

**PENGARUH EKSTRAK (*Gracilaria verrucosa*) TERHADAP AKTIVITAS
FAGOSITOSIS UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) YANG
TERINFEKSI WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)**

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

Oleh :
**AHMAD WARIS MUHAJIRIN
NIM. 115080101111044**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGARUH EKSTRAK (*Gracilaria verrucosa*) TERHADAP AKTIVITAS
FAGOSITOSIS UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) YANG
TERINFEKSI WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)**

**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 :

**AHMAD WARIS MUHAJIRIN
NIM. 115080101111044**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGARUH EKSTRAK (*Gracilaria verrucosa*) TERHADAP AKTIVITAS
FAGOSITOSIS UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) YANG
TERINFEKSI WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)**

Oleh:

AHMAD WARIS MUHAJIRIN
NIM.115080101111044

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Agustus 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

(Ir. Herwati Umi S. MS)
NIP. 19520402 198003 2 001
Tanggal :

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**

(Dr.Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si)
NIP. 19730702 200501 2 001
Tanggal :

Dosen Penguji II

(Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, MSi.)
NIP. 19730404 200212 2 001
Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(Andi Kurniawan., S.Pi, M.Eng, D.Sc)
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

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 penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Agustus 2015

Mahasiswa

Ahamad Waris Muhajirin



UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Sujud dan terimakasih yang sangat dalam saya persembahkan kepada Ibuku (Mudawamah) dan Ayahku (M. Supaini) serta adik saya (Fahillia Emilda A) tercinta sebagai inspiring sistem dan atas dorongan yang kuat baik materiil ataupun immaterial, kebijaksanaan dan doa yang tiada henti.
3. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang yang telah memberikan fasilitas kuliah untuk dapat menunjang proses kegiatan Skripsi.
4. Bapak Dr.Ir. Mulyanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumber daya Perairan dan Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumber daya Perairan
5. Ibu Dr. Yuni Kilawati S.Pi., M.Si dan Bapak Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan wawasan selama penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman MSP 2011, Febrian Kp, M. Ilham, Fandi, Arif, Resya, Krisna, Rudi, Uyan, Nia, Dito Aditia, Inayatius S, Nudia, Inggit, Rere, Serta TIM penelitian Toto, Shinta, dan Riska yang selalu membantu selama penelitian berlangsung walaupun dengan kondisi lapang yang panasnya ekstrim, kalian tidak bosan maupun jenuh dan selalu setia menemani penelitian hingga bimbingan.

Malang, Agustus 2015

Penulis

RINGKASAN

Ahmad Waris Muhajirin. Pengaruh ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi virus wssv (*White Spot Syndrome Virus*) (di bawah bimbingan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si** dan **Andi Kurniawan S.Pi., M.Eng., D.Sc**)

Gracilaria verrucosa merupakan penghasil agar, setiap jenis *Gracilaria* spp. Menghasilkan agar dengan persentase kandungan dan kekuatan gel nya 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 *immunomodulatory*. Pada ekstrak rumput laut *Gracilaria verrucosa* dapat menstimulasi hemosit udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*), sehingga akan meningkatkan aktifitas fagositosis dalam melawan penyakit atau benda asing yang masuk kedalam tubuhnya. Menurut Anderson (1992), Pemberian imunostimulan harus memperhatikan dosis optimal yang digunakan, Hal ini dikarenakan dosis imunostimulan yang tinggi dapat menekan mekanisme pertahanan, dan dosis yang rendah bisa tidak efektif atau tidak cukup untuk memberikan respon imun. Hal yang penting dalam pemberian imunostimulan ialah durasi periode dalam pemberian imunostimulan untuk dicapai proteksi yang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Pengaruh ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi virus wssv (*White Spot Syndrome Virus*).

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 verrucosa*, P1 berisi udang yang diinfeksi WSSV dan perlakuan pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 5 g/kg, P2 yang merupakan udang yang diinfeksi WSSV dan perlakuan pakan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 10 g/kg. Serta P3 merupakan perlakuan pakan yang dicampur dengan *Gracilaria verrucosa* 15 g/kg. Organisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebanyak 50 ekor udang sehat yang sudah dewasa umur 60 hari dan di pelihara di 15 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 sebelum diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan sesudah diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan di campur ke dalam pakan, diakhir perlakuan dilakukan pengamatan terhadap 3 udang di tiap perlakuan untuk aktivitas fagositosis pada hemolim udang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap aktivitas fagositosis dan meningkatkan sistem imun udang vaname yang terinfeksi WSSV. Pencampuran dengan pakan komersial pada dosis 10 g/kg lebih efektif dalam meningkatkan sistem imun udang terhadap aktifitas fagositosis udang vaname. Hal ini berdasarkan hasil penghitungan sel pada hemolim udang yang telah diberi perlakuan. Saran yang diberikan dalam penelitian ini yaitu sebaiknya petambak budidaya udang vaname lebih mengutamakan penggunaan bahan alami seperti, ekstrak *Gracilaria verrucosa* dalam peningkatan sistem imun udang yang dipelihara di tambak agar meminimalisir menularnya virus WSSV pada udang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul Pengaruh ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi virus wssv (*White Spot Syndrome Virus*). Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

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, Agustus 2015

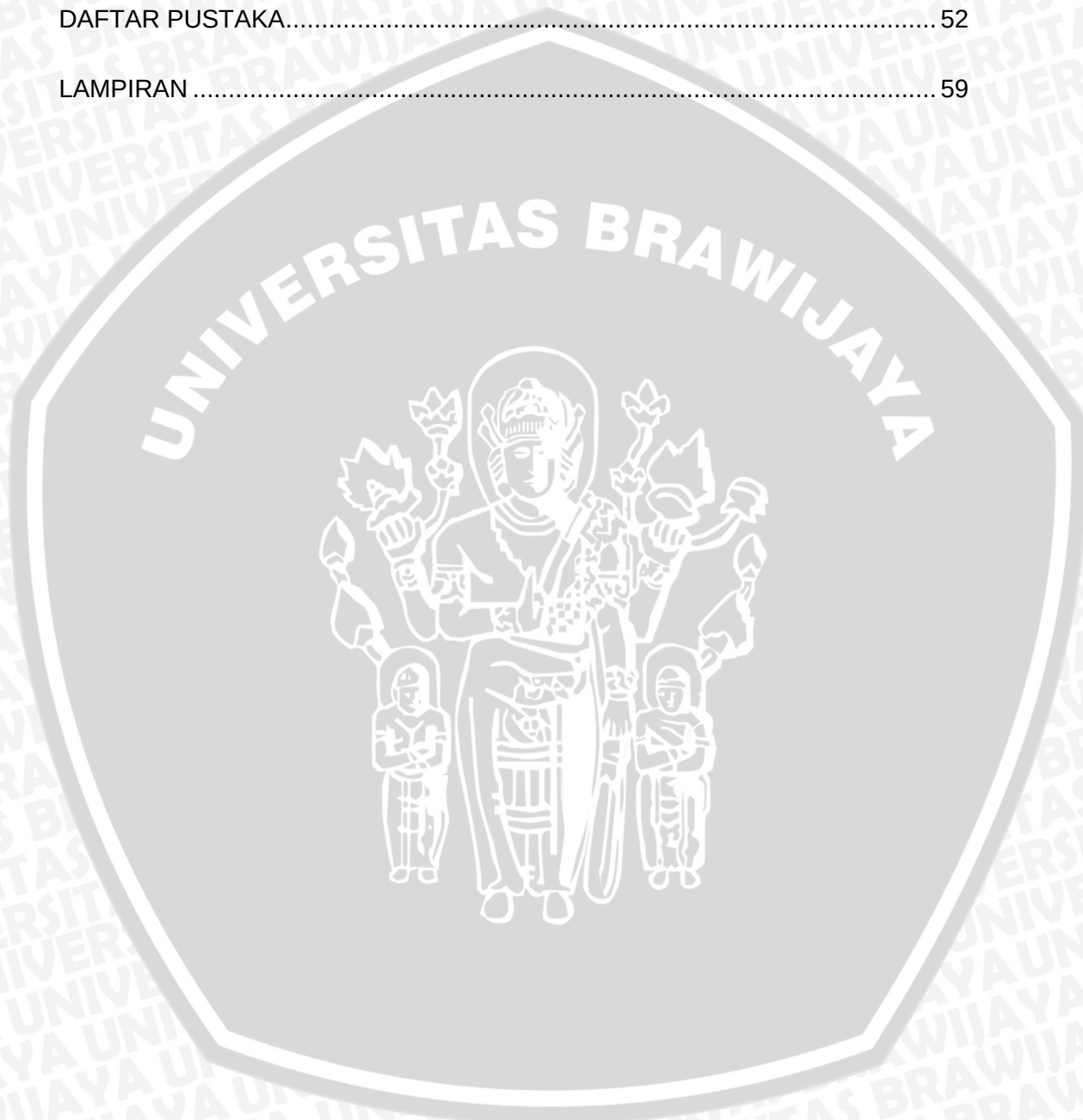
Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	6
2.1.1 Morfologi Udang Vaname	7
2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname	8
2.1.3 Kebiasaan Makan	9
2.2 Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i>	10
2.2.1 Klasifikasi <i>Gracilaria verrucosa</i>	10
2.2.2 Morfologi <i>Gracilaria verrucosa</i>	11
2.2.3 Habitat <i>Gracilaria verrucosa</i>	12
2.2.4 Kandungan dan Manfaat <i>Gracilaria verrucosa</i>	13
2.2.5 Bahan aktif <i>Gracilaria verrucosa</i>	13
2.3 Penyakit pada Udang Vaname	14
2.3.1. WSSV (White Spot Syndrome Virus)	15
2.4 Imunostimulan	18
2.4.1 Mekanisme Pertahanan Udang	19
2.5 Hemosit	20

2.6 Aktivitas Fagositosis.....	21
2.7 Kualitas Air	21
2.7.1 Suhu	21
2.7.2 Salinitas	22
2.7.3 pH.....	23
2.7.4 DO	24
3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Materi Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	25
3.3.1 Data Primer	26
3.3.2 Data Sekunder.....	26
3.4 Metode Penelitian.....	26
3.5 Teknik Pengambilan Sampel.....	28
3.5.1 Tahap-tahap Penelitian.....	28
3.6. Pengamatan Aktivitas Fagositosis (%) (Van de Braak, 1996).....	32
3.7 Metode Pengukuran Kualitas Air	33
3.7.1 Suhu (Subarijanti, 1990)	33
3.7.2 Salinitas (Hariyadi <i>et al.</i> , 1992)	33
3.7.3 pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)	34
3.7.4 Oksigen Terlarut (DO) (Suprpto, 2011)	34
3.8 Metode Analisis Penelitian	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Parameter Kualitas Air	36
4.1.1 Parameter Fisika.....	37
4.1.2 Parameter Kimia.....	37
4.2 Pengamatan Makroskopik Udang Vaname	40
4.2.1 Udang Kontrol sehat (K+)	40
4.2.2 Udang Kontrol (K-).....	41
4.2.3 Perlakuan P1 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 5 g/kg).....	42
4.2.4 Perlakuan P2 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 10g/kg).....	42
4.2.5 Perlakuan P3 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> 15g/kg).....	43
4.3 Pengamatan Mikroskopik Udang Vaname.....	43
4.4 Aktivitas Fagositosis udang <i>L.vannamei</i> dengan pemberian ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	44

4.5 Analisa Uji F	47
5. KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	59



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rancangan perlakuan uji imunostimulan.....	27
2. Data parameter kualitas air	36
3. Hasil pengamatan aktifitas fagositosis pada mikroskop cahaya menggunakan haemocytometer.	44
4. Data aktifitas fagositosis	45
5. Sidik ragam terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> terhadap aktifitas fagositosis udang vaname.	48
6. Uji BNT yang dilakukan pada pengaruh perbedaan pemberian ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> terhadap aktifitas fagositosis udang vaname.	49



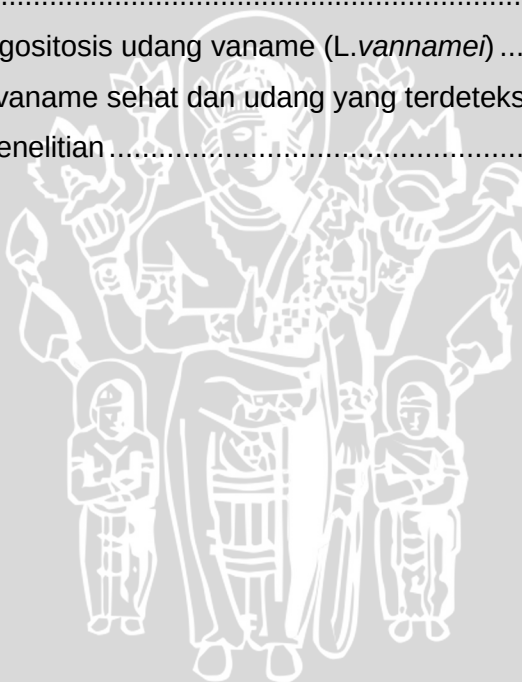
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi udang vannamei.....	6
2. Morfologi <i>Litopenaeus vannamei</i> (Primavera, 1994 dalam Risaldi, 2011)	8
3. Daur hidup udang penaeid (Susetiono, 1987)	9
4. <i>Gracilaria verrucosa</i> (Google image,2015).....	11
5. Denah Penelitian.....	27
6. Aktivitas Fagositosis terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i> terhadap aktivitas fagositosis udang vaname.	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	59
2. Alat yang digunakan penelitian	62
3. Bahan yang digunakan penelitian.....	63
4. Uji perlakuan menggunakan one way	62
5. Anova (Analysis Of variance).....	65
6. Uji LSD	66
7. Grafik rata-rata aktifitas fagositosis	67
8. Uji F	68
9 Uji BNT.....	68
10. Gambar aktifitas fagositosis udang vaname (<i>L.vannamei</i>)	69
11. Perbedaan udang vaname sehat dan udang yang terdeteksi WSSV	71
12. Kegiatan selama penelitian	7



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Keterbatasan ilmu pengetahuan serta minimnya minat berbudidaya, menyebabkan hasil perikanan budidaya terutama udang di Indonesia masih dinilai belum maksimal. Padahal jika dilihat dari segi ekonomi, usaha budidaya tambak udang tidak kalah dengan usaha perikanan lain. Menurut Kordi dan Tancung (2007) bahwa tambak merupakan wilayah yang dibentuk manusia guna berfungsi sebagai wadah pemeliharaan ikan dan udang. Istilah tambak atau empang sering merujuk pada kolam yang dibuat manusia di tepi pantai yang diisi dengan air laut ataupun air payau (campuran air laut dengan air tawar).

Udang vaname merupakan komoditas perikanan yang sangat menguntungkan, jika dibandingkan dengan jenis udang lainnya. Udang vaname memiliki keunggulan antara lain dapat beradaptasi pada lingkungan dengan suhu yang rendah, memiliki kisaran salinitas yang luas (*eurihalin*) dan laju pertumbuhan yang relatif cepat. Berdasarkan keunggulan tersebut, udang vaname memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan dalam budidaya.

Namun dalam usaha budidaya tersebut ada faktor yang dapat yang harus diperhatikan terhadap keberhasilan budidaya udang yaitu adanya penyakit. Penyakit merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya udang vaname (*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 dalam Ridlo dan Pramesty, 2009).

Budidaya udang akhir-akhir ini mengalami berbagai masalah salah satunya adalah kegagalan panen yang sangat merugikan bagi petani tambak. Tingginya tingkat kematian pada udang vaname diakibatkan oleh penyakit. Penyakit merupakan suatu proses hasil interaksi antar inang (udang), jasad penyakit (patogen), dan lingkungan. Jika hubungan antara ketiga faktor tersebut seimbang, tidak akan timbul penyakit. Sebaliknya, interaksi yang tidak serasi akan menyebabkan stres pada udang, sehingga mekanisme pertahanan diri yang dimilikinya akan lemah dan akhirnya mudah terserang penyakit. Beberapa penyakit terutama virus dan bakteri sangat berbahaya bagi kelulushidupan udang vaname. Penyebaran penyakit virus dapat berlangsung secara vertikal (dari induk kepada benih), horizontal (udang yang terserang ke udang lain) dan gabungan dari kedua-duanya (Kordi, 2007).

Saat ini banyak tambak udang intensif yang terserang penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen berupa virus, bakteri, parasit dan jamur. Secara alamiah, organisme patogen tersebut sudah berada dalam perairan. Ketika kualitas perairan dan kualitas pakan menurun akan menyebabkan organisme patogen mudah menyerang biota budidaya. Tingkat patogenitas (virulensi) masing-masing jenis organisme patogen berbeda, walaupun ditimbulkan oleh jenis yang sama. Hal tersebut sangat bergantung pada jenis dan ukuran udang yang diserang, serta kondisi lingkungan perairan lokasi serangan. Pada tambak udang intensif, efek patogenitas akan semakin meningkat karena penerapan tingkat kepadatan yang tinggi, lingkungan buruk, serta manajemen pemberian pakan yang tidak tepat dan sesuai (Yanto, 2006).

Menurut Trobos (2011), *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) merupakan penyakit yang akhir-akhir ini menyerang pembudidaya tambak udang vaname. Penyakit tersebut menyebabkan merosotnya target produksi udang. Cara yang dapat ditempuh untuk meminimalisir kejadian tersebut dapat dilakukan dengan

menjaga salinitas (kadar garam), Suhu, pH, DO (oksigen terlarut) air di tambak. Tingkat salinitas mempunyai hubungan yang sangat erat dengan daya tahan udang terhadap penyakit. Apabila terjadi perubahan salinitas secara mendadak, akan mengakibatkan udang stres, sehingga dengan mudah udang terserang penyakit. Pengendalian virus dapat dilakukan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami. Hal ini dibuktikan menurut Johny *et.al.*, (2005), salah satu upaya penanggulangan dan pencegahan penyakit udang adalah melalui peningkatan sistem pertahanan tubuh udang dengan menggunakan imunostimulan. Untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh udang, salah satu bahan alami yang digunakan untuk immunostimulan ialah rumput laut.

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 (Alamsyah *et al.*, 2009).

Menurut Chkhikvishvili dan Ramazanov (2000), bahwa *Gracilaria verrucosa* merupakan jenis rumput laut budidaya yang 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* adalah senyawa fenol.

Uji efektivitas rumput laut *G. verrucosa* sebagai imunostimulan sistem pertahanan tubuh udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dapat dilakukan dengan pengamatan terhadap sistem kekebalan tubuh, dengan menganalisa aktifitas fagositosis dengan mengamati kerusakan jaringan darah secara mikroskopis yang diakibatkan oleh infeksi penyakit.

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu adanya penelitian tentang ekstrak rumput laut (*gracilaria verrucosa*) sebagai sistem imun pada udang vaname yang terinfeksi virus *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), melalui pengamatan darah secara mikroskopik dari udang yang diperoleh dari tambak air tawar dan air laut. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk budidaya udang vaname kedepannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat meningkatkan respon imun pada udang vaname ?
2. Bagaimana pengaruh pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis pada udang vanamei ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan ekstrak rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) sebagai imunostimulan terhadap kerusakan jaringan darah udang vaname (*Litopennaeus vannamei*) yang terdeteksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV).

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap respon imun pada udang vaname.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis pada udang vaname.

1.4 Kegunaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Pemerintah, dapat digunakan sebagai sumber informasi pendukung dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka perbaikan komoditas udang vaname.
2. Bagi pembudidaya udang vaname memberikan alternatif lain yang lebih murah dan tidak menyebabkan resisten dalam meningkatkan sistem imunostimulan udang.
3. Mahasiswa atau kaum intelektual, diharapkan sebagai tambahan sumber pengetahuan dan pengalaman kerja dalam memahami permasalahan yang ada di lapang dengan memadukan teori yang didapat di bangku perkuliahan.

1.5 Tempat dan Waktu

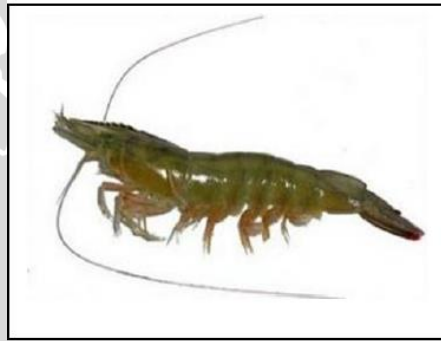
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan Universitas Brawijaya Malang serta Laboratorium Parasit dan Penyakit ikan untuk mengetahui aktifitas fagositosis yang menyerang udang vaname. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Juni 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Farfante dan Kensley (1997), klasifikasi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Malacostraca
Order	: Decapoda
Family	: Penaeidae
Genus	: Litopenaeus
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>



Gambar 1. Morfologi udang vannamei

(Sumber : Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011)

Udang dikenal sebagai hewan bersifat *omnivorous scavenger* artinya yaitu pemakan segala bahan makanan dan bangkai. Dengan cara memeriksa isi usus, mengindikasikan bahwa udang bersifat karnivora yang memangsa berbagai krustasea renik amipoda, dan polychaeta (cacing). Di alam, udang bersifat karnivora yang memangsa krustasea kecil, amipoda, polychaeta (cacing). Namun dalam tambak, udang ini memakan makanan tambahan berupa detritus (Manoppo, 2011).

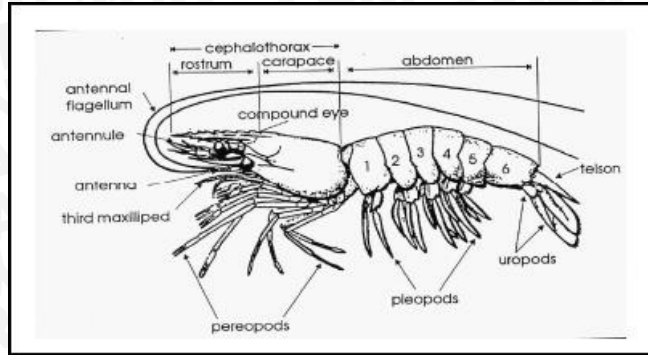
2.1.1 Morfologi Udang Vaname

Litopenaeus vannamei merupakan krustasea 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 kerapas yang berkembang menutupi bagian kepala dan dada menjadi satu (*cephalothorax*). Udang vaname memiliki 2 gigi pada tepi rostrum bagian ventral dan 8 - 9 gigi pada tepi rostrum bagian dorsal (Sutrisno *et al.*, 2010).

Menurut Haliman dan Dian (2006) dalam Yuniasari (2009), bagian tubuh udang vaname terdiri dari kepala (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Kepala udang vaname terdiri dari antenula, antena, mandibula, dan sepasang *maxillae*. Kepala udang vaname juga dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan (*periopod*), dimana kaki jalan ini terdiri dari 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxilliped*. Perut udang vaname terdiri dari 6 ruas dan juga terdapat 5 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang *uropods* yang membentuk kipas bersama-sama *telson*.

Menurut Suyanto dan Mudjiman (2006), tubuh udang yang dilihat dari luar terdiri dari bagian, yaitu bagian depan yang disebut *cephalothorax*, karena menyatunya bagian kepala dan dada serta bagian belakang (perut) yang disebut *abdomen* dan terdapat ekor (*uropod*) di ujungnya.

Jenis kelamin udang mudah dibedakan dengan melihat ciri luarnya. Alat kelamin udang betina disebut *thelcum* yang terdapat di antara kaki jalan (*pereopoda*) keempat dan kelima. *Thelcum* ini membentuk garis tipis dan akan melebar setelah terjadi fertilisasi (perkawinan). Sementara itu alat kelamin jantan disebut dengan *petasma* yang berupa tonjolan di antara kaki renang pertama (Amri, 2004). Bentuk morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi *Litopenaeus vannamei* (Primavera, 1994 dalam Risaldi, 2011)

2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname

Secara alami, dilihat dari siklus hidupnya, *Litopenaeus vannamei* tergolong dalam spesies katadromus. Udang dewasa hidup di laut terbuka dan udang muda bermigrasi ke arah pantai. Di habitat aslinya, udang mengalami matang gonad, kawin dan bertelur pada perairan lepas pantai sampai dengan kedalaman sekitar 70 meter, dengan kisaran suhu 26 – 28°C dan salinitas sekitar 35 ppt (Wyban dan Sweeney, 1991).

Menurut Susetiono (1987), secara umum siklus hidup udang dibedakan dalam dua fase yakni fase tengah laut dan fase perairan payau:

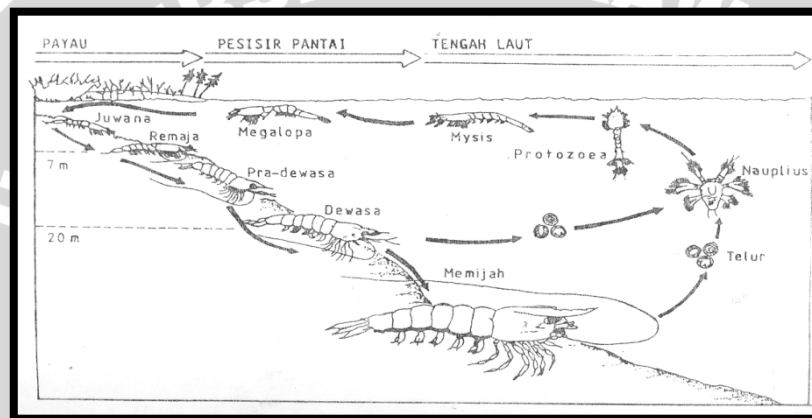
a. Fase di tengah laut

Fase ini lebih dikenal dengan fase peneluran. Seekor induk udang dewasa dapat menghasilkan telur sebanyak 248.000 – 811.000 dengan diameter telur 0,29 mm. Telur ini biasanya dilepas pada malam hari. Telur yang telah dibuahi akan menetas dalam waktu 12 jam setelah dilepaskan. Telur menetas menjadi anakan udang yang disebut *nauplius*. Setelah mengalami pergantian kulit beberapa kali berubah menjadi zoea. Anakan udang pada stadia zoea ini mulai menangkap makanan dari sekelilingnya. Stadia berikutnya adalah stadia *mysis*. Setelah *mysis* mengalami metamorfose maka berubah menjadi post larva.

Pada stadia terakhir ini anakan udang yang masih planktonik mulai migrasi ke perairan pantai khususnya ke muara sungai.

b. Fase di perairan payau

Sesampainya post larva di perairan pantai, hidupnya mulai merayap atau menempel ke benda – benda di dasar perairan. Setelah mengalami pergantian kulit beberapa kali, post larva berubah menjadi juwana kemudian udang dewasa yang selanjutnya memijah ke laut. Habitat dan siklus hidup pada udang penaeid dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Daur hidup udang penaeid (Susetiono, 1987)

2.1.3 Kebiasaan Makan

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

Oceanic institute di Hawaii membuktikan bahwa bakteri dan alga 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. Vaname* yang dipelihara di dalam kolam/bak yang

berair sangat bersih. Catatan ini membuktikan bahwa udang tumbuh optimum di kolam karena adanya komunitas microbial (Wyban dan Sweeney, 1991). Udang vaname memerlukan pakan dengan kandungan protein sebanyak 35%. Jumlah ini lebih rendah dibandingkan dengan kebutuhan udang lain seperti *P.monodon*, dan *P.japonicus* yang kebutuhan protein pakannya mencapai 45% untuk tumbuh baik (Dirjen Perikanan Tangkap, 2011). Kandungan asam amino yang masuk dalam kategori protein yang diberikan pada udang harus seimbang, karena pada saat *molting*, udang kehilangan sekitar 50-80% protein tubuh. Asam amino esensial yang dibutuhkan udang adalah arginina, histidina, isoleusina, leusina, lisina, metionina, fenilalanina, threonina, triptofan, dan valina.

2.2 Rumput Laut *Gracilaria verrucosa*

2.2.1 Klasifikasi *Gracilaria verrucosa*

Menurut Trono (1998), 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.

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 (Anggadireja *et al.*, 2008). Berikut Gambar 4 *Gracilaria verrucosa*:



Gambar 4. *Gracilaria verrucosa* (Google image, 2015)

Gracilaria sendiri merupakan rumput laut yang 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 sangu (Bali). Dalam kehidupan sehari-hari, agar-agar dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti puding, jely (makanan ringan) dan sebagainya (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Menurut Graville (1830) dalam Rizka (2014), bahwa secara taksonomi rumput laut jenis *Gracilaria* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

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

2.2.2 Morfologi *Gracilaria verrucosa*

Menurut Dirjen perikanan (2004), menyatakan *Gracillaria verrucosa* merupakan algae *bentik* yaitu algae yang tumbuh menancap atau melekat pada substrat. Tumbuhan ini memiliki *thalus* 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 saling berdekatan di daerah basal (pangkal). Cabang – cabang pertama dan kedua tumbuh membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari. Cabang – cabangnya memanjang dan melengkung (Ditjenkanbud, 2005).

2.2.3 Habitat *Gracilaria verrucosa*

Menurut Hendrajat, *et al* (2010), *Gracilaria verrucosa* termasuk rumput laut yang bersifat euryhaline, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan bersalinitas 15 -30 ppt, dengan begitu *Gracilaria verrucosa* dapat dibudidayakan di daerah pantai atau tambak, kemudian sangat mudah dibudidayakan dengan kondisi lingkungan yang berbeda dengan kondisi perairan di laut. Kemudian *Gracilaria verrucosa* dapat mentolerir kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan aslinya, seperti salinitas terendah 15 g/L dan tertinggi 50 g/L (Aslan, 1991 dalam Rukmi *et al.*, 2012).

Gracilaria verrucosa merupakan salah satu jenis alga merah (*Rhodophyta*) yang tumbuh di daerah litoral dan sublitoral, 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. Daerah sebaran *Gracilaria* di Indonesia meliputi Kepulauan Riau, Bangka, Sumatera selatan, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, pulau Bawean, Kalimantan, Sulawesi selatan dan Maluku.

2.2.4 Kandungan dan Manfaat *Gracilaria verrucosa*

Sebagai sumber gizi, rumput laut terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%), serta serat kasar (3%). Selain itu, rumput laut 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 antara lain 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, 2003).

G. verrucosa merupakan bahan alami yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena memiliki kandungan berupa komponen agar yang di dalamnya terdapat senyawa polisakarida (Anggadiredja, 2006). 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) dalam Rustikawati (2012), menyatakan bahwa dinding sel rumput laut berisi polisakarida yang berlimpah, dibentuk oleh gula netral dan gula asam yang juga terdapat pada tumbuhan darat.

Polisakarida dapat meningkatkan komponen sistem imun pada ikan dan meningkatkan proteksi terhadap infeksi bakteri. Rumput laut mengandung metabolit yang bersifat hidrokoloid seperti karagenan, agar dan alginat yang digunakan sebagai bahan aditif dalam industri farmasi (Angadiredja *et al.*, 2006).

2.2.5 Bahan aktif *Gracilaria verrucosa*

Gracilaria verrucosa merupakan rumput laut yang dapat dimanfaatkan sebagai agar. Setiap jenis *Gracilaria* menghasilkan agar dengan persentase kandungan dan kekuatan gel 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 proses *immunomodulatory*. Polisakarida yang terdapat pada alga merah biasanya berisi galaktosa maupun galaktan bersulfat (Naidu, 2000 dalam Jasmanindar, 2009).

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

2.3 Penyakit pada Udang Vaname

Menurut Kordi dan Tancung (2007), kualitas air adalah faktor vital dalam mendukung serangan penyakit terhadap udang peliharaan. Semua udang budidaya telah membawa organisme patogen di dalam tubuhnya. Disamping itu, organisme patogen juga ada di dalam perairan. Organisme patogen akan berkembang lebih cepat pada kualitas air yang buruk. Populasi organisme patogen yang besar sangat membahayakan udang budidaya. Disamping itu, penurunan kualitas air dapat menurunkan kekebalan tubuh udang peliharaan.

Virus merupakan ancaman serius bagi budidaya udang, karena dapat menyebabkan kematian udang secara massal dalam waktu singkat. Faktor pemicu munculnya virus yaitu faktor nutrisi, lingkungan dan genetika. Beberapa virus yang menjadi permasalahan budidaya udang vaname belakangan ini yakni *Taura Syndrome Virus* (TSV), *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), dan *Infectious Mionecrosis Virus* (IMNV) (Gunarto dan Mansyur, 2010).

Virus merupakan *patogen obligate* yang hanya dapat hidup dan berkembang dalam jaringan inang. Virus mengalami beberapa tahap perkembangan dalam sel inang sebagaimana menurut Brock, (1994) yaitu (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.

2.3.1. WSSV (White Spot Syndrome Virus)

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 beruntai 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. Kemudian ditambahkan oleh pernyataan 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). Menurut 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 dan Chan, 1976 dalam Firmansyah, 2002). Menurut Fenner *et al* (1987) dalam Depita (2004), virus merupakan parasit obligat 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).

Replikasi WSSV bisa terjadi pada beberapa bagian sel dengan nukleus sebagai letak utama virus bereplikasi (Wang *et al.*, 2000 dalam Kilawati dan Win, 2009). Akan tetapi pertumbuhan dan kematangan partikel-partikel virus setelah diamati berkali-kali, berada di dalam sitoplasma dari folikel sel. Salah satu organ yang merupakan sasaran dari WSSV adalah usus. Pada sel-sel lapisan usus bagian lingkaran dalam mudah sekali rusak dan ikut aliran pakan dan feces keluar tubuh udang. Dengan demikian feses akan menjadi perantara penularan white spot pada udang-udang lain dan menyebabkan infeksi cepat dan akut karena mampu menginfeksi lewat mulut (Priatni *et al.*, 2006).

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, rostrum, pereopod, pleopod dan ekor yang kerusakannya mencapai 20% (Priati *et al.*, 2006).

Menurut Rocman (1995) dalam Alifudin (2003), Tanda-tanda klinis udang yang terserang *White Spot Disease* antara lain terdapat bintik putih pada bagian karapas, penurunan konsumsi makanan, lethargi dan pada udang yang terinfeksi secara akut tubuhnya akan menunjukkan warna merah muda sampai coklat kemerahan karena perubahan kromatofor kutikula (Firmansyah, 2002). 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. Karakteristik perubahan seluler akibat infeksi virus WSSV

adalah terjadinya pembengkakan inti sel (hipertropi), 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.

2.4 Imunostimulan

Imunostimulan merupakan salah satu alternatif yang aman dan murah untuk mengatasi patogen yang disebabkan oleh virus. Imunostimulan biasanya berasal dari nukleotida polipeptida atau polisakarida seperti senyawa fucoidan hasil ekstraksi yang dapat mengurangi serangan WSSV Nukleotida polipeptida maupun polisakarida merupakan gugus protein yang dibentuk dari beragam polimer asam amino. Salah satu fungsi asam amino yang merupakan molekul penting dalam tubuh organisme adalah sebagai sistem pertahanan dan resistensi organisme terhadap patogen. Informasi sekuen asam amino antiviral dari hasil translasi sekuensing produk PCR beserta primer khusus anti WSSV sangat penting sebagai dasar dalam mempelajari lebih jauh hubungan sekuen dan jenis asam amino yang membentuk domain fungsional sebagai anti WSSV dalam meningkatkan kekebalan tubuh terhadap patogen (Supriatna, 2014).

Imunostimulan biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikroba seperti glokulan dan lipopolisakarida atau sel bakteri yang telah dimatikan. Hal yang membuat kurangnya nilai akan penggunaan imunostimulan sebagai aktifasi terhadap kekebalan tubuh organisme dikarenakan harga yang relatif mahal. Pada saat ini dengan mahalnya imunostimlan maka dicari sumber alternatif lain yang lebih murah dan mudah penangannya yaitu tumbuhan herba (Ridlo, 2009).

Imunostimulan yang umum digunakan merupakan organisme yang tidak virulen. Bahan yang mampu digunakan sebagai imunostimulan antara lain berasal dari bahan kimia sintetik, derivat bakteri polisakarida, vitamin, ekstrak tumbuhan dan hewan (Ermantianingrum *et al.*, 2013).

2.4.1 Mekanisme Pertahanan Udang

Mekanisme dasar pertahanan tubuh organisme adalah mekanisme kekebalan spesifik dan non spesifik (Bratawidjaya, 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 secara spesifik maupun non spesifik (Alifuddin, 2002). Udang tidak memiliki Immunoglobulin yang dapat mendeteksi adanya benda asing yang masuk.

Lapisan kutikula merupakan organ pertahanan pertama yang memegang peranan penting dalam melawan patogen potensial dan kerusakan fisik. Kutikula terdiri dari lipid, protein, dan kalsium yang menutupi insang, esofagus dan abdomen (Alday-sanz, 1995 *dalam* Depita, 2004).

2.5 Hemosit

Hemosit mempunyai peran esensial dalam melindungi crustacean, serangga, dan invertebrate lain dari parasite dan infeksi patogen. Mekanisme respon utama mereka meliputi fagositosis, formasi nodule, enkapsulasi, dan tingkat toksik (Soderhall dan Cerenius 1992 dalam Ajam-Hassani 2013).

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. 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 Pheonoloksidase (PO) yang merupakan salah satu komponen penting dalam sistem imun udang windu. Enzim protease juga berperan dalam mendegradasi mikroba ketika terjadi proses fagositosis. 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 Aktifitas Fagositosis

Fagositosis adalah proses digesti bahan partikel terutama bakteri ke dalam sitoplasma sel darah. Pola peningkatan prosentase indek dari fagositosis adalah fungsi dari peningkatan total leukosit maupun presentasi jenis leukosit masing-masing pada limfosit, monosit, dan neutrofil. Aktifitas fagositosis menunjukkan jumlah total dari sel fagosit yang aktif dibandingkan dengan jumlah sel fagosit yang teramati. Proses fagositosis terjadi apabila kontak antara partikel dengan permukaan sel fagosit sehingga terkurung dalam sitoplasma sel, terletak dalam vakuola yang dilapisi membran (fagosom). Lisosom yang ada di dekatnya melebur ke dalam fagosom dan mengeluarkan enzim-enzim membentuk fagolisosom atau lisosom sekunder sehingga bakteri atau partikel tersebut mati dan hancur dalam sel fagosit tersebut. Membran sel kemudian mengalami invaginasi dimana dua lengan sitoplasma menelan partikel (Hastuti, 2012).

2.7 Kualitas Air

2.7.1 Suhu

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah daya larut oksigen di dalam air dan sebaliknya (Boyd, 1981). Berdasarkan sumber dari Standar Nasional Indonesia (SNI) no 7310 (2009), suhu optimal kualitas air pembesaran udang vaname adalah 28-32°C. Selain itu, ada pula yang berpendapat bahwa suhu yang cocok pada pertumbuhan udang vanname adalah 23°C s/d 30°C (Amri dan Kanna, 2008). Menurut Ahmad (1991) dalam Adiwidjaya *et al.*, (2008), nilai suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan udang secara umum berkisar antara 28,0°C s/d 31,5°C. Pada suhu dibawah 25°C nafsu maka udang berkurang.

Menurut Kordi dan Tancung (2007), pengaruh suhu secara tidak langsung yang lain adalah mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi pula laju metabolisme udang yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya, padahal kenaikan suhu tersebut dapat mengurangi daya larut oksigen dalam air. Setiap kenaikan suhu 10°C akan mempercepat laju reaksi kimia sebesar 2 kali.

2.7.2 Salinitas

Menurut Boyd (1982) dalam Kordi dan Tanjung (2007), salinitas adalah kadar seluruh ion-ion yang terlarut dalam air. Salinitas air disebabkan oleh 7 ion utama, yaitu natrium, kalium, kalsium, klorida, sulfat dan bikarbonat (Effendi, 2003). Ion kalium (K) merupakan salah satu unsur pokok yang sedikit ditemukan di perairan payau dan tawar. Kalium (K) termasuk dalam logam esensial biasanya terikat dalam protein termasuk enzim yang berguna dalam proses metabolisme tubuh (Arifin, 2008 dalam Taqwa *et al.*, 2012).

Salinitas berperan dalam pengaturan osmoregulasi. Udang vaname mampu mentolerir pada kisaran salinitas yang lebar yakni berkisar 0,5 – 60 ppt, meskipun udang memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan salinitas, tetapi salinitas optimum untuk pertumbuhan udang vanname adalah 15 s/d 25 ppt (Gunarto dan Nurbaya, 2010). Udang dalam adaptasinya akan kehilangan air melalui difusi keluar badannya pada salinitas tinggi. Udang akan banyak minum air dan menghindari kelebihan garam dengan mekanisme tertentu. Keseluruhan mekanisme itu memerlukan energi ekstra, sehingga dapat menurunkan efisiensi pakan yang dikonsumsi (Septiana, 2013).

Pada salinitas tinggi pertumbuhan udang menjadi lambat karena proses terganggu. Osmoregulasi merupakan proses pengaturan penyeimbang osmosis

antara di dalam dan di luar tubuh udang. Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan udang akan melambat karena energi lebih banyak terserap untuk proses osmoregulasi dibandingkan pertumbuhan (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.7.3 pH

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negative de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hydrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hydrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu (Kordi dan Tancung, 2007). Pada pH rendah kandungan oksigen terlarut akan berkurang akibatnya konsumsi oksigen menurun sehingga aktivitas pernapasan menjadi naik dan selera makan akan berkurang.

Pengaruh langsung dari pH rendah pada udang adalah karapas udang menjadi lembek sehingga tidak dapat membentuk kulit baru. Sedangkan pada pH yang tinggi menyebabkan peningkatan kadar amonia sehingga secara tidak langsung dapat membahayakan udang (Kordi, 2010). Hal tersebut juga disampaikan oleh Ahmad (1991) dalam Adiwijaya *et al.*, (2008), pada pH dibawah 4,5 atau diatas 9,0 ikan atau udang akan mudah sakit dan lemah serta nafsu makan menurun bahkan karapas udang cenderung keropos dan berlumut.

Amri dan Kanna (2008), menyatakan nilai pH yang normal untuk tambak udang berkisar antara 6–9. Nilai pH di atas 10 dapat mematikan udang sedangkan pH di bawah 5 mengakibatkan pertumbuhan udang menjadi lambat. Menurut Budiardi T. (2008) menyatakan pengaruh nilai pH terhadap toksisitas amonia lebih banyak ditemukan pada perairan yang bersifat basa karena amonia lebih mudah terserap ke dalam tubuh udang dan dapat bersifat toksik.

2.7.4 DO

Oksigen merupakan parameter yang penting di suatu perairan. Oksigen terlarut penting untuk kehidupan organisme perairan yang bersifat aerobik, disamping menentukan kecepatan metabolisme dan respirasi dari keseluruhan ekosistem perairan, juga sangat penting bagi kelangsungan hidup serta pertumbuhan biota air termasuk udang.

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 3,5 mg/L (Gunarto dan Hendrajat, 2008). Rendahnya kandungan oksigen terlarut di dalam tambak sering terjadi pada periode musim kemarau yang tidak berangin. Hal tersebut juga terjadi pada malam hari dengan kondisi suhu rendah menyebabkan penurunan kandungan oksigen yang diikuti dengan meningkatnya aktivitas fitoplankton. Kondisi ini ditandai dengan mengambang udang (udang naik ke permukaan air). Cara mengatasinya, dipelukan kincir agar kandungan oksigen terlarut di dalam tambak dapat naik serta adanya pergantian air tambak (Amri, 2003).

Tingkat konsumsi udang akan menurun apabila kebutuhan oksigen dalam air tidak terpenuhi dan mengakibatkan penurunan kondisi kesehatan udang bahkan hingga menyebabkan kematian (Budiardi T. 2008).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang diambil dari tambak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Sedangkan hewan uji menggunakan udang vaname (*Litopanaeus vannamei*) berumur 60 hari yang diambil dari tambak yang ada di daerah Paciran Lamongan. Dimana udang dalam kondisi sehat yang akan diinfeksi dengan virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*), yang sebelumnya diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* untuk meningkatkan imunostimulan tubuh udang, serta dilakukan pengukuran aktifitas fagositosis. Parameter kualitas air meliputi parameter fisika yaitu suhu, dan salinitas, sedangkan untuk parameter kimia yaitu pH, dan oksigen terlarut (DO).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Menurut Marzuki (1977), Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya, dengan diamati dan dicatat untuk pertama kalinya. Manfaat data primer yaitu langsung bersangkutan dengan keperluan penelitian, dikumpulkan untuk mencapai tujuan penelitian, tidak ada resiko kadaluwarsa (*out of date*). Untuk mengumpulkan data primer dapat dipergunakan metode survei, metode observasi, dan metode eksperimen. 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 (Nofiauwaty, 2012).

3.3.1 Data Primer

Dalam penelitian ini data primer yang diamati meliputi pemeliharaan udang di akuarium, morfologi udang, analisis aktifitas fagositosis dari udang, dan parameter kualitas air pada akuarium baik saat pemeliharaan sebelum di beri ekstrak pakan dan di infeksi virus yang meliputi parameter fisika dan kimia.

3.3.2 Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh melalui laporan – laporan terdahulu, pustaka serta data dari para peneliti yang terkait dengan sistem imun udang vaname, kualitas air yang menunjang untuk budidaya udang vaname.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan analisis statistik uji hipotesis berpasangan (uji F) dengan 5 perlakuan terhadap udang vaname (*L.vannamei*). 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.

Perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dosis 250 ppm sebagai imunostimulan. Udang uji dengan perlakuan 250 ppm ini lebih mampu bertahan dari serangan WSSV dari pada kontrol dan kelompok perlakuan lainnya sehingga dengan dosis 250 ppm membuat kekebalan tubuh udang meningkat serta virus menjadi lemah (tidak virulen) walaupun udang tetap terinfeksi tetapi mampu meningkatkan imunitas tubuhnya. Dengan demikian, perlakuan 250 ppm merupakan perlakuan yang paling baik/ideal untuk digunakan (Wahjuningrum et al., 2006). Dalam penelitian ini menggunakan dosis ekstrak 250 ppm, sedangkan

1 ppm sama dengan 0,001 ml/l sehingga pada perlakuan perendaman ekstrak ini digunakan sebanyak 0,25 ml/l.

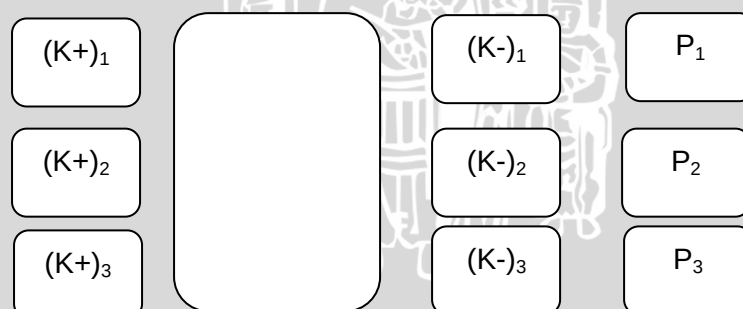
Untuk mempermudah dalam menganalisa diperlukan kontrol-kontrol sebagai pembanding yaitu kontrol negatif perlakuan sampel dengan penginfeksi WSSV tanpa pemberian ekstrak sedangkan kontrol positif yaitu udang sehat tanpa perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga jumlah sampel yang diamati sebanyak 9 sampel.

Rancangan perlakuan dapat dilihat pada **tabel 1** berikut :

Tabel 1. Rancangan perlakuan uji imunostimulan

Ulangan	Perlakuan		
	Kontrol positif (K+)	Kontrol negative (K-)	Ekstrak pakan yang dicampur <i>Gracilara verrucosa</i> 250 ppm (P)
1	(K+) ₁	(K-) ₁	(P) ₁ 5 g/kg
2	(K+) ₂	(K-) ₂	(P) ₂ 10 g/kg
3	(K+) ₃	(K-) ₃	(P) ₃ 15 g/kg

Denah penelitian disajikan pada **gambar 5**.



Gambar 5. Denah Penelitian

Keterangan :

- (K+)_n : Akuarium dengan perlakuan udang tanpa diinfeksi WSSV dan tanpa pemberian ekstrak *Gracilara verrucosa* dengan ulangan ke-n
- (K-)_n : Akuarium dengan perlakuan udang yang diinfeksi WSSV tanpa pemberian ekstrak *Gracilara verrucosa* dengan ulangan ke-n
- (P)_n : Akuarium dengan perlakuan udang yang diinfeksi WSSV dengan percampuran pakan yang dicampur ekstrak *Gracilara verrucosa* 250 ppm dengan ulangan ke-n

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel udang sehat yang akan digunakan dalam penelitian didapatkan dari tambak udang vaname di daerah Paciran Lamongan yang berumur 60 hari sebanyak 50 ekor udang sehat dengan berat 8 gr dan rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang diperoleh dari tambak di Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan pengambilan sampel aktifitas fagositosis. Perlakuan pertama yaitu kontrol + (udang sehat), kedua K- udang diberi virus WSSV dan tidak diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa*, P1 udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan di campur ke pakan 5 g/kg, P2 udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan di campur ke pakan 10 g/kg, P3 udang diberi ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan di campur ke pakan 15 g/kg.

3.5.1 Tahap-tahap Penelitian

Tahap – tahap yang dilakukan untuk pelaksanaan penelitian 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, serta pengamatan aktifitas fagositosis secara mikroskopis.

a. Persiapan dan sterilisasi wadah

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

b. Penyediaan bahan ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Proses pembuatan ekstrak *Gracilaria verrucosa* disajikan pada lampiran

1. Rumput laut *G. verrucosa* diperoleh dari tambak bandeng di Sidoarjo, Jawa Timur sebanyak 10 kg. Rumput laut dicuci sampai bersih, lalu dikeringkan

dengan cara diangin-anginkan sampai kering selama 7 hari, setelah kering dipotong kecil-kecil dan diblender sampai halus. Pembuatan ekstrak dilakukan secara maserasi dengan cara melarutkan serbuk simplisia sebanyak 700 gram ke dalam 2,1 liter etanol 96 % 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*. Dilanjutkan pemekatan ekstrak dengan pemanas air (waterbath) dengan suhu 50°C sampai hampir kering untuk menghilangkan kadar air (Dayanti, 2012).

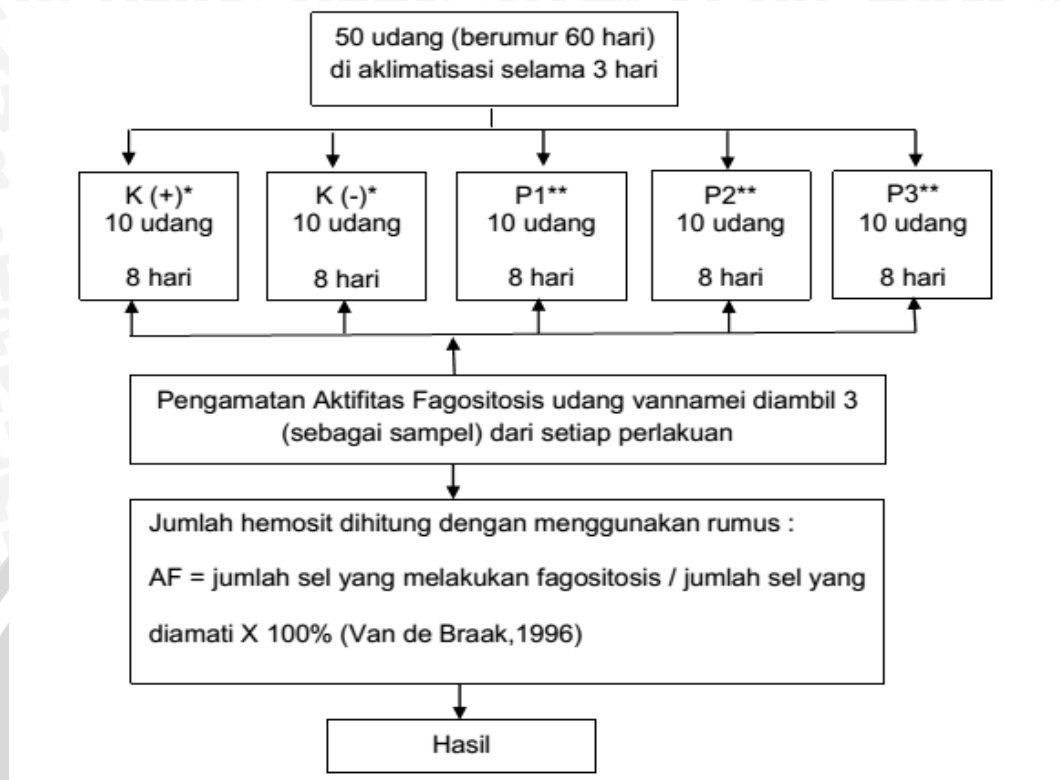
c. Penyediaan larutan inokulum WSSV

Menurut Hameed *et al.*, (1998) dalam Rahma *et al.*, (2014) Inokulum virus dibuat sesuai dengan metode 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.

d. 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).

e. Bagan alur perlakuan udang uji



Keterangan :

K (+) = Udang sehat

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

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

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

P3 = Udang diberi ekstrak *G. 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 *G. verrucosa*.

f. Infeksi Virus WSSV dan Pemberian Ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Infeksi virus WSSV terhadap udang vaname dilakukan pada hari ke-12 penelitian selama 2 jam dengan cara merendam udang pada 0,22 mg/l larutan inokulum virus WSSV. 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.*, (2013), Penyakit bercak putih viral hingga saat ini masih menjadi masalah dalam budidaya udang. Munculnya penyakit tersebut diikuti kematian massal, sehingga menimbulkan kerugian besar. Penyakit yang disebabkan white spots syndrome virus (WSSV) menular cepat dari satu petakan tambak ke petakan lain. WSSV menimbulkan infeksi pada udang sehat yang ditempatkan terpisah dari udang sakit menggunakan sekat kasa. Virus bercak putih juga menular secara kohabitasi udang sakit dengan udang sehat baik dari udang windu ke udang windu (sejenis) maupun udang windu ke udang vannamei (berlainan jenis).

g. 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 (Haliman, 2005). Pemeliharaan meliputi pengecekan kualitas air diantaranya penyiponan, pergantian air 30-50 %/hari (Murtidjo, 2003), suhu, DO (Oksigen terlarut), salinitas, pH dan amonia. 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).

3.6. Pengamatan Aktifitas Fagositosis (%) (Van de Braak, 1996)

Sediaan hemolim sebanyak 100 μ l dimasukkan ke dalam ependorf kemudian ditambahkan 25 μ l bakteri *Staphylococcus aureus* ($\times 10^6$ selml⁻¹), dicampur secara merata dan diinkubasi selama 20 menit di suhu kamar. Selanjutnya hemolim diambil dan dibuat preparat pada objek glas, lalu dikeringkan. Preparat difiksasi dengan larutan methanol 100% selama 5 menit dan diwarnai dengan larutan giemsa selama 10-15 menit. Kelebihan giemsa dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan secara vertical. Objek glas diperiksa di bawah mikroskop dengan perbesaran 400X. aktifitas fagositosis diukur berdasarkan presentase sel-sel fagosit yang melakukan fagositosis, dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$AF = \text{jumlah sel yang melakukan fagositosis} / \text{jumlah sel yang diamati} \times 100\%$$

3.7 Metode Pengukuran Kualitas Air

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

3.7.1 Suhu (Subarijanti, 1990)

Prosedur pengukuran suhu air dengan menggunakan thermometer adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan thermometer Hg
- Memasukkan thermometer ke dalam air dengan membelakangi matahari dan thermometer tidak menyentuh tangan
- Menunggu selama ± 2 menit
- Membaca skala thermometer pada saat thermometer masih berada di air
- Mencatat hasil pengukuran dalam skala $^{\circ}\text{C}$

3.7.2 Salinitas (Hariyadi *et al.*, 1992)

Pengukuran salinitas perairan dilakukan dengan menggunakan refraktometer dengan cara sebagai berikut:

- Menyiapkan refraktometer
- Mengangkat penutup kaca prisma yg ada di refraktometer
- Mengkalibrasi dengan aquadest
- Membersihkan dengan tissue kering secara searah.
- Meneteskan 1 sampai 2 tetes air sampel yang akan diukur salinitasnya.
- Menutup kembali dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara.
- Mengarahkannya ke sumber cahaya.
- Melihat salinitas air yang di ukur melalui kaca pengintai sebelah kiri
- Mencatat hasil pengukuran.

3.7.3 pH (Balai Penelitian Tanah, 2005)

Nilai pH perairan dapat diukur secara langsung dengan pH meter menggunakan electrode gelas kombinasi. 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 electrode dengan air bebas ion kemudian keringkan dengan tissue sebelum pengukuran setiap sampel
- Memasukkan electrode ke dalam sampel (kira-kira 25 ml)
- Membilas electrode dengan air bebas ion dan keringkan dengan tissue sebelum pengukuran setiap sampel

3.7.4 Oksigen Terlarut (DO) (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 Metode Analisis Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan analisis statistik Uji F dengan menggunakan SPSS. Jumlah perlakuan pada penelitian ini sebanyak 5 perlakuan dan masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan tiga kali. ekstrak *Gracilaria verrucosa* yang dicampurkan pakan fungsional (pellet) udang vaname (*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 aktifitas fagositosis pada hemolimf udang vaname (*L. vannamei*) yang terinfeksi virus WSSV pada pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan perbedaan campuran dosis ke dalam pakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Kualitas Air

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air sebagai parameter penunjang, yang meliputi pengukuran suhu, pH, DO (Oksigen Terlarut), salinitas dan amonia. Data dan hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data parameter kualitas air

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

Keterangan : * Suprpto (2011).

** Standar 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 2**) 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.*, (2013) menyatakan bahwa suhu air menentukan produktivitas alami dari ekosistem perairan, dan secara langsung atau tidak mempengaruhi seluruh variabel kualitas air lainnya. Menurut Haliman dan Adijaya (2005), nilai suhu yang optimal bagi kehidupan udang 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 ekstrem 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 2**) 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 absorpsi oksigen dari air. Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air.

Menurut Law (1988) dalam Budiardi (2008), perairan dengan pH yang ekstrem 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 2**) 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 berkisar antara 4 – 8 mg/L (Amri, 2004).

Kelarutan oksigen dalam air khususnya untuk pemeliharaan udang vaname harus diperhatikan. Sekalipun udang vaname 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 2**) 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 (2006), 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 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 vaname bisa dipelihara di tanah pedalaman. Selama ini udang tersebut dipelihara di kolam persisir dengan air tawar atau bersalinitas rendah.

4.2 Pengamatan Makroskopik Udang Vaname

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 Kontrol sehat (K+)

Dari data hasil pengamatan udang vaname (*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 vaname 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 baterai, udang akan mendekati sumber cahaya. Dengan adanya rangsangan sentuhan,

maka udang akan segera berenang menjauh ke arah yang berlawanan terhadap sentuhan rangsangan.

Menurut Adiwidjaya (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 kontrol negatif menunjukkan ciri – ciri tingkah laku yaitu hari pertama udang bergerak aktif pada malam hari, merespon cepat terhadap adanya gangguan, nafsu makan normal, terlihat segar dan utuh. Pada hari kedua pergerakan kurang aktif (bergerak lambat) berdiam didasar akuarium dan respon terhadap gangguan rendah, tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan, udang berenang ke arah permukaan air. Hari ketiga pergerakan udang semakin lambat, berdiam didasar akuarium dan respon terhadap gangguan sangat rendah, pakan yang diberikan masih utuh, tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan, udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar di dasar akuarium. Udang dalam keadaan lemas dan akhirnya mengalami kematian.

Menurut Kilawati (2011), infeksi ringan pada udang yang terserang WSSV ditandai dengan terdapat bintik putih hanya pada bagian karapas, warna tubuh, kaki renang dan kaki jalan menjadi kemerahan serta udang berenang miring ke permukaan, dan terlihat lemas, berkumpul dipinggir saling berdekatan dan gerakan lambat.

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

Udang perlakuan yang P1 diberi pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* menunjukkan ciri – ciri tingkah laku antara lain hari pertama saat 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, merespon cepat terhadap adanya gangguan, nafsu makan normal, terlihat segar dan utuh. Pada hari kedua pergerakan udang bergerak aktif memakan makanan yang telah diberikan, merespon cepat terhadap adanya gangguan, nafsu makan normal, udang terlihat segar dan utuh. Pada hari ketiga sampai kedelapan udang bergerak aktif, tetapi nafsu makan berkurang, pakan yang diberikan tidak termakan habis semuanya, pergerakan normal, gangguan terhadap respon menurun.

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

Udang perlakuan yang diberi pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* menunjukkan ciri – ciri tingkah laku antara lain hari pertama saat 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, merespon cepat terhadap adanya gangguan, udang terlihat segar dan utuh. Pada hari kedua sampai kedelapan pergerakan udang bertambah aktif, pakan yang diberikan habis dimakan, lebih cepat merespon terhadap gangguan rangsangan, udang terlihat segar dan utuh.

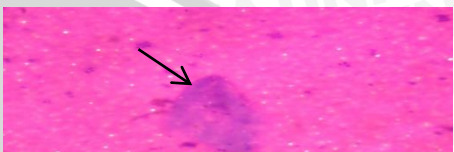
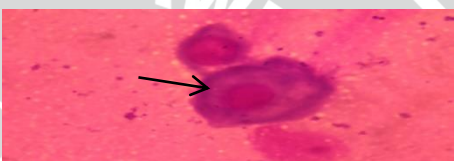
4.2.5 Perlakuan P3 (Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* 15g/kg)

Udang perlakuan yang diberi pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* menunjukkan ciri – ciri tingkah laku antara lain hari pertama saat siang hari udang terlihat berdiam diri di dasar perairan dan bergerak di dasar tanpa memunculkan diri di atas permukaan air dan pada saat malam hari bergerak aktif memakan makan yang telah diberikan, merespon terhadap rangsangan sentuhan dan cahaya. Pada hari kedua udang bergerak aktif memakan makanan yang telah diberikan, merespon terhadap adanya gangguan, nafsu makan normal. Pada hari ketiga sampai kedelapan udang bergerak aktif, nafsu makan berkurang, pakan yang diberikan tidak dimakan habis, respon terhadap rangsangan menurun.

4.3 Pengamatan Mikroskopik Udang Vaname

Menurut Pengamatan mikroskopik adalah pengamatan yang dilakukan menggunakan mikroskop untuk mengamati aktifitas fagositosis pada udang yang diuji dalam penelitian ini. Perlakuan yang diamati dalam penelitian ini antara lain yaitu udang perlakuan kontrol negative (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 5 g/kg, udang perlakuan P2 yaitu udang dengan perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 10 g/kg dan udang perlakuan P3 yaitu udang dengan perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dicampur ke pakan 15 g/kg. Berikut ini adalah hasil pengamatan aktifitas fagositosis pada mikroskop cahaya menggunakan haemositometer pada Tabel 2.

Tabel 3. Hasil pengamatan aktifitas fagositosis pada mikroskop cahaya menggunakan haemocytometer

No.	Perlakuan	Gambar aktifitas fagositosis
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)	

4.4 Aktifitas Fagositosis udang *L.vannamei* dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa*

Menurut Indonesia medicine (2013), menyatakan bahwa proses fagositosis adalah sebagian dari respon imun non spesifik dan yang pertama kali mempertemukan tuan rumah dengan benda asing. Istilah endositosis lebih umum dan mempunyai dua arti yaitu *fagositosis* (pencernaan partikel) dan *pinositosis* (pencernaan nonpartikel, misalnya cairan). Sel yang berfungsi menelan dan mencerna partikel atau substansi cairan disebut sel fagositik,

terdiri dari sel fagosit mononuklear dan fagosit polimorfonuklear. Makrofag adalah sel darah putih yang melakukan beberapa kegiatan penting dalam sistem kekebalan tubuh. Meskipun fungsi biasa makrofag dianggap untuk mendorong kekebalan bawaan non-spesifik, mereka juga membantu untuk memulai proses pertahanan tertentu. Sel-sel ini sangat penting untuk respon inflamasi, dan dapat didorong untuk mengejar target tunggal, seperti sel-sel tumor.

Berikut ini adalah data dan hasil pengamatan aktifitas fagositosis pada Tabel 3.

Tabel 4. Data aktifitas fagositosis

Perlakuan/ ulangan	K + *	K - *	P1 5 g/kg **	P2 10 g/kg **	P3 15 g/kg **
1	11 %	7 %	4 %	21 %	5 %
2	5 %	4%	5 %	14 %	7 %
3	8 %	6 %	3 %	21 %	10 %
Total	24 %	17 %	12 %	56 %	22 %
Rerata	8 %	5,67 %	4 %	18,67 %	7,33 %

Keterangan :

K (+) = Udang sehat

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

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

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

P3 = Udang diberi ekstrak *G. 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 *G. verrucosa*.

Hasil pengamatan aktifitas fagositosis pada hemolim udang vaname *L.vannamei* yang diberi perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak

Gracilaria verrucosa dengan dosis 5 g/kg, 10 g/kg, dan 15 g/kg selama penelitian (dapat dilihat pada tabel 4). Pemberian ekstrak pada dosis 5 g/kg, 10 g/kg dan 15 g/kg dapat menghambat proses aktifitas fagositosis udang, di karenakan ekstrak rumput laut *Gracilaria verrucosa* mempunyai kandungan zat atau bahan yang aktif sebagai sistem imun pada udang. Selain itu *Gracilaria verrucosa* merupakan bahan alami yang bisa di gunakan untuk mempertahankan sistem imun suatu organisme terutama pada udang vaname. Jika dilihat dari data pada tabel 4 aktifitas fagositosis mengalami hasil aktifitas yang berbeda pada setiap perlakuan. Pada setiap perlakuan yang di berikan, mendapatkan hasil yang berbeda dan bervariasi. Dari perlakuan udang K+ pada ulangan 1 di dapatkan hasil 11%, ke 2 yaitu 5%, dan ke 3 8%. Pada udang K- ulangan 1 di dapatkan hasil 7%, ke 2 yaitu 4%, dan ke 3 6%. Pada udang P1 ulangan 1 di dapatkan hasil 4%, ke 2 yaitu 5%, dan ke 3 3%. Pada udang P2 ulangan 1 di dapatkan hasil 21, ke 2 yaitu 14%, dan ke 3 21%. Pada udang P3 ulangan 1 di dapatkan hasil 5%, ke 2 yaitu 7%, dan ke 3 10%. Setelah melakukan penelitian terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dengan dosis yang berbeda yang diberikan pada udang vaname *L.vannamei* di dapatkan nilai rata-rata pada perlakuan udang K+ yaitu 8%, perlakuan udang K- yaitu 5,67%, perlakuan udang P1 yaitu 4%, perlakuan udang P2 yaitu 18,67%, dan pada perlakuan udang P3 yaitu 7,33%. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan uji F dan BNT di dapatkan dosis yang baik yaitu pada perlakuan P2 yakni 56% dari jumlah aktifitas fagositosis yang di peroleh saat penelitian dengan menggunakan mikroskop. Bisa dikatakan baik pada dosis 10% dikarenakan pada dosis tersebut ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat menstimulasi sistem ketahanan tubuh dan meningkatkan aktifitas fagositosis udang vaname.

4.5 Analisa Uji F

Perumusan hipotesis yang diuji adalah apakah pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap aktifitas fagositosis pada hemolim udang vannamei atau tidak berpengaruh. Perumusan hipotesisnya adalah :

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

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

Kesimpulan dari perhitungan uji F yang didapatkan menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berbeda sangat nyata terhadap aktifitas fagositosis udang vaname (*L.vannamei*). Berikut ini adalah perhitungan menggunakan uji F pada perlakuan pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname :

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

$$= \frac{(11+7+...+10)^1}{5 \times 3}$$

$$= \frac{(131)^1}{15}$$

$$= \frac{17161}{15}$$

$$= 1144,067$$

$$JKT = (K+1)^2 + (K+2)^2 + ... + (P3)^2 - FK$$

$$= (11)^2 + (7)^2 + ... + (10)^2 - FK$$

$$= 1613 - 1144,067$$

$$= 468,933$$

$$JKP = \left(\frac{(\Sigma K+1 \times 3) + (\Sigma K-1 \times 3) + (\Sigma P1^1 \times 3) + (\Sigma P2^1 \times 3) + (\Sigma P3^1 \times 3)}{3} \right) - FK$$

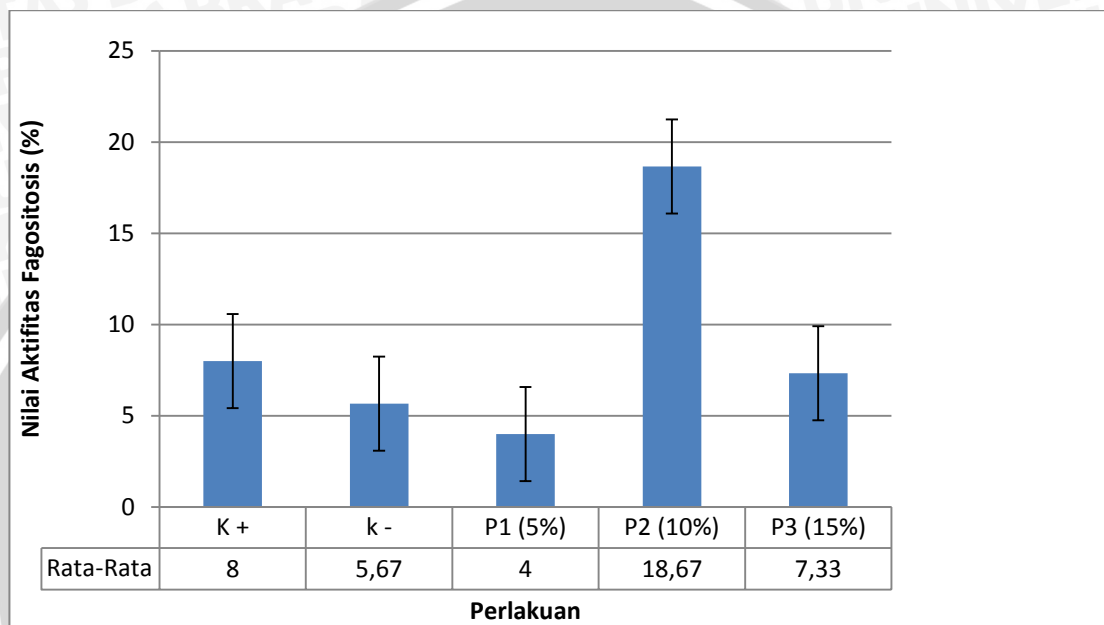
$$= \left(\frac{(8^1 \times 3) + (5,6^1 \times 3) + (4^1 \times 3) + (18,67^1 \times 3) + (7,3^1 \times 3)}{3} \right) - 1144,067$$

$$= 1543 - 1144,067$$

$$= 398,933$$

$$\begin{aligned} \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\ &= 468,933 - 398,933 \\ &= 70 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah gambaran grafik pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname :



Gambar 5. Aktifitas Fagositosis terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname

Sedangkan jika di lihat dari analisa sidik ragam terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname bisa dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sidik ragam terhadap pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname

Sumber varian	df	Jumlah kuadrat	Rata-rata Jumlah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	398,933	99,73325	14,24761	3,48	5,99
Galat	10	70	7			
Total	14	468,933				

Jika dilihat dari tabel 5 diatas, hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel 1% dan 5%, sehingga dapat di simpulkan bahwa pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname berbeda sangat nyata.

Untuk dapat mengetahui perbedaan setiap perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname dilakukan uji BNT pada Tabel 5.

Tabel 6. Uji BNT yang dilakukan pada pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname

Perlakuan		P1	K-	P3	K+	P2	Notasi
	Rata – rata (%)	4%	5,67%	7,33%	8%	18,67%	
P1 5%	4%	0					a
K-	5,67%	1,67%	0				a
P3 15%	7,33%	3,33%	1,66%	0			a
K+	8%	4%	3,67%	0,67%	0		a
P2 10%	18,67%	14,67%	13%	11,34%	10,67%	0	b

Berdasarkan hasil uji BNT yang dilakukan pada pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname menunjukkan bahwa perlakuan P1, K-, P3, dan K+ dengan nilai rata-rata 4%, 5,67%, 7,33%, dan 8% menunjukkan bahwa perlakuannya tidak berbeda nyata sehingga diberi notasi “a”. Sedangkan pada perlakuan P2 menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan P1, K-, P3 dan K+ sehingga diberi notasi “b”. Hal ini dikarenakan pada dosis 10 g/kg sudah maksimum untuk meningkatkan imun udang, dan apabila dosis yang diberikan terlalu banyak atau berlebihan, maka udang akan mengalami stres atau bahkan

mengalami kematian. Sedangkan pada dosis 15 g/kg meningkatnya aktifitas fagositosis udang dipengaruhi meningkatnya hemolim udang itu sendiri. Sistem imun dan meningkatnya hemolim pada udang vaname menjadi salah satu faktor penting dalam sistem pertahanan seluler yang bersifat non spesifik. Hal ini sesuai dengan Sakai (1999) dalam Jasmanindar, (2009), yang menjelaskan bahwa peningkatan indeks fagositik mengindikasikan ekstrak *Gracilaria verrucosa* mampu meningkatkan aktifitas fagositik sel-sel fagosit. Sel yang berperan besar dalam proses fagositik ini merupakan sel hialin. Pemberian ekstrak juga meningkatkan daya tahan tubuh udang terhadap penyakit infeksi, bukan karena meningkatnya respon imun, tetapi karena meningkatnya mekanisme pertahanan non spesifik, atau dengan kata lain ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat menstimulasi sistem ketahanan udang vanaame.

Menurut Smith et al., (2003) dalam Jasmanindar, (2009), yang menjelaskan 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.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat meningkatkan respon imun udang vaname melalui pakan campuran dengan dosis 10 g/kg hal ini dikarenakan pada dosis tersebut sudah maksimal untuk meningkatkan sistem imu udang. Dan apabila dosis yang diberikan terlalu banyak, maka udang akan mengalami stres atau bahkan mengalami kematian.
2. Ekstrak *Gracilaria verrucosa* dapat meningkatkan aktifitas fagositosis udang vaname pada dosis 15 g/kg dikarenakan hemolim udang juga meningkat.

5.2 Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini yaitu sebaiknya petambak budidaya udang vaname lebih mengutamakan penggunaan bahan alami seperti, ekstrak *Gracilaria verrucosa* dalam peningkatan sistem imun udang yang dipelihara di tambak agar meminimalisir menularnya virus WSSV pada udang.

Serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode lain dalam pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan juga menggunakan perbandingan dosis sehingga dapat diketahui secara pasti apakah ekstrak tersebut berpengaruh terhadap kerusakan sel.

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 Perekayasaan*, (7). 19 hlm.
- Ajamhassani, M., Jalal, J.S., Arash, Z, Hassan, A., Mohamad, J.F. 2013. Immunological Responses of *Hyphantria Cunea* (Drury) (Lepidoptera: arctiidae) To Entomopathogenic Fungi, *Beauveria Bassiana* (Bals.-Cry) and *Isaria Farinosae* (HolmskK.) Fr. *Jurnal Plant Protection Research* 53 (2) tahun 2013.
- Alamsjah, M. Amin., W. Tjahjaningsih dan A. W. Pratiwi. 2009. Pengaruh kombinasi pupuk npk dan tsp terhadap pertumbuhan, kadar air dan klorofil *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmial Perikanan dan Kelautan*. 1(1):1-14.
- Alifuddin, M. 2002. Imunostimulasi Pada Hewan Akuatik. Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 1(2): 87-92
- Alifuddin, M., Dana, D., Eidman, M., 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 (2003).
- Amri dan Kanna, 2008. Budi Daya Udang Vaname Secara Intensif, Semi Intensif dan Tradisional. Gramedia. Jakarta.
- Amri, K. 2003. Kiat Mengatasi Permasalahan Budi Daya Udang Windu Secara Intensif. Cet. 6. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 98 hal.
- Amri, Khairul. 2004. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Anggadireja, J Zatnika, Purwoto H, Istini S. 2006. Rumput Laut. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Anggadireja, J Zatnika, Purwoto H, Istini S. 2008. Rumput Laut. Jakarta : Penebar Swadaya. hal. 39-47.
- Anggoro, S. 2000. Pola regulasi osmotik dan kerja enzim Na-K-ATPase udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) pada berbagai fase molting. *Jurnal Aquaculture Indonesia*, 1(2): 15-20.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Boyd, C.E. 1981. Water Quality in Warm Water. Fish Pond. Auburn University. Alabama.

Brock. 1994. Biology of Microorganisms, 7th ed. Prentice Hall, NJ, USA. Picture of *Leptospira* courtesy William A. Ellis.

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

Chkhikvishvili, I.D and Z. M. Ramazanov. 2000. Phenolic substances of brown algae and their antioxidant activity. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 36 (3) : 289-291.

Depita, F. 2004. Peran *Artemia* sp dalam Penularan White Spot Syndrome Virus (WSSV) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) dengan Berbagai Perlakuan. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, DKP, 2004. Kebijakan Pembangunan Perikanan Tangkap. Disampaikan Pada Rapat Koordinasi elokasi Nelayan Tingkat Nasional di Jakarta. Dirjen Perikanan Tangkap DKP Jakarta.

Direktorat Kesehatan Ikan Dan Lingkungan. 2005. Petunjuk Pengendalian Penyakit Taura Syndrome Virus (TSV) Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jakarta. 22 hlm.

Ditjen Perikanan Tangkap. 2011. Budidaya Udang Vaname. Jakarta. 60 hlm.

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

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

Ermantianingrum, AA., Rohita, S., S. Budi Prayitno. 2013. Potensi *Chlorella* sp. sebagai Imunostimulan untuk Pencegahan Penyakit Bercak Putih (White Spot Syndrome Virus) pada Udang Windu (*Penaeus Monodon*). *Jurnal Aquaculture Management and Technology* 1 (1) tahun 2013 : 206-221.

FAO. 2004. New. FAO. Publications. www.fao.org/docrep/013/y5550e/y5550e13.pdf. Diakses pada tanggal 2 Juli 2015 pukul 22.00 WIB.

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

Firmansyah, Adi. 2002. Uji Patogenitas White Spot Syndrome Virus WSSV Pada Udang Windu (*Oenaeus monodon*). FPIK. IPB.

Goldman, C.R dan Horne, A.J. 1983. Limnology. Mc Graw-Hill Book Co., New York.

Google Image, 2015. <http://>: Gambar *gracilaria verrucosa*. Diakses pada tanggal 12 Juni 2015 pukul 21.00 WIB.

Gunarto dan A. Mansyur. 2010. Penambahan tepung tapioca pada budidaya udang panaeid di tambak. Prosiding. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Sulawesi Selatan.

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.

Gunarto dan Mansyur, A. 2010. Penambahan Tepung Tapioka pada Budidaya Udang Penaeid di Tambak. Jurnal Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010.

Gunarto dan Nurbaya. 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.

Gunarto dan Nurbaya. 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.

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

Hameed, A.S.S, M. Anilkumar, M.L.S. Raj dan K. Jayaraman. 1997. Studies on the pathogenicity of systemic ectodermal mesodermal baculovirus and its detection in shrimp by immunological methods. Aquaculture 160. (1998), p:3145. Heinsbroek, LTW. 1989. Growth and feeding of fish. Nuffic /Unibraw/Luw/Fish. Unibraw. Malang.

Hariyadi, S, N.N. Suryadiputra dan W. Bambang. 1992. Limnologi Metode Analisis Kualitas Air. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Hastuti, S.D. 2012. Suplementasi β -glucan dari ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam pakan terhadap aktivitas fagositosis, aktivitas NBT, total protein plasma dan aktivitas aglutinasi darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Depik 1(3): 149-155 Desember 2012 : ISSN 2089-7790.

Hendrajat, Erfan A. 2003. Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Pola Tradisional Plus di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Jurnal Riset Akuakultur Vol. 2 No.1 BRPBAP Maros. Maros.

Hendrajat, Erfan Andi., Brata Pantjara dan Markus Mangampa. 2010. Polikultur Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Dan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.

Indonesia medicine. 2013. Imunostimulan : Makrofag dan Proses Fagositosis. www.allergyclinic.com/2013/11/02/imunologi-dasar-makrofag/. Diakses pada tanggal 2 Juni 2015 pukul 22.00 WIB.

- Jasmanindar, Y. 2009. Penggunaan Ekstrak *Gracilaria verrucosa* untuk Meningkatkan Sistem Ketahanan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Johny, F. Roza, D. K. Mahardika. Zafran & A. Prijono. 2005. Penggunaan Immunostimulan Untuk Meningkatkan Kekebalan Nonspesifik Benih Ikan kerapu Lumpur, *Epinephelus coioides* Terhadap infeksi Virus irido. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, XI(5): 75-83.
- Kilawati, Y dan D. Win. 2009. Karakter Protein ICP11 pada DNA Udang Vannamei (*Penaeus vannamei*) yang Terinfeksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Berk. Penelitian Hayati 15 (21-24).
- 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.
- Komarudin, U. 2004. Manajemen Kualitas Air. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP). Jepara
- Kordi K. M. Ghufuran H. dan A. B. Tancung. 2007. Pengelolaan kualitas air dalam budidaya perairan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. 194 hlm.
- Kordi, M.G.H. 2007. Pemeliharaan Udang Vanname. Penerbit Indah. Surabaya. 99 hal.
- Manoppo, Hengky. 2011. Peran Nukleotida sebagai imunostimulan terhadap respon imun nonspesifik dan resistensi udang vanname (*Litopenaeus vannamei*). Bogor:IPB. (tidak dipublikasikan).
- Marzuki. 1977. *Metodologi Riset*. Hanindita: Yogyakarta.
- Murtidjo, B. A. 2003. Pedoman Beternak Ayam Broiler. Kanisius, Yogyakarta.
- Nofiauwaty, 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.
- Perez Farfante, I. And B. Kensley. 1997. Penaeoid and sargestoid Shrimps of the World : Key and Diagnoses for the Families and Genera. Memoirs du Museum nationale d' Histoire naturelle. Tome 175. Museum national d' Histoire naturelle, Paris. 233 p.
- 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.

Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011. Modul Penangkapan Ikan dengan Pancing Ulur. Kementrian Kelautan dan Perikanan : Jakarta.

Rahma, H.N., Slamet, B.P., Alfabetian, H.C.H. 2014. Infeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon Fabr*) yang Dipelihara pada Salinitas Media yang Berbeda. Jurnal Aquaculture Management and Technology 3 (3) : 25-34.

Ridlo, A. Dan Pramesti, R. 2009. Aplikasi Ekstrak Rumput Laut Sebagai Agen Immunostimulan Sistem Pertahanan Non Spesifik Pada Udang (*Litopennaeus vannamei*). Jurnal Ilmu Kelautan 14 (3) September 2009: 133-137.

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

Rizka, N. 2014. Uji Efektifitas Anti Bakteri Rumpu Laut *Gracilaria verrucosa* Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Pada Ikan Budidaya. Skripsi. Jurusan Biologi Universitas Negeri Malang tahun 2014.

Rukmi, Ayuning Smita., Sunaryo dan Ali Djunaedi. 2012. Sistem Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Tambak dengan Perbedaan Waktu Perendaman di Dalam Larutan NPK. Journal of Marine Research. 1 (1): 90-94

Rustikawati, I. 2012. Efektivitas Ekstrak Sargassum sp Terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus inae*. Jurnal Akuatika 3 (2) September 2012 : 125-134.

Septiana, E. 2013. Pengaruh Pemberian Keong Sawah dan Udang sebagai Pakan Tambahan pada Belut (*Monopterus albus*) dalam Media Air Bersih Terhadap Kandungan Lemak dan Fosfor. Skripsi Sarjana IKIP PGRI. Semarang.

Shalihudin, D.T. 2002. Dampak Senyawa pirit (FeS_2) terhadap pH dan Potensial Redoks Perairan Tambak Udang Windu (*Penaeus monodon Fab.*) serta Kemungkinan Mitigasinya Secara Hayat. Jurnal Bio Smart Biological Science 4 (2).

SNI (2009). Produksi udang windu (*Penaeus Monodon*) di tambak dengan teknologi sederhana. SNI. 7310:2009. http://sisni.bsn.go.id/index.php?/sni_main/sni/detail_sni/9380. Diakses pada tanggal 1 juli 2015 pukul 21.00 WIB.

Soemardjati, W. dan Suriawan, A. 2006. Petunjuk Teknis Budidaya Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Budiday. Balai Budidaya Air Payau Situbondo, 30 hlm.

Soetrisno, C.K. 2004. Mensiasati Penyakit WSSV di Tambak Udang. Aquacultura Indonesiana 5(1): 19-31. ISSN 0216-0749

- Subarijanti, H. U. 1990. Limnology. Diklat Kuliah. Malang: LUW-UNIBRAW-Fisheries Project.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta
- Zuriah, Nurul. 2006. Metodologi Penelitian Sosial dan Pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sulistyowati, H. 2003. Struktur Komunitas Seaweed (rumput laut) di Pantai Pasir Putih Kabupaten Situbondo. Jurnal Ilmu Dasar. 4 (1): 58-61.
- Suprpto, 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air Untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Supriatna, I., Yustiati, A., dan Iskandar. 2014. Sekuen Asam Amino Anti White Spot Syndrome Virus (WSSV) pada Udang Windu (*Penaeus monodon*). Jurnal Bionatura Universitas Padjajaran 16 (1) Maret 2014.
- Susetiono. 1987. Kehidupan Udang Windu *Penaeus monodon* Fabricius. Majalah Semi Populer Lona Warta Nomor 3 Tahun 11 Desember 1987. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- Sutrisno, E., Wendy, T.P., Slamet, S. 2010. Produksi Calon Induk Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) Dengan Sistem Resirkulasi Tertutup Pada Bak Raceway. Balai Budidaya Air Payau Situbondo : Situbondo.
- Suyanto, S.R. & A. Mujiman. 2006. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taqwa, F.H., Ade, D.S., dan Karim, G. 2013. Kelangsungan Hidup, Kerja Osmotik dan Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Galah Selama Penurunan Salinitas dengan Air Rawapengencer yang Ditambahkan Kalium. Jurnal Prosiding Insinas 2012.
- Taslihan, A., Bambang, S., dan Kamiso, H.N. 2013. Transmission of White Spot Syndrome Virus and Possible Use of Physical Barrier as Preventive Measure. Jurnal Ilmu Kelautan September 2013 18(3):119-126. ISSN 0853-7291
- Trobos, 2011. Udang Galah : Trik Meraup Untung Lebih. Dengan budidaya sistem 'apartemen' dapat meningkatkan kepadatan tebar udang galah. www.trobos.com/. Diakses pada tanggal 1 Juli 2015 pukul 22.00 WIB.
- Trono, G.C. 1998. Manual on Seaweed Culture Pond Culture of *Caulepra* and Pond Culture *Gracilaria*. ASEAN/UNDP/FAO Regional Small-Scale Coastal Fisheries Development Project. Manila.
- Van de Braak, K. 1996. Cellular and humoral characteristics of *Penaeus monodon* (Fabricius 1778) Haemolymph. Comparative Haematology International. 6:194-203.
- Wasis. 2008. Pedoman Riset Praktis Untuk Profesi Perawat. Jakarta: EGC.

Wyban, J.A. Dan Sweeny, J.N. 1991. Intensif Shrimp Production Technology. The Oceanic Institute. Honolulu. Hawaii. USA.

Yanto, H. 2006. Diaknosadan Identifikasi Penyakit Udang Asal Tambak Itensif dan Panti Benih di Kalimantan Barat. Jurnal Penelitian Sains & Teknologi 7 (1) 2006: 17 – 32.

Yuniasari, D. 2009. Pengaruh Pemberian Nitrifikasi dan Denitrifikasi Molase Dengan C/N rasio yang Berbeda Terhadap Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Ekstrak *Gracilaria verrucosa*

No.	Keterangan	Gambar
1.	<i>Gracilaria verrucosa</i> dicuci dan dibersihkan	
2.	<i>Gracilaria verrucosa</i> diangin-anginkan	
3.	<i>Gracilaria verrucosa</i> ditimbang	

4.	<i>Gracilaria verrucosa</i> kering dan digiling	
5.	<i>Gracilaria verrucosa</i> halus dimasukkan ke beaker glass untuk proses maserasi	
6.	Pencampuran bubuk <i>Gracilaria verrucosa</i> dan etanol 96% ke beaker glass	

7.	Maserasi ekstrak <i>Gracilaria verrucosa</i>	
-----------	---	--



Lampiran 2. Alat yang digunakan penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Timbangan analitik	Sebagai alat untuk menimbang bahan
2	Plastik	Sebagai tempat bahan
3	Gunting	Sebagai alat pemotong bahan
4	Beaker Glass	Sebagai tempat bahan dalam proses maserasi
5	Gelas ukur	Sebagai alat untuk mengukur bahan larutan
6	Corong	Sebagai alat pembantu penuangan larutan
7	Nampan	Sebagai tempat untuk meletakkan alat dan bahan pada proses waterbath
8	Spatula	Sebagai alat untuk menghomogenkan larutan
9	Waterbath	Sebagai alat pemanas
10	Rotary evaporator	Sebagai alat untuk mendapatkan ekstrak
11	Akuarium	Sebagai wadah air dan pemeliharaan udang
12	Aerator dan batu aerasi	Sebagai alat bantu penghasil oksigen
13	Selang aerator	Sebagai alat bantu aerasi
14	Seser	Sebagai alat bantu untuk memindahkan udang uji
15	Alat pengukur suhu, pH digital	Sebagai alat untuk mengukur suhu dan pH
16	DO meter	Sebagai alat untuk mengukur kandungan oksigen terlarut
17	Mikroskop Cahaya	Sebagai alat untuk mengamati aktifitas fagositosis udang
18	Haemocytometer	Alat yang digunakan untuk menghitung dan memeriksa hemolim udang
19	Ependrof	Sebagai tempat sampel darah udang
20	Handytallycounter	Alat yang digunakan untuk menghitung jumlah sel yang melakukan aktifitas agositosis
21	Obyek glass	Sebagai tempat preparai

22	Cover glass	Untuk menutup obyek glass saat pengamatan
23	Sput No. 26 (1 ml)	Untuk mengambil hemolim udang
24	Kain lap	Sebagai pengkondisian udang agar tidak stres
25	Inkubator	Tempat untuk penyimpanan sampel darah yang sudah dicampur dengan bakteri

Lampiran 3. Bahan penelitian

1	Gracilaria verrucosa	Sebagai bahan imunostimulan
2	Kertas label	Sebagai penanda
3	Kertas saring	Sebagai bahan untuk menyaring ekstrak
4	Tissue	Sebagai bahan pembersih
5	Udang vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Sebagai hewan uji
6	Inokulasi WSSV	Sebagai bahan penginfeksi
7	Air media	Sebagai media hidup hewan uji
8	Pakan udang	Sebagai nutrisi hewan uji
9	Akuades	Sebagai bahan sterilisasi awal
10	Na-Sitrat	Sebagai bahan pengawet darah agar tidak menggumpal
11	Bakteri staphylococcus aureus	Sebagai agen yang memakan benda asing yang masuk dalam hemolim udang
12	Giemsa 10%	Sebagai bahan pewarna pada saat pengamatan aktifitas fagositosis
13	Larutan PBS 100 microbit	Sebagai penyangga saat pengamatan aktifitas fagositosis

Lampiran 4. Uji perlakuan menggunakan one way

Descriptives								
AF								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	8.0000	3.00000	1.73205	.5476	15.4524	5.00	11.00
2	3	5.6667	1.52753	.88192	1.8721	9.4612	4.00	7.00
3	3	4.0000	1.00000	.57735	1.5159	6.4841	3.00	5.00
4	3	18.6667	4.04145	2.33333	8.6271	28.7062	14.00	21.00
5	3	7.3333	2.51661	1.45297	1.0817	13.5849	5.00	10.00
Total	15	8.7333	5.78751	1.49433	5.5283	11.9383	3.00	21.00



Lampiran 5. Anova (Analysis Of variance)

ANOVA					
AF	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	398.933	4	99.733	14.248	.000
Within Groups	70.000	10	7.000		
Total	468.933	14			

Descriptives								
AF	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	8.0000	3.00000	1.73205	.5476	15.4524	5.00	11.00
2	3	5.6667	1.52753	.88192	1.8721	9.4612	4.00	7.00
3	3	4.0000	1.00000	.57735	1.5159	6.4841	3.00	5.00
4	3	18.6667	4.04145	2.33333	8.6271	28.7062	14.00	21.00
5	3	7.3333	2.51661	1.45297	1.0817	13.5849	5.00	10.00
Total	15	8.7333	5.78751	1.49433	5.5283	11.9383	3.00	21.00

Lampiran 6. Uji LSD

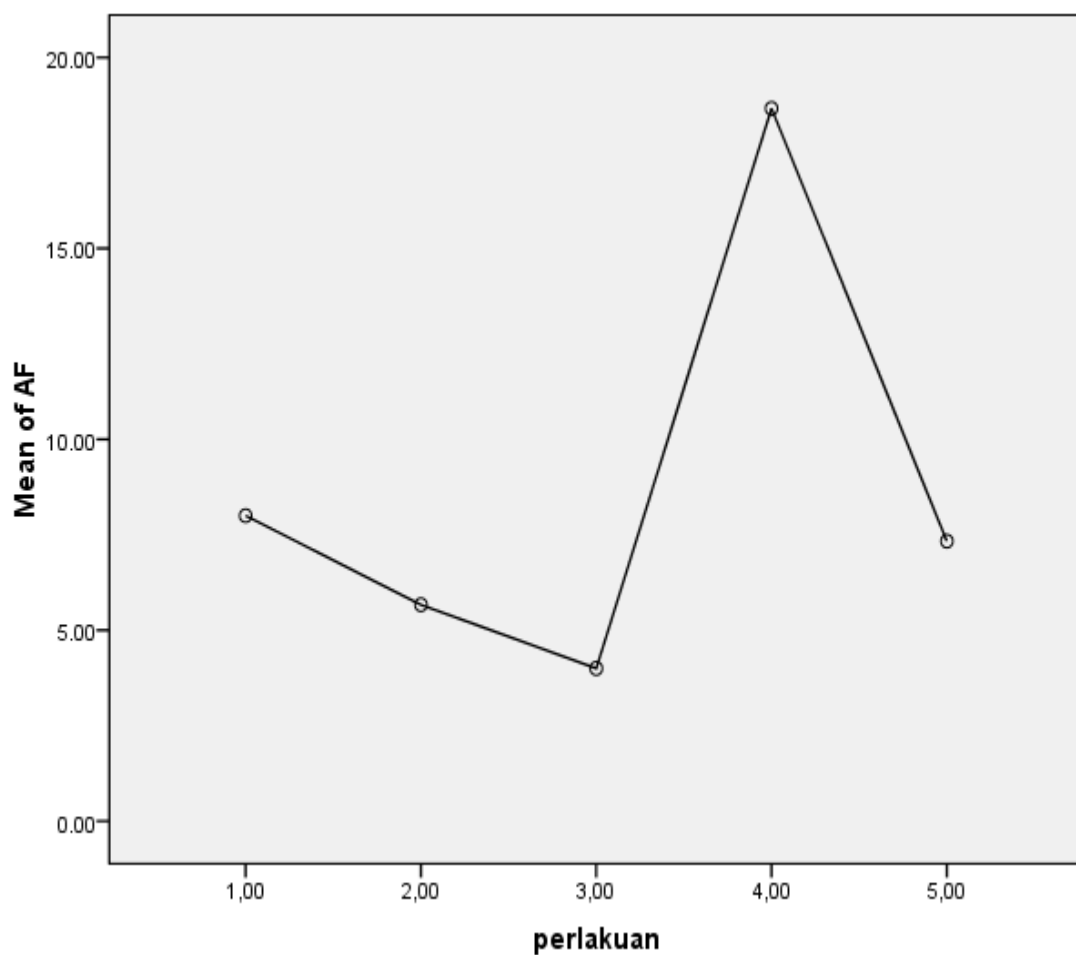
Multiple Comparisons

AF
LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	2.33333	2.16025	.305	-2.4800	7.1467
	3	4.00000	2.16025	.094	-.8133	8.8133
	4	-10.66667*	2.16025	.001	-15.4800	-5.8533
	5	.66667	2.16025	.764	-4.1467	5.4800
2	1	-2.33333	2.16025	.305	-7.1467	2.4800
	3	1.66667	2.16025	.458	-3.1467	6.4800
	4	-13.00000*	2.16025	.000	-17.8133	-8.1867
	5	-1.66667	2.16025	.458	-6.4800	3.1467
3	1	-4.00000	2.16025	.094	-8.8133	.8133
	2	-1.66667	2.16025	.458	-6.4800	3.1467
	4	-14.66667*	2.16025	.000	-19.4800	-9.8533
	5	-3.33333	2.16025	.154	-8.1467	1.4800
4	1	10.66667*	2.16025	.001	5.8533	15.4800
	2	13.00000*	2.16025	.000	8.1867	17.8133
	3	14.66667*	2.16025	.000	9.8533	19.4800
	5	11.33333*	2.16025	.000	6.5200	16.1467
5	1	-.66667	2.16025	.764	-5.4800	4.1467
	2	1.66667	2.16025	.458	-3.1467	6.4800
	3	3.33333	2.16025	.154	-1.4800	8.1467
	4	-11.33333*	2.16025	.000	-16.1467	-6.5200

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 7. Grafik rata-rata aktifitas fagositosis



Lampiran 8. Uji F

Sumber Varian	df	Jumlah kuadrat	Rata-rata jumlah	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	398,933	99,73325	14,24761	3,48	5,99
Galat	10	70	7			
Total	14	468,933				

Lampiran 9. Uji BNT yang dilakukan pada pengaruh perbedaan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap aktifitas fagositosis udang vaname

Perlakuan		P1 5%	K- 5%	P3 15%	K+ 8%	P2 10%	Notasi
	Rata – rata (%)	4%	5,67%	7,33%	8%	18,67%	
P1 5%	4%	0					a
K- 5%	5,67%	1,67%	0				a
P3 15%	7,33%	3,33%	1,66%	0			a
K+ 8%	8%	4%	3,67%	0,67%	0		a
P2 10%	18,67%	14,67%	13%	11,34%	10,67%	0	b

Lampiran 10. Gambar aktifitas fagositosis udang vaname (*L.vannamei*)

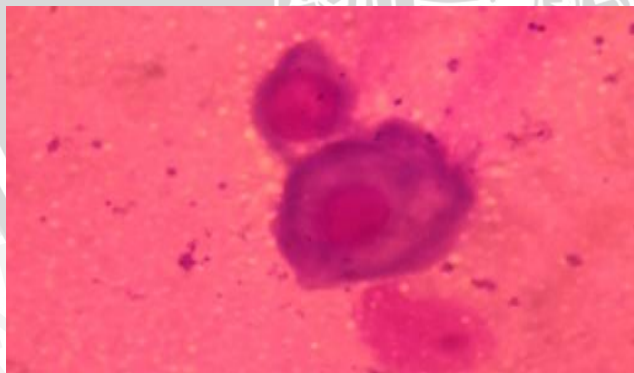
A. Udang sehat



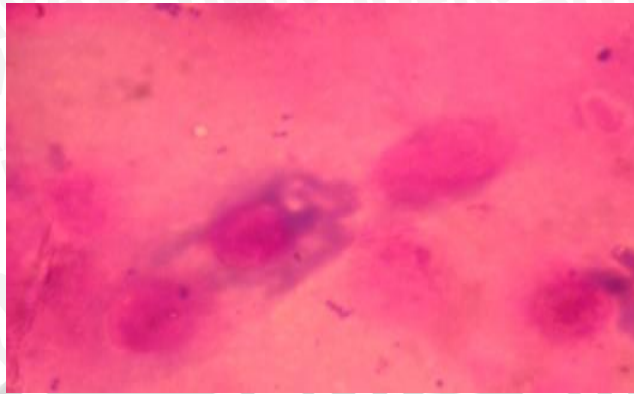
B. Udang terdeteksi WSSV



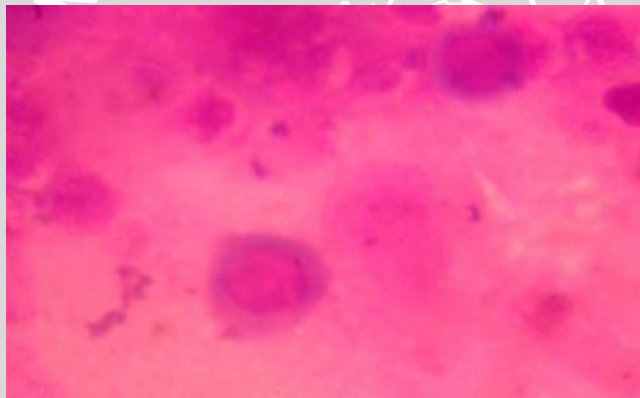
C. Udang dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 5 g/kg
kedalam campuran pakan



- D. Udang dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 10 g/kg
kedalam campuran pakan



- E. Udang dengan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dosis 15 g/kg
kedalam campuran pakan



Lampiran 11. Perbedaan udang vaname sehat dan udang yang terdeteksi WSSV

A. Udang sehat



B. Udang terdeteksi *White Spot Syndrome Virus*



Lampiran 12. Kegiatan selama penelitian

No	Kegiatan penelitian	Kegiatan selama penelitian
1.	Penyiponan media air pemeliharaan	
2.	Sampel udang Vaname	
3.	Pengambilan Hemolim udang	

4.	Penyimpanan hemolim udang vaname pada ependrofe	
5.	Pemeliharaan udang vaname yang teriveksi virus WSSV	
6.	Infeksi WSSV ke udang vannamei	