012. Sistem Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verrecosa* di Pertambakan dengan Perbedaan Waktu Perendaman di Dalam Larutan NPK. *Journal of Marine Research*. Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Universitas Diponegoro Kampus Tembalang. Semarang. Vol 1.Hal 90

Saha, S. dan S. Ray. 2006. Hemocyte Profile of the Estuarine Mud Crab, *Scylla serrata*. *Environ. Ecol*. 24S (3A): 818-819.

Sakai, M. 1999. Current Research Status of Fish and Shellfish Immunostimulants. *Aquaculture*. 172:3-92.

Sati, I. 2003. Riset Public Realitionship Modul. Pusat Pengembangan Bahan Ajar. UMB.

Smith, V.J., J.H. Brown, C. Hauton. 2003. Immunostimulation in Crustaceans : does it Really Protect Against Infection? *Fish and Shellfish Immunology*. 15 (2003) 71-90. Elsevier Science Ltd. www.elsevier.com/locate/fsi.

SNI.1989, Cara uji alkalinitas.Badan Standart Internasional. SNI 15-1019-1989. ICS 81.040.01 (tidak diterbitkan).

Soderhall, K. dan L. Cerenius. 1998. Role of The Prophenoloxydase Activating System in Invertebrate Immunity. *Curr.opin. Immunology* 10:23-28. Annual Review of Fish Disease 2:3-23.

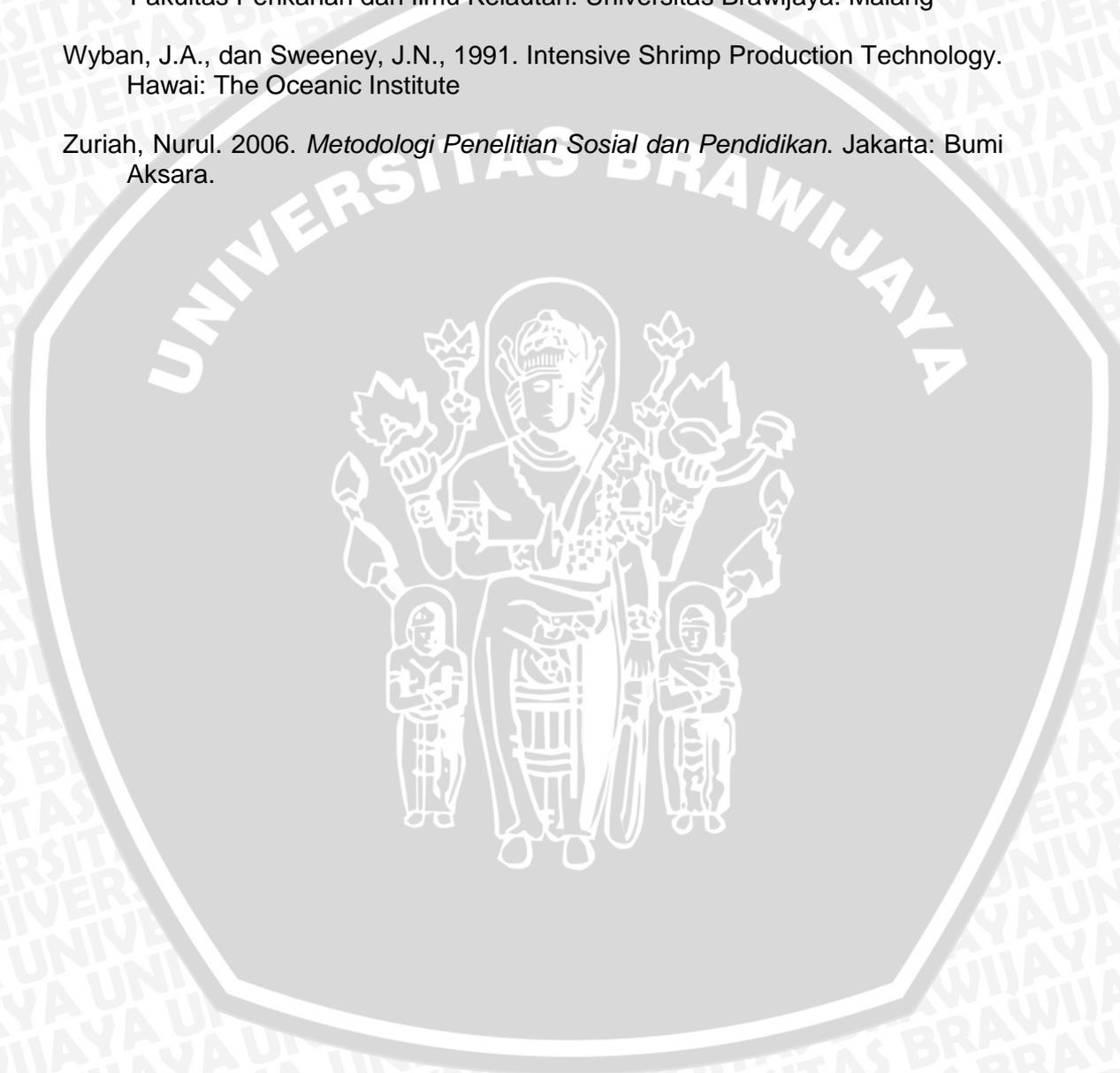
- _____. 1998. Crustacean Immunity. *Annual Review of Fish Disease*. 2:2-23.
- Soetrisno, C. K. 2004. 2004. Mensiasati penyakit WSSV di tambak udang. *Aquacultura Indonesiana*. 5(1):19-31. ISSN 0216-0749.
- Song, Y.L., Chun, I.Y., Tzu-Wen, L., Chih-Cheng, H. and Min-Nan, L. (2003) Haemolymph parameters of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected with Taura Syndrome Virus. *Fish Shellfish Immunol*. 14:317-331.
- Sugiyono. 2003. Metode Penelitian Bisnis. Bandung. Pusat Bahasa Depdiknas.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Supratno, T.K.P. 2006. Evaluasi Lahan Tambak Wilayah Pesisir Jepara Untuk Pemanfaatan Budidaya Ikan Kerapu. Tesis. Fakultas Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suprpto. 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air Untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Susetiono. 1987. Kehidupan Udang Windu *Panaeus monodon* Fabricius. Majalah Semi Populer Lonawarta. ISSN 0126 – 068 No. 3. Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI). Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut. Ambon.
- Sutrisno, E., W.T. Prabowo dan S. Subyakto. 2010. Produksi Calon Induk Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Dengan Sistem Resirkulasi Tertutup Pada Bak Raceway. Balai Budidaya Air Payau Situbondo: Situbondo.
- Suyanto dan Mudjiman, 2006. Budi Daya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taslihan., Supito., Erik., Richard. 2004. *Teknik Budidaya Udang Secara Benar*. Departemen kelautan dan perikanan. Jepara.
- Trobos. 2011. *Jaga Salinitas Demi Produktivitas*. (http://www.trobos.com/show_article.php). Diakses 25 Mei 2015.
- Trono, G. C. 2004. Field Guide and Atlas of the Seaweed Resources of the Philippines. Book Mark. Makati City. Philippines.
- Van de Braak, K. 2002. Hemocytic Defence in Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). Disertasi, Wageningen University, Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen.
- Wang, Y. G., M. Shariff, P.M. Sudha, P.S. Srinivasa Rao, M.D. Hassan and L.T.Tan. 1998. Managing white spot disease in shrimp, *Infofish International*. p : 30-36.

Warsito, T. 2010. Penongkolan benih udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).<http://totototo.blogspot.com/penokolan-udang>. Diakses tanggal 18 Juli 2011

Wilujeng, E., Happy N., Edi W., Marsoedi. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* Dalam Formula Pakan Meningkatkan Respon Imun Selular Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). ISSN. 2087-2852 No.1 Vol 2. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang

Wyban, J.A., dan Sweeney, J.N., 1991. Intensive Shrimp Production Technology. Hawaii: The Oceanic Institute

Zuriah, Nurul. 2006. *Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.



Lampiran 1. THC sehat dan THC sakit

No.	Jumlah THC	Sumber	Daftar Pustaka
1	Pada kuruma shrimp (<i>Marsupenaeus japonicus</i>), total hemocyte count (THC) sebanyak 1.7×10^6 sel ml^{-1}	Song <i>et al.</i> (2003)	Song YL, Yu CI, Lien TW, Huang CC, Lin MN. 2003. Hemolymph parameters of Pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) infected with Taura Syndrome Virus. <i>Fish Shellfish Immunol</i> 14: 317-331
2	Nilai THC pada lobster yang sehat kurang lebih berada pada angka 56×10^5 sel/ml.	Jussila <i>et al.</i> , (1997)	Jussila J <i>et al.</i> 1997. Total and Differential Haemocyte Count in Western Rock Lobster (<i>Panulirus Cygnus George</i>) Under-Post Harvest Stress. <i>Marine Fresh Research</i> .
3	Jumlah hemosit udang windu yang normal ($49,07 \times 10^6$ sel/ml)	Maharani, (2009)	Maharani G., Sunarti, Juni T., Tutik J. 2009. Kerusakan Dan Jumlah Hemosit Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Yang Mengalami Zoothamniosis. <i>Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 1 No. 1, April 2009</i> . Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
4	total jumlah hemosit <i>L. vannamei</i> yang diinfeksi WSSV yaitu $15,18 \times 10^6$ sel/ml	Leyva (2011)	Leyva.Madrigal karla Y., Antonio Luna González., César M., Escobedo-Bonilla., Jesús A. Fierro Coronado., Ignacio E. Maldonado Mendoza. 2011. Screening for potential probiotic bacteria to reduce prevalence of WSSV and IHNV in whiteleg shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>) under experimental conditions. Elsevier. <i>Aquaculture</i> 322-323

Lampiran 2. Perhitungan THC udang vannamei

$$\text{THC} = \text{jumlah sel total} \times 5 \times 10^4 \times \text{faktor pengencer}/10$$

1. Perlakuan kontrol + (udang tanpa pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan WSSV)

1. $\text{THC} = 141 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 120 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
2. $\text{THC} = 105 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 157 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
3. $\text{THC} = 151 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 226.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

2. Perlakuan kontrol – (udang dengan pemberian WSSV)

1. $\text{THC} = 353 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 529.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
2. $\text{THC} = 338 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 507 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
3. $\text{THC} = 441 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 661.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

3. P1 (Pencampuran pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 5 g)

1. $\text{THC} = 184 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 276 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
2. $\text{THC} = 198 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 297 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
3. $\text{THC} = 216 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 324 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

4. P2 (Pencampuran pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 10 g)

1. $\text{THC} = 141 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 211.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
2. $\text{THC} = 125 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 187.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
3. $\text{THC} = 162 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 243 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

5. P3 (Pencampuran pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 15 g)

1. $\text{THC} = 138 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 207 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
2. $\text{THC} = 134 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 201 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$
3. $\text{THC} = 159 \times 5 \times 10^4 \times 3 / 10$
 $= 238.5 \times 10^4 \text{ sel/mm}^3$

Lampiran 3. Uji F pada Total Hemosit Count (THC) Pada Udang *L. vannamei*

A. Uji F

Ulangan	Perlakuan				
	K +	K -	5g	10g	15g
1	120×10^4	529×10^4	276×10^4	211.5×10^4	207×10^4
2	157×10^4	507×10^4	297×10^4	187.5×10^4	201×10^4
3	226.5×10^4	661.5×10^4	324×10^4	243×10^4	238.5×10^4
total	503.5×10^4	1697.5×10^4	897×10^4	642×10^4	646.5×10^4
rata-rata	167.8×10^4	565.8×10^4	299×10^4	214×10^4	215.5×10^4

B. ANOVA (Analysis Of variance)

Model Linier :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana : $i = 1, 2, 3, 4, 5$ dan $j = 1, 2, 3$

Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Rata-rata

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Hipotesis yang diuji adalah :

H_0 : Tidak ada perlakuan yang berpengaruh terhadap respon pemberian dosis ekstrak rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) terhadap pertahanan udang yang diamati.

H_1 : Paling sedikit ada satu perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap respon (minimal ada satu dosis ekstrak rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) yang memberikan pengaruh terhadap sistem pertahanan udang).

Taraf signifikansi : 5%

Statistik Uji:

Perlakuan	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Pemberian dosis ekstrak rumput laut	307159,1	4	76789,78	32,90567	0,000
Residual	23336,33	10	2333,633		
Total	330495,4	14			

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang nyata terhadap THC, hal ini diperoleh berdasarkan nilai signifikansi yang lebih kecil dari alfa ($0.00 < 0.05$). Untuk mengetahui pemberian dosis mana yang memberikan pengaruh terhadap sistem pertahanan udang maka dilakukan uji selanjutnya yaitu uji Duncan. Uji Duncan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan pengaruh pada perlakuan.

C. Uji Duncan

THC					
	perlakuan	N	Subset		
			1	2	3
Duncan ^{a,b}	1	3	167,8333		
	4	3	214,0000	214,0000	
	5	3	215,5000	215,5000	
	3	3		299,0000	
	2	3			565,8333
	Sig.			,275	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2333,633.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b. Alpha = 0,05.

Perlakuan	Rata – rata	Notasi
1 (K+)	167,8333	a
4 (dosis ekstrak 10 g)	214,0000	ab
5(dosis ekstrak 15 g)	215,5000	b
3 (dosis ekstrak 5 g)	299,0000	b
2 (K-)	565,8333	c

Dari ketiga perlakuan maka memberikan perbedaan terhadap Total Hemosit Count (THC) pada udang vannamei (*L.vannamei*) yang terdeteksi WSSV. Apabila dilihat dari rata-rata dari ketiga pemberian dosis ekstrak rumput laut yaitu 5 g, 10 g, dan 15 g. Rata-rata jumlah Total Hemosit Count (THC) pada udang yang

terdeteksi WSSV, maka pemberian dosis paling efektif yaitu pada pemberian ekstrak rumput laut 10 g kedalam campuran pakan.



Lampiran 5. Kegiatan Selama Penelitian.

No	Kegiatan penelitian	Kegiatan selama penelitian
1	Penyiponan media air pemeliharaan	
2	Pengamatan sampel THC udang.	
3	Pembuatan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	
4	Sampel udang Vannamei	