

**DETEKSI VIRUS WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) PADA DNA
UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DI TAMBAK YANG
MENGUNAKAN BIOSECURITY DAN TAMBAK TANPA
BIOSECURITY**

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

Oleh :
RACHMADIN MEGA DANANJAYA
NIM. 0910813003



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2013

**DETEKSI VIRUS WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) PADA DNA
UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DI TAMBAK YANG
MENGUNAKAN BIOSECURITY DAN TAMBAK TANPA
BIOSECURITY**

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

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

Oleh :

RACHMADIN MEGA DANANJAYA

NIM. 0910813003



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2013

LAPORAN SKRIPSI

DETEKSI VIRUS WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) PADA DNA UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus vannamei*) DI TAMBAK YANG MENGUNAKAN BIOSECURITY DAN TAMBAK TANPA BIOSECURITY

Oleh :

RACHMADIN MEGA DANANJAYA

NIM. 0910813003

Dosen Penguji I

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

NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si

NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS

NIP. 19520402 198003 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

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

NIP. 19730702 200501 2 001

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS

NIP. 19600322 198601 1 001

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



Malang,

Mahasiswa

Rachmadin Mega D.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan segala nikmat dan kemudahan serta kekuatan hati yang luar biasa kepada saya selama ini.
2. Ayah dan ibu serta adik saya, terima kasih atas bantuan dan pengorbanan baik moril maupun materiil serta doanya yang selalu mengiringi setiap langkah dan detak jantung saya menuju kesuksesan, khususnya dalam penyelesaian dan penyusunan laporan ini.
3. Ir. Herwati Umi Subarijanti, MS dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si selaku pembimbing, atas segala bantuan, masukan, kritik dan saran serta bimbingannya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Ryan, Anin dan Zhunia angkatan 2009, yang juga sebagai 1 kelompok bimbingan skripsi yang telah memberi semangat dalam melaksanakan kegiatan penelitian ini.
5. Teman - teman MSP angkatan 2009 atas segala dukungan, saran dan kritik yang sangat membantu dalam penyusunan laporan ini kalian sungguh luar biasa sekali buat saya, terima kasih buat kalian yang sudah memberikan semangat dan motivasi kepada saya untuk dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Semua orang yang telah menyayangi dan melindungi saya setiap waktu dan keadaan, karena kalianlah yang membuat semangat dan mendorong saya untuk lebih maju.

Malang, 01 Agustus 2013

Rachmadin Mega D.

RINGKASAN

RACHMADIN MEGA D. Skripsi tentang Deteksi Virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada DNA Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak yang Menggunakan Biosecurity dan Tambak Tanpa Biosecurity (dibawah bimbingan **Ir. Herwati Umi Subarjanti, MS** dan **Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si**)

Di daerah Situbondo, yaitu di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih terdapat area pertambakan bernama "Sabu Timur" yang melakukan budidaya pembesaran udang vannamei secara intensif dengan menggunakan tambak terpal. Pada tanggal 18 April 2013, udang vannamei yang dibudidayakan di salah satu tambak di area pertambakan "Sabu Timur" tersebut terinfeksi penyakit yang disebabkan oleh virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*), sehingga teknisi tambak melakukan *biosecurity* pada tambak yang terinfeksi agar virus WSSV tidak menginfeksi udang vannamei di tambak sekitarnya.

Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mendeteksi keberadaan virus WSSV pada DNA udang vannamei yang dibudidayakan di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2013 di tambak udang vannamei yang berlokasi di area pertambakan "Sabu Timur" di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang untuk mengetahui ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei dan Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan BBAP Situbondo untuk uji kualitas air.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik *surveillance*. Teknik pengambilan data meliputi data primer dan sekunder. Perolehan dan pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan wawancara dan observasi langsung pada pengukuran parameter kualitas air baik fisika maupun kimia dan pengamatan morfologi udang serta ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei di laboratorium. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui laporan - laporan, pustaka serta data dari para peneliti yang terkait dengan pengelolaan tambak udang vannamei, kualitas air yang menunjang bagi budidaya udang vannamei dan kondisi udang vannamei yang terserang penyakit. Pengambilan sampel air dan udang dilakukan di inlet dan outlet tambak dengan pengambilan sampel dilakukan 1 kali dalam 1 minggu selama 3 minggu pada pukul 10.00 - 11.00 WIB. Pengamatan morfologi pada udang vannamei dalam setiap minggunya diambil sebanyak 20 ekor udang pertambaknya dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok menurut tingkat penginfeksiannya (sehat, kronis dan akut). Untuk pengamatan ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei dilakukan menurut tingkat penginfeksiannya.

Pada pengukuran kualitas air di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity didapatkan hasil yaitu suhu perairan di tambak biosecurity berkisar 27,52 - 32,21 °C dan tambak tanpa biosecurity berkisar 28,15 - 32,64 °C, nilai kecerahan perairan tambak biosecurity berkisar 19 - 26,75 cm dan tambak tanpa biosecurity berkisar 20 - 27 cm, kadar salinitas di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity berkisar antara 28 - 29 ppt, nilai pH perairan tambak biosecurity berkisar 8,46 - 8,63 dan tambak tanpa biosecurity berkisar 8,12 - 8,58, nilai DO pada tambak biosecurity berkisar 4,73 - 6,72 ppm dan tambak tanpa biosecurity berkisar 4,68 - 6,65 ppm, kadar amonia pada tambak

biosecurity berkisar 0,019 – 0,042 ppm dan tambak tanpa biosecurity kadar amonia berkisar 0,012 – 0,037 ppm, kadar nitrit di perairan tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity sebesar $< 0,001$ ppm dan nilai TOM pada perairan tambak biosecurity berkisar 79,60 – 96,58 ppm dan tambak tanpa biosecurity berkisar 75,91 – 94,29 ppm. Hasil pengukuran panjang tubuh udang berkisar 7,6 – 14,9 cm dengan kondisi morfologi udang tidak menunjukkan gejala terinfeksi virus WSSV baik dari tambak biosecurity maupun tanpa biosecurity. Berdasarkan uji PCR dengan menggunakan primer spesifik WSSV pada DNA udang vannamei didapatkan hasil pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity menunjukkan hasil terinfeksi oleh virus WSSV.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa, udang vannamei yang dibudidayakan di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity terdeteksi adanya virus WSSV pada DNA udang vannamei meskipun secara morfologi tidak menampilkan gejala terinfeksi.

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah untuk menanggulangi penyebaran infeksi virus WSSV ke tambak yang lain diharapkan dapat dilakukan pemanenan udang lebih awal pada tambak yang telah terinfeksi, mengingat sampai saat ini belum ditemukan cara untuk mengobati udang yang telah terinfeksi virus WSSV dan perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang daya dukung tambak terhadap kehidupan udang vannamei yang ditinjau dari segi biofisik.



KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT, karena berkat kelimpahan rahmat dan hidayah-MU penulis dapat menyelesaikan dan menyajikan laporan skripsi yang berjudul "Deteksi Virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada DNA Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak yang Menggunakan Biosecurity dan Tambak Tanpa Biosecurity". Laporan skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan skripsi ini kami hadirkan dengan harapan agar dapat dijadikan pegangan belajar mengenai dunia perikanan, sekaligus menambah keilmuan bagi pembaca terutama untuk mempelajari tentang kualitas air dan deteksi penyakit pada udang vannamei di tambak terpal, sehingga diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti yang lain.

Dalam penyusunan laporan ini kami menyadari adanya banyak kekurangan, oleh sebab itu segala kritik dan saran yang membangun kami terima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi semua pihak khususnya untuk mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang dimasa yang akan datang.

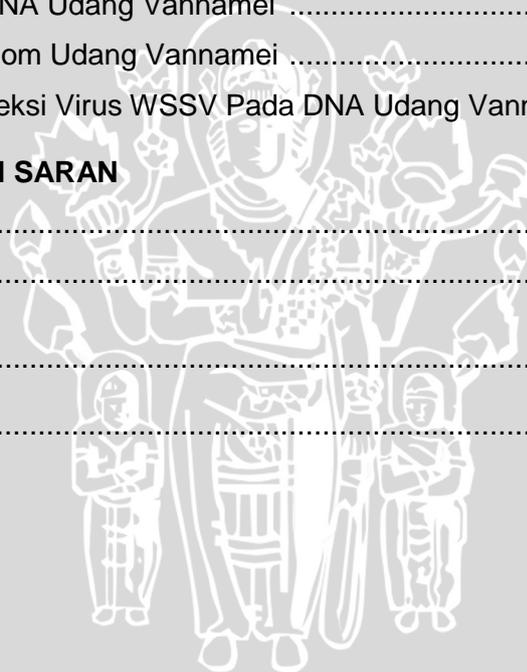
Malang, 01 Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

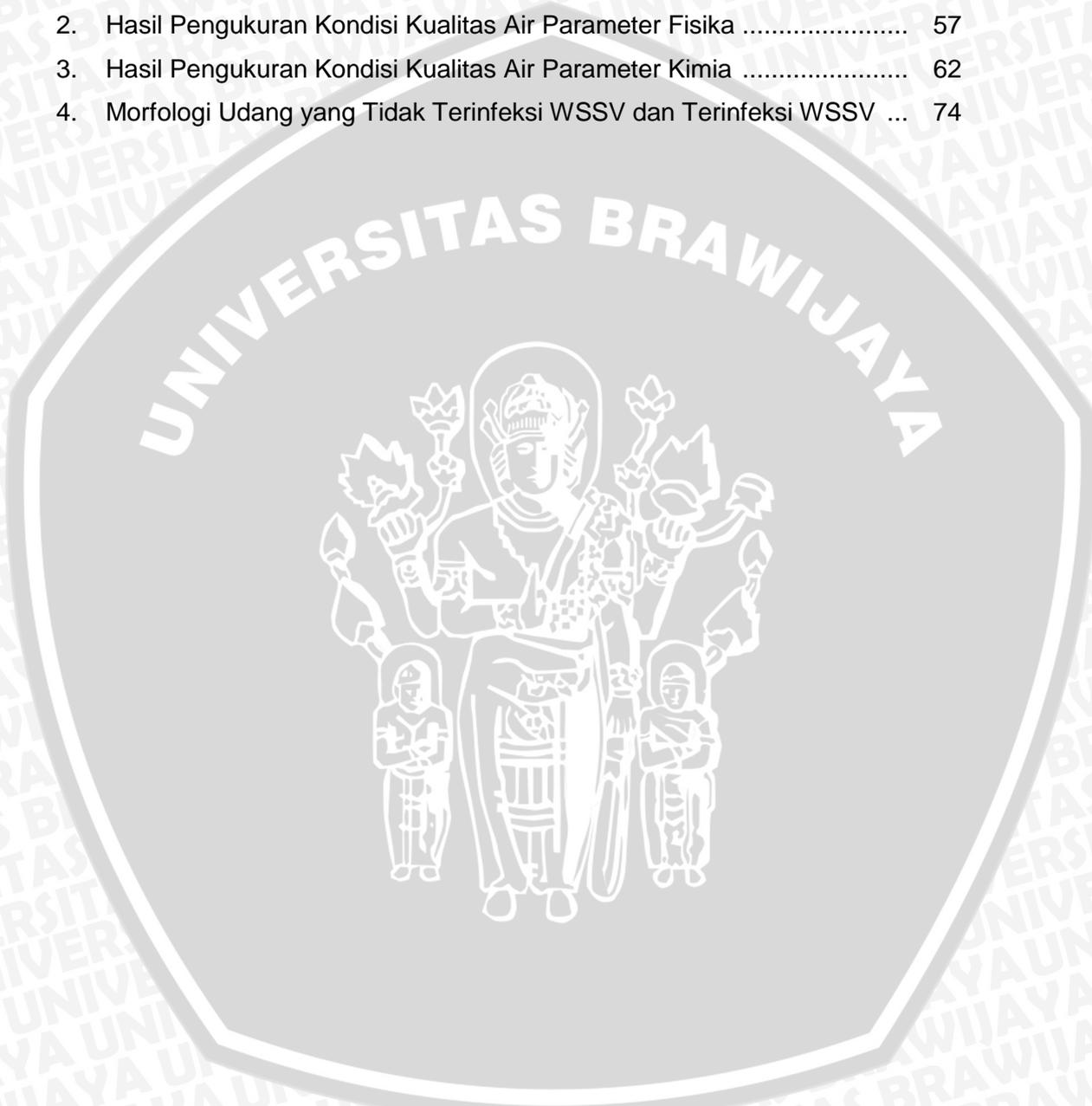
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Tempat dan Waktu	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
2.1.1 Morfologi Udang Vannamei	10
2.1.2 Siklus Hidup Udang Vannamei	11
2.1.3 Daerah Penyebaran dan Habitat	14
2.2 Kualitas Air	14
2.3 Pencemaran Perairan	21
2.4 Penyakit Udang Vannamei	23
2.5 Mekanisme Virus WSSV Menginfeksi Udang	25
2.6 DNA	27
2.7 ICP11	28
2.8 PCR	30
2.9 Biosecurity	32
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	34
3.2 Alat dan Bahan	34
3.3 Metode Penelitian	34
3.4 Teknik Pengumpulan Data	35
3.5 Metode Analisa Data	36

3.6 Pengambilan Sampel Air dan Udang	39
3.7 Prosedur Penelitian	41
3.7.1 <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	41
3.7.2 Kualitas Air	47
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	52
4.1.1 Deskripsi Tambak Penelitian	52
4.1.2 Pemeliharaan Udang Vannamei	54
4.2 Hasil Analisis Kualitas Air	55
4.2.1 Parameter Fisika	57
4.2.2 Parameter Kimia	62
4.3 Kondisi Morfologi Udang Vannamei	72
4.4 Hasil Analisis DNA Udang Vannamei	75
4.4.1 DNA Genom Udang Vannamei	75
4.4.2 Hasil Deteksi Virus WSSV Pada DNA Udang Vannamei	78
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	92



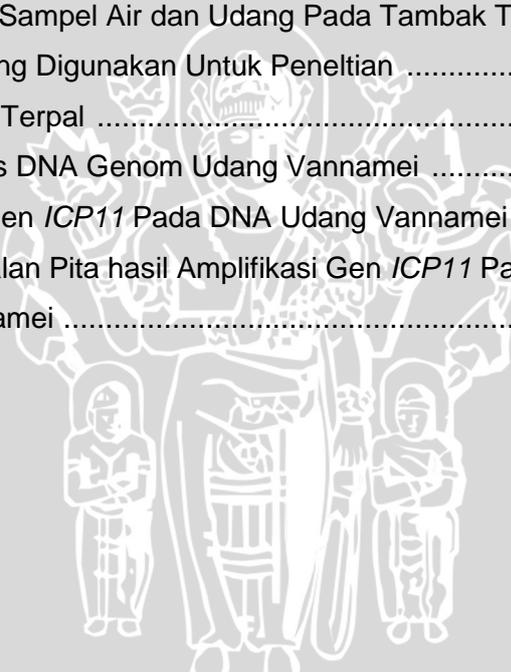
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Amplifikasi gen <i>ICP11</i> pada DNA udang vannamei yang rentan dan tahan terhadap infeksi WSSV	29
2. Hasil Pengukuran Kondisi Kualitas Air Parameter Fisika	57
3. Hasil Pengukuran Kondisi Kualitas Air Parameter Kimia	62
4. Morfologi Udang yang Tidak Terinfeksi WSSV dan Terinfeksi WSSV ...	74



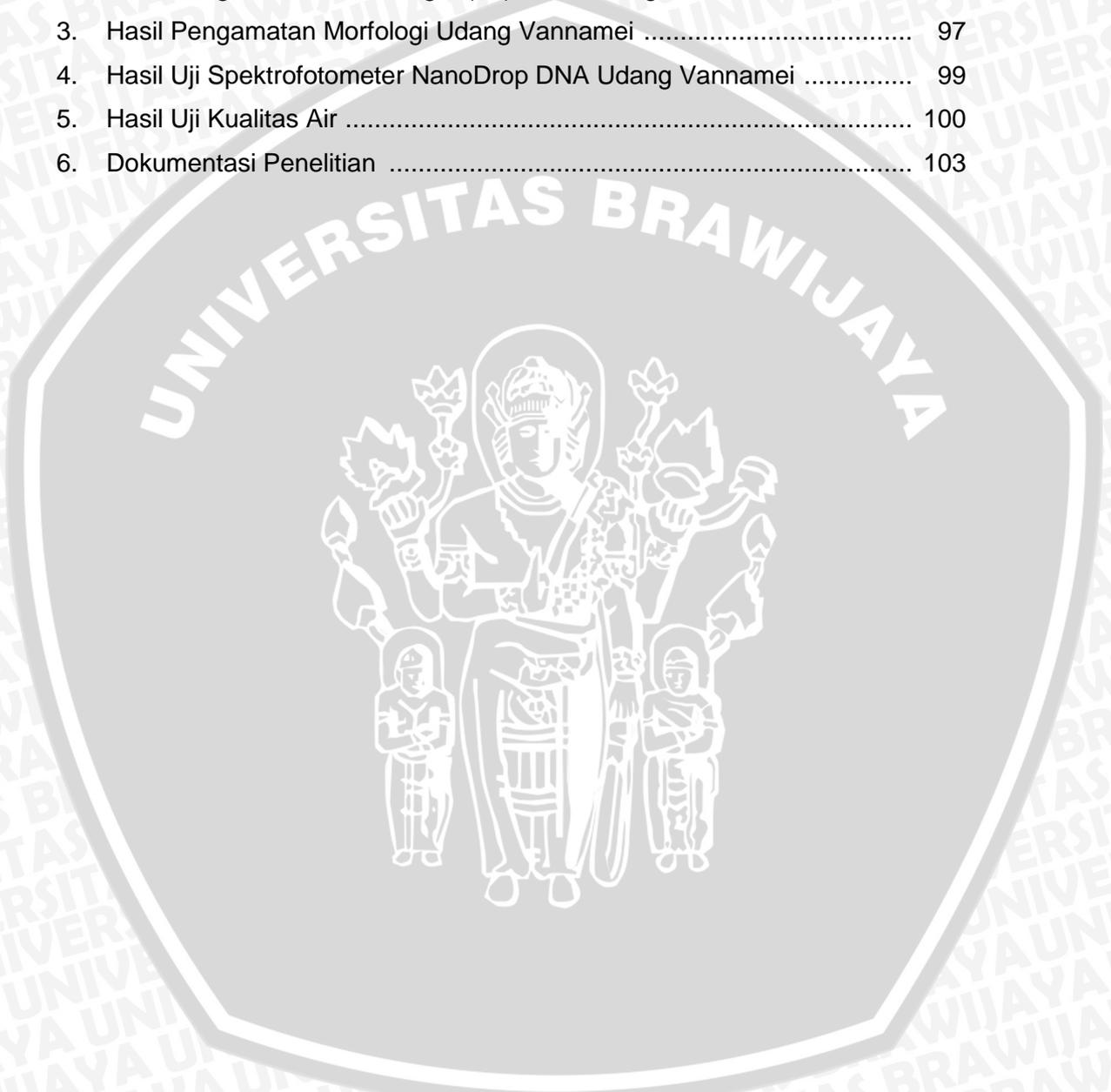
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah	4
2. Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
3. Morfologi <i>Litopenaeus vannamei</i>	10
4. Daur Hidup Udang <i>Penaeid</i>	13
5. <i>White Spot Syndrome Virus</i> (WSSV)	24
6. Morfogenesis <i>White Spot Syndrome Virus</i> (WSSV)	26
7. Hasil amplifikasi gen <i>ICP11</i> (M : DNA ladder 1000 bp, 1 : udang vannamei yang rentan terhadap WSSV, 2 : udang vannamei yang tahan terhadap WSSV dan 3 : udang yang tidak terinfeksi WSSV)	29
8. Titik Pengambilan Sampel Air dan Udang Pada Tambak Terpal	40
9. Lokasi Tambak yang Digunakan Untuk Penelitian	41
10. Kontruksi Tambak Terpal	54
11. Hasil Elektroforesis DNA Genom Udang Vannamei	77
12. Hasil Amplifikasi Gen <i>ICP11</i> Pada DNA Udang Vannamei	78
13. Perbedaan Ketebalan Pita hasil Amplifikasi Gen <i>ICP11</i> Pada DNA Udang Vannamei	80



DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Halaman
1. Alat dan Bahan yang Digunakan	92
2. Hasil Pengukuran Total Length (TL) Pada udang Vannamei	94
3. Hasil Pengamatan Morfologi Udang Vannamei	97
4. Hasil Uji Spektrofotometer NanoDrop DNA Udang Vannamei	99
5. Hasil Uji Kualitas Air	100
6. Dokumentasi Penelitian	103



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah pesisir di Indonesia saat ini masih memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai lahan budidaya dibidang perikanan, khususnya budidaya udang. Tetapi karena keterbatasan pengetahuan dan kemauan untuk berbudidaya, hasil budidaya udang di Indonesia belum maksimal. Padahal jika dilihat dari keuntungan sektor ekonomi, usaha budidaya udang tidak kalah dengan usaha pertanian.

Sistem budidaya perikanan pesisir di Indonesia sangat beragam, salah satunya dengan menggunakan sistem budidaya tambak, baik dalam bentuk tradisional, semi intensif dan intensif. Karena disamping dapat memanfaatkan luas lahan yang sempit juga mudah dalam pembuatannya. Dalam pembuatan tambak budidaya, sebagian orang tidak mengerti terhadap keadaan tanah yang digunakan sebagai dasar tambak, sehingga apabila tanah tersebut bersifat porous atau memiliki tekstur berpasir, apabila tambak di isi dengan air maka air tersebut akan cepat habis karena masuk ke dalam tanah. Di daerah pesisir pantai, kondisi tanahnya tidak selalu cocok untuk digunakan sebagai lokasi tambak dikarenakan mempunyai tekstur tanah yang berbeda – beda, sehingga untuk mengatasi kondisi tersebut penggunaan tambak dengan sistem terpal sering dipilih oleh para petani perikanan di daerah pesisir.

Tambak adalah wilayah yang dibentuk manusia untuk pemeliharaan ikan dan udang. Istilah tambak atau empang merujuk pada kolam yang dibuat manusia di pinggir pantai yang diisi dengan air laut atau air payau (campuran air laut dengan air tawar) (Kordi dan Tancung, 2007).

Udang vannamei merupakan komoditi perikanan air payau yang sangat menguntungkan, jika dibandingkan dengan jenis udang lainnya, udang vannamei memiliki keunggulan seperti dapat beradaptasi terhadap lingkungan suhu yang rendah, memiliki kisaran salinitas yang luas dan laju pertumbuhan yang relatif cepat. Dengan keunggulan tersebut, udang vannamei memiliki potensi yang baik untuk dilakukan budidaya. Menurut Lestari (2009), melalui SK Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 41/2001, pemerintah secara resmi melepas udang vannamei sebagai varietas unggul untuk dibudidayakan petambak di Indonesia. Udang vannamei dijadikan varietas unggul dikarenakan memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah lebih tahan terhadap penyakit, tumbuh lebih cepat, tahan terhadap fluktuasi kondisi lingkungan, waktu pemeliharaan yang relatif pendek dan tingkat survival rate (SR) tinggi.

Udang merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani yang bermutu tinggi dan dapat dijadikan sebagai salah satu cara untuk meningkatkan tingkat perekonomian masyarakat dengan cara berbudidaya udang. Akan tetapi berbagai kegagalan panen yang terjadi pada tambak udang di Indonesia menjadi suatu masalah yang sangat merugikan para petani tambak. Kegagalan panen biasanya disebabkan oleh perubahan kualitas lingkungan perairan dan serangan penyakit yang disebabkan oleh bakteri, virus maupun jamur yang mengakibatkan kematian udang dalam waktu yang cepat dan dalam jumlah yang besar. Hatmanti (2003), menyatakan penyakit pada krustasea dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, virus dan berbagai jenis parasit yang selalu terdapat pada perairan. Penularan penyakit ini sangat mudah, karena dapat terbawa oleh organisme yang berpindah - pindah dari satu tambak ke tambak yang lain.

Penyakit yang disebabkan oleh virus merupakan jenis penyakit yang sangat berbahaya bagi udang. Penyebaran penyakit ini dapat berlangsung secara vertikal, horizontal dan gabungan dari keduanya. Udang yang telah terserang tidak efektif dilakukan pengobatan sehingga cara yang terbaik adalah dilakukan pencegahan. Kordi (2010), menyatakan penyebaran penyakit virus dapat berlangsung secara vertikal (dari induk kepada benih), horizontal (udang yang terserang ke udang yang lain) dan gabungan dari keduanya. Menurut Amri (2004), hingga saat ini belum ditemukan jenis obat yang efektif untuk mengobati penyakit virus sehingga kasus MBV dan *white spot* belum bisa ditangani secara tuntas. Saat ini petambak hanya bisa melakukan tindakan pencegahan dan penanggulangan dengan menerapkan kaidah pemeliharaan yang baik, pemilihan benur dan pemberian pakan yang bermutu tinggi serta memperbaiki mutu lingkungan.

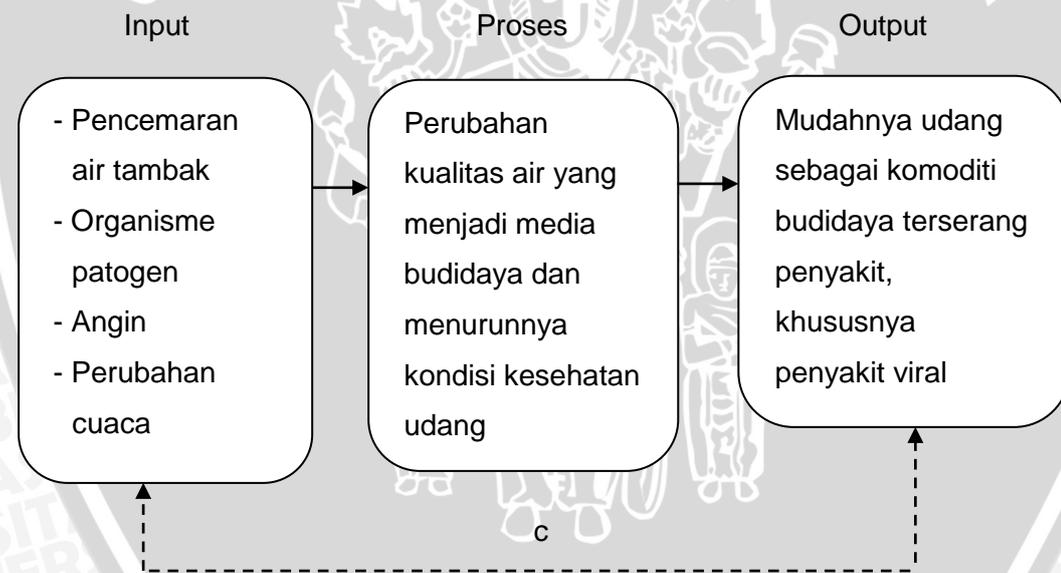
Di daerah Situbondo, yaitu di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih terdapat area pertambakan bernama "Sabu Timur" yang melakukan budidaya pembesaran udang vannamei secara intensif dengan menggunakan tambak terpal. Pada tanggal 18 April 2013, udang vannamei di salah satu tambak di area pertambakan "Sabu Timur" tersebut terinfeksi penyakit yang disebabkan oleh virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*). Hal ini dibuktikan dengan hasil tes yang dilakukan oleh teknisi tambak menggunakan shrimple test WSSV yang disajikan pada Lampiran 6. Berdasarkan hasil tersebut, teknisi tambak melakukan *biosecurity* pada tambak yang terinfeksi agar virus WSSV tidak menginfeksi udang vannamei di tambak sekitarnya yang belum terinfeksi.

Teknik *biosecurity* yang diterapkan oleh teknisi tambak yaitu dengan cara membuat pagar disekeliling tambak dengan terpal setinggi 1,5 meter, melakukan seleksi orang yang masuk dalam keperluan pemberian pakan maupun pengecekan kualitas air sehingga hanya satu orang yang dapat memasuki area

tambak yang udangnya terinfeksi dan tidak diperbolehkan berpindah ke tambak lain setelah memasuki tambak biosecurity, membilas tempat untuk keperluan analisis kualitas air tambak dengan desinfektan sebelum masuk dan keluar tambak serta menjaga kualitas air agar tetap optimal untuk menunjang kehidupan udang vannamei.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian tentang deteksi virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada DNA udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di tambak yang menggunakan biosecurity dan tambak tanpa biosecurity, diharapkan dapat mendeteksi keberadaan virus WSSV pada DNA udang vannamei setelah adanya perlakuan biosecurity.

1.2 Perumusan Masalah



Gambar 1. Bagan alir perumusan masalah

Keterangan :

- : dampak
- ←- - - - - : pengaruh timbal balik

Penjelasan dari bagan alir perumusan masalah di atas adalah sebagai berikut :

- a. Aktivitas kegiatan manusia dalam memberi pakan yang berlebihan, pengontrolan kualitas air yang kurang maksimal dan adanya pergantian cuaca yang dapat menyebabkan perubahan kualitas air sehingga menimbulkan penurunan kualitas air pada perairan tambak. Selain itu, adanya organisme patogen seperti virus WSSV baik berasal dari lingkungan sekitar maupun dari udang yang bersifat *carrier* dapat mengakibatkan terganggunya proses pembudidayaan, sehingga dengan adanya pencemaran pada air tambak dapat menyebabkan organisme patogen seperti virus mudah menyerang organisme yang dibudidayakan. Faktor angin juga dapat menyebabkan penyebaran virus yang berasal dari tambak yang terinfeksi ke tambak lain melalui percikan air yang berasal dari kincir air dari tambak yang terinfeksi.
- b. Terganggunya kualitas air yang dapat mengakibatkan pencemaran, menyebabkan air yang digunakan tidak dapat digunakan sebagai media budidaya. Kemudian akibat dari menurunnya kualitas air yang digunakan sebagai media budidaya menyebabkan aktivitas udang vannamei menjadi terganggu dan mengakibatkan kondisi udang tersebut menjadi lemah dan mudah terserang penyakit terutama terinfeksi oleh virus.
- c. Akibat dari munculnya penyakit pada udang yang disebabkan oleh organisme patogen (virus) pada tambak lain yang sebelumnya tidak terinfeksi, dapat diketahui penggunaan biosecurity yang diterapkan kurang tepat dan kurang sesuainya kualitas air untuk media budidaya sehingga virus dapat menginfeksi udang yang dibudidayakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mendeteksi keberadaan virus WSSV pada DNA udang vannamei yang dibudidayakan di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam memahami permasalahan yang ada di lapang dengan memadukan teori yang diperoleh di bangku kuliah serta dapat dijadikan sebagai sumber informasi keilmuan untuk digunakan sebagai dasar penulisan dan penelitian lebih lanjut
2. Bagi petani tambak udang vannamei, diharapkan dapat memberi informasi ilmiah yang digunakan sebagai salah satu dasar pertimbangan dalam pencegahan penyebaran penyakit dengan mengetahui data kualitas air maupun ekspresi gen pada DNA udang vannamei
3. Bagi pemerintah, diharapkan dapat digunakan sebagai informasi penunjang dan bahan pertimbangan perumusan kebijakan dalam rangka pelestarian sumberdaya perikanan dan perairan

1.5 Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian dilaksanakan di tambak udang vannamei yang terdapat di area pertambakan "Sabu Timur" di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang untuk mengetahui ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei dan Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan BBAP Situbondo untuk uji kualitas air. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2013.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Secara internasional, udang vannamei dikenal sebagai *white leg shrimp* atau *western white shrimp* atau *pasific white leg shrimp*. Di Indonesia dikenal sebagai udang vannamei atau udang kaki putih. Udang vannamei adalah udang introduksi yang berasal dari Hawaii dan Amerika Selatan (Gambar 2). Udang vannamei mempunyai nama ilmiah *Litopenaeus vannamei*. Udang ini termasuk dalam golongan *crustacea* (udang - udangan) dan dikelompokkan sebagai udang laut atau udang *penaeid* seperti jenis udang lainnya yaitu udang windu (*Panaeus monodon*), udang putih atau jebrung (*Panaeus merguensis*), udang werus atau dogol (*Metapanaeus* spp.), udang jari (*Panaeus indicus*) dan udang kembang (*Panaeus semisulcatus*) (Amri dan Kanna, 2008).



Gambar 2. Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

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*). *L. vannamei* termasuk dalam famili *penaeid* dan berbeda dengan anggota *decapoda* yang lain yaitu

anggota famili ini menetas di luar tubuh yang sebelumnya dikeluarkan oleh betina. *L. vannamei* juga termasuk anggota genus *penaeus*, hal ini ditandai dengan adanya gigi pada bagian atas dan bawah rostrum. Udang *penaeid* dapat dibedakan dengan jenis lainnya dari bentuk dan jumlah gigi pada rostrumnya. *Vannamei* memiliki 2 gigi pada tepi rostrum bagian ventral dan 8 - 9 gigi pada tepi rostrum bagian dorsal (Sutrisno *et al.*, 2010).

Isabel Perez dan Brian Kensley (1997) dalam Kordi (2007), menyatakan nama ilmiah untuk udang *vannamei* yang lama adalah *Penaeus vanname* atau *P. vannamei*. Namun klasifikasi yang terbaru diganti menjadi *Litopenaeus vanname* atau *L. Vannamei*. Secara lengkap klasifikasi udang *vannamei* adalah :

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Crustacea
Ordo : Decapoda
Famili : Penaeidae
Genus : *Litopenaeus*
Spesies : *Litopenaeus vannamei*

Nama *Litopenaeus* pada *vannamei* merupakan subgenus dari *Penaeus*, sebab pada spesies betinanya memiliki sebuah organ seksual (*thelycum*) terbuka tanpa adanya tempat penampung sperma (Sutrisno *et al.*, 2010).

Kebiasaan makan dan cara makan udang *vannamei* identik dengan udang windu yaitu tergolong hewan *omnivorous scavenger*, pemakan segala (hewan dan tumbuhan) dan bangkai. Jenis makanan yang dimakan udang *vannamei* adalah plankton (fitoplankton dan zooplankton), alga benthik, detritus dan bahan organik lainnya. Perbedaan antara udang *vannamei* dengan udang windu adalah dari aspek *feeding and food habit*, pada udang *vannamei* lebih rakus (*piscivorous*) dan membutuhkan protein yang lebih rendah. Pada udang

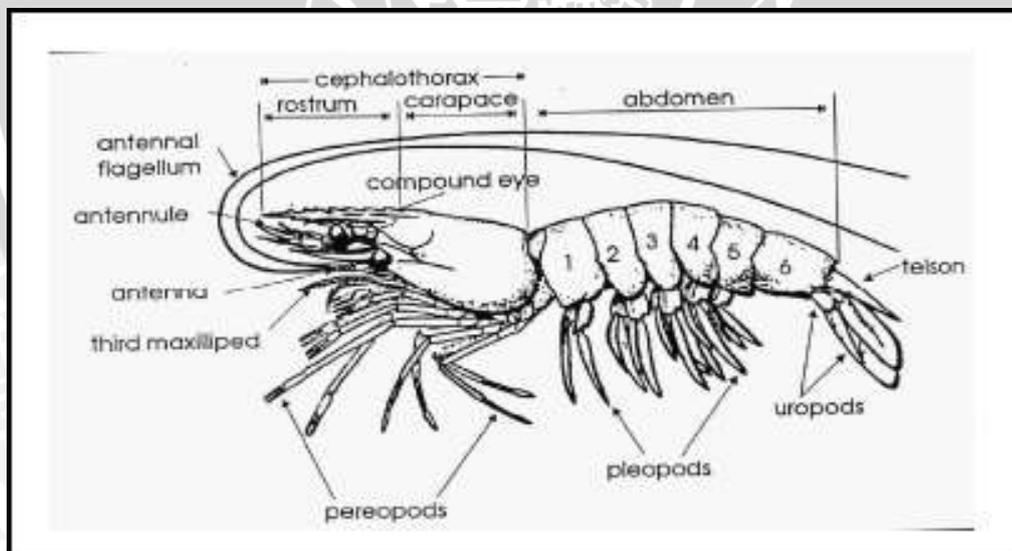
windu pakan yang diberikan untuk pembesaran mengandung protein 35 – 52 % sedangkan pada udang vannamei membutuhkan pakan yang mengandung protein 32 – 38 % (Kordi, 2010).

Pada tingkat *nauplius*, udang masih tidak membutuhkan makanan dari alam karena masih mempunyai cadangan makanan di dalam kantung kuning telurnya. Setelah menjadi zoea udang akan mencari makan di alam karena cadangan makanan dari kantung telur sudah mulai habis. Makanan zoea adalah plankton – plankton nabati. Pada tingkat *mysis* udang akan mulai makan plankton hewani dan pada tingkat post larva udang akan memakan diatom, anak udang – udangan (crustacea), cacing dan detritus. Udang dewasa akan lebih suka memakan daging binatang yang lunak seperti moluska, cacing annelida dan anak serangga seperti chironomus (Suyanto dan Mujiman, 2006).

Udang penaeid bersifat nokturnal yaitu sifat binatang yang aktif mencari makan pada waktu malam. Pada waktu siang mereka lebih suka beristirahat dengan cara membenamkan diri di dalam lumpur maupun menempel pada suatu benda yang terbenam di dalam air. Udang penaeid juga bersifat kanibalisme yaitu sifat yang suka memangsa jenisnya sendiri. Sifat ini sering timbul pada udang yang sehat yang tidak sedang berganti kulit, sasarannya adalah udang yang sedang berganti kulit. Dalam keadaan kekurangan makanan, sifat kanibalisme lebih terlihat terutama dalam fase *mysis*. Untuk menghindari kanibalisme udang – udang yang sedang berganti kulit akan mencari tempat untuk bersembunyi. Udang mempunyai kerangka luar yang keras (tidak elastis), oleh karena itu untuk tumbuh menjadi besar maka perlu membuang kulit lama dan menggantinya dengan kulit yang baru. Udang muda yang pertumbuhannya masih pesat akan lebih sering berganti kulit daripada udang dewasa (Suyanto dan Mujiman, 2006).

2.1.1 Morfologi Udang Vannamei

Tubuh udang vannamei dibagi menjadi dua bagian besar yaitu bagian *cephalothorax* yang terdiri dari kepala dan dada serta bagian abdomen yang terdiri dari perut dan ekor. *Cephalothorax* dilindungi oleh kulit yang terbuat dari *chitin* yang tebal atau disebut sebagai karapas (*carapace*). Bagian *cephalothorax* terdiri dari lima ruas kepala dan delapan ruas dada sedangkan tubuhnya (*abdomen*) terdiri dari enam ruas dan satu ekor (*telson*). Bagian depan kepala yang menonjol merupakan kelopak kepala yang memanjang dengan bagian pinggir bergerigi yang disebut *rostrum* (Amri dan Kanna, 2008). Kordi (2010), menambahkan kepala sampai dada terdapat 13 bagian yaitu 5 pada bagian kepala dan 8 pada dada sedangkan pada bagian perut terdapat 6 ruas (Gambar 3). Seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton yang terbuat dari *chitin*. Kerangka tersebut mengeras kecuali pada bagian sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan.



Gambar 3. Morfologi *Litopenaeus vannamei* (Primavera, 1994 dalam Risaldi, 2011)

Dibagian kepala sampai dada terdapat anggota tubuh yang berpasangan. Berturut – turut dari depan ke belakang adalah sungut kecil (*antennula*), sirip kepala (*scaphocerite*), sungut besar (*antenna*), rahang (*mandibula*), alat – alat

pembantu rahang (*maxilla*) yang terdiri dari dua pasang, *maxilliped* yang terdiri dari tiga pasang dan kaki jalan (*pereopoda*) yang terdiri dari lima pasang. Tiga pasang kaki jalan yang pertama ujung – ujungnya bercapit yang dinamakan dengan *chela*. Dibagian perut (*abdomen*) terdapat lima pasang kaki renang (*pleopoda*) yaitu pada ruas ke 1 sampai dengan ke 5 sedangkan pada ruas ke 6 kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas atau ekor (*uropoda*). Ujung ruas ke 6 ke arah belakang membentuk ujung ekor (*telson*) dan dibawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (*anus*) (Suyanto dan Mujiman, 2006).

Jenis kelamin udang *penaide* 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. Udang betina lebih cepat tumbuh daripada udang jantan sehingga pada umur yang sama, tubuh udang betina lebih besar daripada udang jantan (Amri, 2004).

2.1.2 Siklus Hidup Udang Vannamei

Penaeus vannamei atau *Litopenaeus vannamei* dilihat dari siklus hidupnya digolongkan dalam spesies katadromus. Udang dewasa memijah di laut lepas sedangkan udang muda (*juvenile*) bermigrasi ke daerah pantai. Di alam, udang dewasa melakukan perkawinan dan memijah pada perairan lepas pantai (kedalaman kurang lebih 70 m) bagian selatan, tengah dan utara Amerika dengan suhu 26 – 28 °C dan salinitas 35 ppt. Setelah telur - telur menetas, larva hidup di laut lepas mejadi bagian dari *zooplankton*. Saat stadium post larva mereka bergerak ke daerah dekat pantai dan perlahan - lahan turun ke dasar di daerah estuari dangkal. Perairan dangkal ini memiliki kandungan nutrien,

salinitas dan suhu yang sangat bervariasi dibandingkan dengan laut lepas. Setelah beberapa bulan hidup di daerah estuari, udang dewasa kembali ke lingkungan laut dalam (Sutrisno *et al.*, 2010).

Udang vannamei mempunyai siklus hidup identik dengan udang windu (*Penaeus monodon*) dan udang putih (*P. merguensis*) yaitu melepaskan telur ditengah laut kemudian terbawa arus dan gelombang menuju pesisir. Setelah itu menetas menjadi *nauplius* dan seterusnya menjadi stadia *zoea*, *mysis*, *post larva* dan *juvenil* atau juwana. Pada daerah pesisir stadia juvenil kembali ke tengah laut untuk proses pendewasaan dan bertelur (Kordi, 2011).

Udang laut melakukan pemijahan di perairan yang dalam. Setelah menetas anak udang akan dibawa oleh angin, arus dan gelombang ke tepi pantai dan setelah dewasa akan kembali lagi ke tengah laut untuk berkembang biak. Telur – telur udang yang telah dibuahi akan mengalami masa inkubasi selama kurang lebih 12 jam dan akan menetas dan menjadi nauplius selama kurang lebih 2 hari, selanjutnya akan mengalami perubahan bentuk menjadi zoea selama kurang lebih 6 hari. Pada fase zoea udang mulai muncul ke permukaan perairan dan secara perlahan – lahan bergerak ke perairan pantai yang dibantu oleh angin, arus dan gelombang. Tingkat mysis akan dialami oleh udang selama kurang lebih 4 hari dan seterusnya mencapai fase pasca larva yang biasanya telah mencapai perairan pantai dengan salinitas lebih rendah. Larva akan tumbuh menjadi juwana atau udang muda dan akan berupaya lagi ke perairan yang lebih dalam di laut lepas (Gambar 4) (Kordi, 2010).

Menurut Susetiono (1987), secara umum siklus hidup udang penaeid dibedakan dalam fase di tengah laut dan fase di perairan payau.

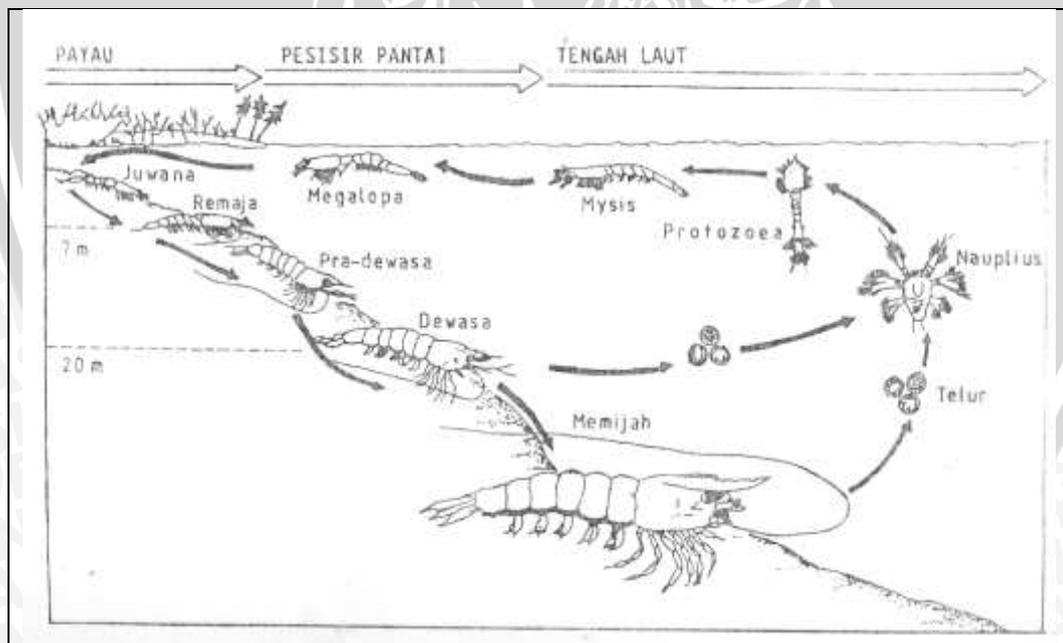
a. Fase di tengah laut

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.



Gambar 4. Daur hidup udang *penaeid* (Susetiono, 1987)

2.1.3 Daerah Penyebaran dan Habitat

Daerah penyebaran vannamei meliputi Pantai Pasifik, Meksiko, Laut Tengah dan Selatan Amerika. Sebuah wilayah dengan suhu air secara umum berkisar di atas 20 °C sepanjang tahun. Karena spesies ini relatif mudah untuk berkembang biak sehingga vannamei menjadi salah satu spesies yang sering dibudidayakan (Sutrisno *et al.*, 2010). Holthuis (1980), menyatakan habitat udang vannamei adalah perairan yang berlumpur, muara dan laut serta terdapat pada perairan dengan kedalaman 0 – 72 m.

Lingkungan hidup optimal yang menunjang bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vannamei sama seperti dengan udang windu namun udang vannamei memiliki toleransi yang lebih luas terhadap perubahan lingkungan perairan seperti salinitas dan suhu. Udang vannamei dapat hidup pada salinitas 0,1 – 60 ppt (tumbuh dengan baik 10 – 30 ppt dan optimal 15 – 34 ppt) serta suhu 12 – 37 °C (tumbuh dengan baik pada suhu 24 – 34 °C dan optimal pada suhu 28 – 31 °C) (Kordi, 2010).

2.2 Kualitas Air

Air merupakan habitat atau tempat hidup udang vannamei maupun organisme perairan lainnya, termasuk organisme patogen. Sehingga dalam pemeliharaan udang vannamei parameter kualitas air harus berada pada kisaran yang mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang. Sekalipun udang vannamei mempunyai kemampuan mentolelir beberapa parameter kualitas air yang cukup luas namun untuk pertumbuhannya, kisaran kualitas air optimum perlu dipertahankan (Kordi, 2007).

2.2.1 Suhu

Suhu air merupakan salah satu faktor pembatas yang mempengaruhi kehidupan udang ditambak. Seringkali didapatkan udang mengalami stres dan bahkan mati disebabkan oleh perubahan suhu yang fluktuatif. Keadaan seperti ini sering terjadi pada tambak dengan kedalaman kurang dari satu meter atau kondisi cuaca yang tidak menentu. Berdasarkan hasil penelitian, terbukti bahwa pada suhu rendah metabolisme udang menjadi rendah dan secara nyata berpengaruh terhadap penurunan nafsu makan udang (Boyd, 1989 dalam Adiwijaya *et al.*, 2008).

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan udang secara tidak langsung yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen di dalam air, semakin tinggi suhu air maka semakin rendah daya larut oksigen di dalam air. Suhu air juga dapat mempengaruhi laju metabolisme di dalam organisme akuatik, semakin tinggi suhu air maka semakin tinggi laju metabolisme udang yang berarti semakin besar konsumsinya sehingga menyebabkan kelarutan oksigen di dalam air menjadi menurun (Kordi, 2010).

Suhu yang baik bagi pertumbuhan udang vannamei adalah 23 – 30 °C. Pengaruh suhu pada vannamei tergantung pada ukuran udang. Udang muda (bobot 1 gr) dapat tumbuh dengan baik dalam air dengan suhu hangat (30 °C) dan untuk udang yang lebih besar (12 – 18 gr) dapat tumbuh dengan baik pada suhu 27 °C. Udang vannamei dapat mentolerir suhu antara 15 °C – 33 °C tetapi pada tingkat pertumbuhannya mengalami masalah (Briggs *et al.*, 2004).

2.2.2 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan terhadap sebagian cahaya yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan

menggunakan alat secchi disk. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2003). Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*) air. Kekeruhan dipengaruhi oleh benda – benda halus yang disuspensikan seperti lumpur, adanya jasad – jasad renik (plankton) dan warna air (Kordi dan Tancung, 2007).

Mahyuddin (2010), menyatakan kecerahan atau kekeruhan perairan dapat disebabkan oleh partikel – partikel yang berasal dari bahan organik maupun anorganik seperti lumpur, sampah, polutan, hasil dekomposisi bahan organik dan plankton. Menurut Kordi (2010), kekeruhan karena suspensi koloid tanah atau lumpur sangat berbahaya bagi udang karena partikel tersebut dapat menempel pada insang sehingga sangat mengganggu pernapasan udang. Dengan insang yang mengalami kerusakan maka akan memudahkan udang terinfeksi jenis protozoa, bakteri dan organisme patogen lainnya serta karena kekurangan oksigen dalam jaringan tubuh sering terjadi nekrosis pada jaringan jantung. Kecerahan yang baik bagi budi daya udang berkisar antara 30 – 40 cm, jika kecerahan sudah mencapai kedalaman kurang dari 25 cm, pergantian air sebaiknya dilakukan sebelum fitoplankton mati sehingga terjadi penurunan oksigen di dalam air.

2.2.3 Salinitas

Salinitas adalah jumlah unsur klorida yang terkandung di dalam satu kilogram air laut. Salinitas dinyatakan dalam satuan gr/kg atau promil ($^{\circ}/_{00}$). Salinitas mempunyai hubungan dengan tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas perairan maka semakin tinggi tekanan osmotiknya. Tekanan osmotik inilah yang akan mempengaruhi kehidupan udang di perairan sebab tekanan

osmotik perairan akan mempengaruhi tekanan osmotik darah di dalam tubuh udang (Afrianto dan Liviawaty, 1991).

Pada salinitas tinggi, hewan air termasuk udang dalam adaptasinya akan kehilangan air melalui difusi keluar dari badannya. Dalam hal ini udang akan banyak minum air dan akan menghindari kelebihan garam dengan mekanisme tertentu. Keseluruhan mekanisme tersebut membutuhkan energi yang sangat banyak sehingga kandungan oksigen di dalam air akan menurun. Dalam usahanya menghindari kelebihan garam di dalam tubuhnya akan terjadi pengerasan eksoskeleton yang dapat mengakibatkan gagal ganti kulit (moulting) (Sri dan Anna, 1992). Menurut Adiwijaya *et al.* (2008), salinitas di atas kisaran optimal dapat menyebabkan penambahan berat udang vannamei akan terhambat yaitu akan terjadi proses metabolisme yang kurang seimbang dan banyak energi yang hilang untuk mempertahankan hidup akibat penyesuaian terhadap salinitas air media.

Menurut Briggs *et al.* (2004), udang vannamei dapat mentolerir kandungan salinitas di perairan antara 0,5 - 45 ppt. Udang vannamei tumbuh dengan baik pada salinitas 7 - 34 ppt, namun untuk pertumbuhan secara optimal berkisar antara 10 – 15 ppt.

2.2.4 pH

Derajat keasaman atau lebih dikenal dengan istilah pH merupakan logaritma dari kepekatan ion – ion H (hidrogen) di dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. 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. Apabila nilai pH lebih besar dari 10 akan bersifat lethal bagi ikan maupun udang

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. Pada udang vannamei kisaran pH yang optimal adalah 7,5 – 8,5. Menurut Budiardi *et al.* (2005) 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.

2.2.5 Oksigen Terlarut

Udang membutuhkan oksigen untuk pembakaran bahan makanan yang dapat menghasilkan energi untuk aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Kekurangan oksigen di dalam air dapat mengganggu kehidupan udang termasuk kecepatan pertumbuhannya, jika kadar oksigen terlarut sebesar 2,1 mg/l pada suhu 30 °C dengan kondisi kualitas air terpenuhi, udang yang dibudidayakan akan memperlihatkan gejala yang abnormal yaitu berenang di permukaan air. Pada kadar oksigen terlarut sebesar 3 mg/l dalam jangka panjang akan mempengaruhi pertumbuhan udang (Kordi, 2010).

Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang vannamei adalah > 3 ppm dan optimal pada kisaran 4 – 8 ppm (mg/l). Rendahnya kandungan oksigen terlarut di dalam tambak sering terjadi pada periode musim kemarau yang tidak berangin. Hal tersebut juga terjadi pada malam hari dengan keadaan suhu yang rendah menyebabkan turunnya kandungan oksigen terlarut

akibat dari aktivitas fitoplakton. Menurunnya kandungan oksigen di dalam perairan ditandai dengan berenangny udang ke permukaan air (Amri dan Kanna, 2008).

2.2.6 Amonia (NH_3)

Amonia merupakan senyawa yang berpengaruh terhadap pertumbuhan udang. Penyebab timbulnya amonia di dalam tambak adalah akibat adanya sisa pakan yang tidak termakan, bangkai hewan dan tumbuhan, kotoran udang dan bahan organik lainnya (seperti ganggang) yang membusuk. Pada konsentrasi di atas 0,45 ppm amonia dapat menghambat pertumbuhan udang sampai 50 %. Untuk menunjang pertumbuhan udang maka kandungan amonia di dalam tambak tidak boleh lebih dari 0,1 ppm (Amri dan Kanna, 2008).

Di dalam air, amonia terdapat dalam dua bentuk yaitu NH_4^+ dan NH_3 . Makin tinggi pH air tambak, daya racun amonia semakin meningkat sebab sebagian besar berada dalam bentuk NH_3 . Amonia dalam bentuk molekul (NH_3) lebih beracun daripada yang berbentuk ion (NH_4^+). Amonia dalam bentuk molekul dapat menembus bagian membran sel lebih cepat daripada ion NH_4^+ . Pengaruh langsung dari kadar amonia tinggi yang belum mematikan adalah rusaknya jaringan insang (lempeng insang membengkak) sehingga fungsinya sebagai alat pernapasan akan terganggu (Kordi, 2010). Menurut Poernomo (1988) dalam Suwoyo dan Mangampa (2010), pengaruh langsung dari kadar amonia yang tinggi tapi belum mematikan adalah rusaknya jaringan insang. Lembaran insang akan membengkak (hiperplasia) sehingga fungsi insang sebagai alat pernapasan akan terganggu dalam hal pengikatan oksigen dari air. Level amonia yang tinggi diperairan juga dapat meningkatkan konsentrasi amonia dalam darah sehingga mengurangi aktifitas darah (hemocyanin) dalam mengikat oksigen. Selain itu

tingginya kadar amonia juga dapat meningkatkan kerentanan udang terhadap penyakit.

2.2.7 Nitrit (NO_2)

Secara biologis, di alam sebenarnya terjadi perombakan amonia menjadi nitrat (NO_3) yang terjadi di dalam proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi terutama nitrosomonas dan nitrobakter. Selain memerlukan bakteri tersebut dalam proses perombakan juga memerlukan oksigen. Proses perombakan yang tidak sempurna dapat mengakibatkan akumulasi ion nitrit (NO_2) yang bersifat racun. Dalam darah udang nitrit dapat mengoksidasi hemoglobin sehingga hemoglobin menjadi tidak mampu berfungsi sebagai pembawa oksigen ke jaringan tubuh (Sri dan Anna, 1992). Kordi (2010), menambahkan nitrit (NO_2) beracun terhadap udang dan ikan karena mengoksidasi Fe^{2+} di dalam hemoglobin sehingga kemampuan darah untuk mengikat oksigen menjadi kurang optimal.

Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Perairan alami mengandung nitrit sekitar 0,001 mg/l. Kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/l dapat bersifat toksik terhadap organisme perairan (Effendi, 2003).

2.2.8 TOM (*Total Organic Matter*)

Bahan organik yang terdapat dalam suatu perairan biasanya sebagai allochthonus dan autochthonus. Allochthonus yaitu bahan organik yang berasal dari daerah sekitarnya yang terbawa aliran yang masuk ke dalam perairan tersebut. Sedangkan autochthonus yaitu yang berasal dari dalam perairan itu sendiri yaitu hasil pemasukan organisme – organisme yang mati (Wirawan, 1995).

TOM (*Total Organic Matter*) merupakan jumlah keseluruhan bahan organik yang berada di perairan baik berupa bahan organik terlarut maupun bahan organik tidak terlarut. Banyak faktor yang mempengaruhi kandungan TOM dalam

suatu perairan, salah satunya adalah pencemaran. Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya (Hadinafta, 2009).

Bahan Organik Total atau Total Organik Matter (TOM) menggambarkan jumlah bahan organik suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, bahan organik tersuspensi dan koloid (Prianto *et al.*, 2006). Bahan organik yang melebihi ambang batas merupakan salah satu faktor penyebab penurunan produksi udang. Bahan organik yang berasal dari pakan yang tidak termakan, plankton yang mati, aplikasi pemupukan dan kotoran udang secara berkelanjutan akan terakumulasi di dasar tambak sehingga memungkinkan terbentuknya kandungan amoniak yang berasal dari proses dekomposisi (Yudiati *et al.*, 2010).

Pemberian pakan yang berlebihan akan menyebabkan terbentuknya limbah organik yang ada dalam bentuk padatan yang terendap, koloid, tersuspensi dan terlarut. Limbah organik jika tidak dimanfaatkan oleh fauna perairan seperti bentos dan lainnya maka dapat dimanfaatkan oleh mikroba (aerob, anaerob dan fakultatif) yang dapat mengurangi kandungan oksigen di dalam air dan menghasilkan senyawa - senyawa toksik seperti CO_2 , CH_4 , NH_3 dan H_2S pada proses dekomposisi (Garno, 2004).

2.3 Pencemaran Perairan

Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Peraturan Pemerintah (1990), tentang pengendalian pencemaran air)

Berdasarkan sumbernya, bahan pencemar di perairan dapat berasal dari sumber buangan yang dapat diklasifikasikan sebagai sumber titik (*point source discharge*) dan sumber menyebar (*diffuse source*). Sumber titik adalah sumber pencemaran terpusat seperti yang berasal dari air buangan industri maupun domestik dan saluran drainase. Sedangkan sumber menyebar adalah polutan yang masuk ke perairan seperti run off atau limpasan dari permukaan tanah permukiman atau pertanian (Hendrawan, 2005).

Bahan pencemar (polutan) merupakan bahan – bahan yang bersifat merugikan bagi alam, bahan tersebut dapat berasal dari kegiatan manusia maupun alam itu sendiri yang memasuki suatu ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya ke dalam lingkungan, polutan dikelompokkan menjadi dua yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik. Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (misalnya badan air) secara alami, contohnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir dan fenomena alam lainnya. Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), perkotaan dan kegiatan industri (Effendi, 2003).

Kordi dan Tancung (2007), menyatakan kualitas air di dalam tambak sangat tergantung pada kualitas sumber air yang digunakan seperti sungai, danau, waduk, air tanah dan kawasan pesisir. Dalam budidaya udang vannamei di tambak, air sumber yang digunakan selain dari air laut di kawasan pesisir juga menggunakan air tawar yang berasal dari sungai maupun dari sumur. Sebagai lingkungan eksternal, lingkungan pesisir, estuari dan sungai sulit dikendalikan. Sementara itu, lingkungan eksternal tersebut berlangsung bermacam – macam kegiatan seperti industri, pemukiman, pertanian dan kegiatan lainnya. Jika kegiatan di lingkungan tersebut menghasilkan limbah maka akan terbawa oleh

aliran air yang akhirnya tertimbun di perairan estuari dan pesisir yang digunakan sebagai pasokan air tambak.

2.4 Penyakit Udang Vannamei

Penyakit adalah segala sesuatu yang dapat menimbulkan gangguan suatu fungsi atau struktur dari alat – alat tubuh atau sebagian alat tubuh baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada prinsipnya penyakit yang menyerang udang budidaya tidak datang secara langsung melainkan melalui hubungan faktor – faktor yang mempengaruhi yaitu kondisi lingkungan (kualitas air), kondisi inang dan adanya jasad patogen. Hubungan yang tidak serasi pada faktor – faktor tersebut menyebabkan stres pada udang sehingga mekanisme pertahanan diri yang dimilikinya menjadi lemah dan akhirnya mudah diserang penyakit. Beberapa penyakit pada udang yang disebabkan oleh virus dan bakteri merupakan jenis penyakit yang sangat berbahaya bagi udang vannamei. Penyebaran penyakit virus dapat berlangsung secara vertikal (dari induk kepada benih), horisontal (udang yang terserang ke udang lain) dan gabungan dari keduanya (Kordi, 2007).

Penyakit pada krustasea (udang) dapat disebabkan oleh bakteri, jamur, virus dan berbagai jenis parasit yang selalu terdapat pada perairan (Hatmanti, 2003). Seperti halnya pada udang windu, penyakit yang disebabkan oleh virus merupakan masalah utama pada budidaya udang vanamei. Beberapa penyakit viral yang menjadi penyebab utama kegagalan budidaya udang vanamei adalah *white spot disease* yang disebabkan oleh *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *red tail disease* yang disebabkan oleh *Taura Syndrome Virus* (TSV) dan *Runt Deformity Syndrome* (RDS) yang disebabkan oleh *Infectious Hypodermal Hematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV) (Sukenda *et al.*, 2009).

Diantara jenis penyakit yang paling banyak membawa kerugian karena terjadinya kematian adalah akibat penyakit bercak putih (WSSV). Penyakit jenis ini paling banyak ditemukan dan mengakibatkan kematian masal pada budidaya udang, baik menggunakan teknologi secara intensif, semi intensif dan sederhana. Udang yang terserang penyakit ini menunjukkan tanda adanya bercak putih di seluruh tubuhnya dari karapas hingga pangkal ekor. Udang yang terserang virus bercak putih terlihat lemas, berenang ke permukaan dan tepi perairan selanjutnya mati (Murdjani, 2007). Bentuk dari virus WSSV dapat dilihat pada Gambar 5.



(Leung, 2004)

Gambar 5. *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)

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 (Oidtmann dan Stentiford, 2011). Virion WSSV dalam jaringan tubuh yang mati dapat bertahan hingga 4 hari. Virus ini dapat pula ditransmisikan pada organisme lain seperti *crustacean benthic* dan fauna lainnya seperti polychaeta melalui berbagai jalur yakni *filter feeding*, *detritus feeding* hingga predasi. Virus ini dapat pula bertahan pada saluran alimentari dalam pencernaan invertebrata sehingga menjadikan

binatang tersebut sebagai pembawa pasif dari virus (Lightner, 2003 dalam Edison, 2009).

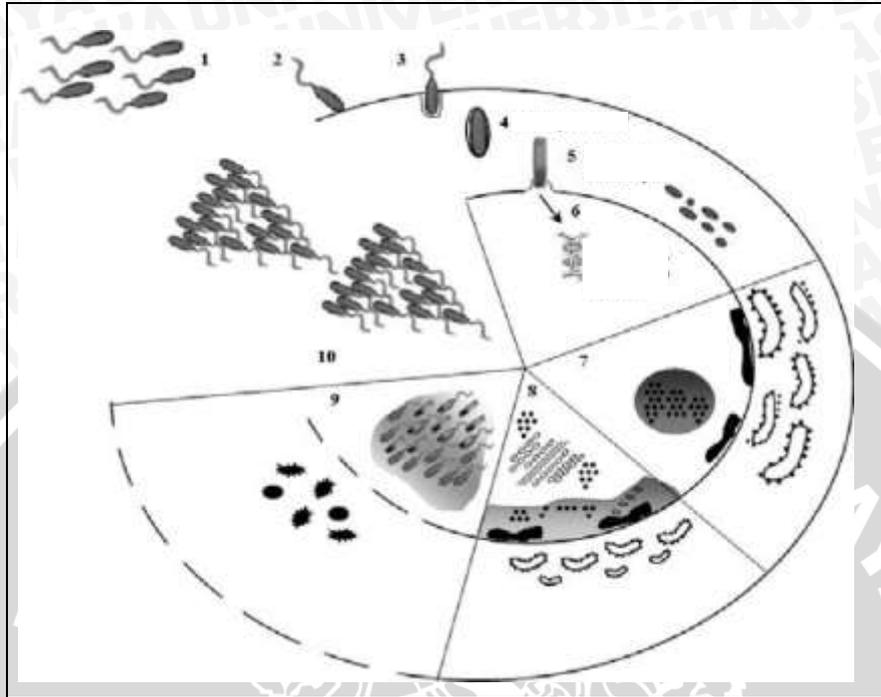
Serangan penyakit WSSV ini menyerang sel - sel pada organ – organ vital seperti hepatopankreas, insang, usus, lambung dan juga sistem syaraf (Wang *et al.*, 2008 dalam Kilawati, 2011b). Gejala klinis yang timbul pada udang yang terinfeksi WSSV antara lain penurunan konsumsi pakan, kutikula mudah lepas, hepatopankreas pucat, berenang dengan kondisi tidak stabil, warna kemerahan pada abdomen dan bintik putih pada karapas (Wahjuningrum, 2006).

Bintik putih merupakan salah satu ciri utama dari keberadaan virus *white spot* pada udang. Bintik putih merupakan penumpukan kalsium pada lapisan kutikula udang. Pada udang yang sudah terinfeksi, ukuran bintik putih sangat bervariasi. Udang dalam proses pertumbuhannya membutuhkan kalsium untuk pembentukan karapas. Serangan virus melalui kulit udang secara langsung akan menyebabkan pengeluaran kalsium secara berlebihan (Bower, 1996 dalam Sihabuddin, 2003).

2.5 Mekanisme Virus WSSV Menginfeksi Udang

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, 2011b).

Menurut Escobedo *et al.* (2008), tahapan morfogenesis virus WSSV dalam menginfeksi sel inang (Gambar 6) adalah :



Gambar 6. Morfogenesis *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)

Keterangan :

1. Virus WSSV
2. Penginfeksiian virus WSSV ke dalam sel dengan menggunakan selubung protein
3. WSSV masuk ke dalam sel
4. Selubung virus WSSV menyatu dengan endosom dan nukleokapsid
5. Nukleokapsid WSSV menyerang membran nukleus dan genom WSSV dilepaskan dalam nukleus
6. Genom virus mulai bereplikasi serta di dalam sitoplasma dan mitokondria mulai mengalami kerusakan
7. Di dalam nukleus, *virogenic stroma* terlihat seperti butiran – butiran. Sel kromatin terakumulasi di dekat membran nukleus dan retikulum endoplasma kasar membesar

8. Terjadi perubahan dinding kromatin. Stroma virus mulai membentuk gelembung yang akan membentuk selubung virus
9. Virus yang baru mulai terbentuk di dalam nukleus dan organel di dalam sitoplasma mulai mengalami kerusakan
10. Virus WSSV yang baru terbentuk siap untuk keluar dari sel yang terinfeksi dan akan memulai siklus baru pada sel yang lain

2.6 DNA

DNA (*deoxyribonucleic acid*) atau Asam Deoksiribosa Nukleat (ADN) merupakan tempat penyimpanan informasi genetik. DNA merupakan polimer nukleotida. Setiap nukleotida terdiri dari tiga gugus molekul yaitu deoksiribosa, gugus fosfat dan basa nitrogen (sitosin, timin, adenin dan guanin) (Aryulina *et al.*, 2004). Kopp dan Jameson (1998), menambahkan DNA terdiri dari dua untai yang saling komplemen dan melilit membentuk heliks ganda (*double helix*). Setiap untainya terdiri dari empat macam basa yaitu adenin (A), timin (T), cytosine (C) dan guanin (G). Urutan basa – basa tersebut yang akan membentuk sekuens DNA. Kedua untai DNA terikat melalui ikatan hidrogen yang terbentuk antara basa - basa komplemen G dengan C dan A dengan T. Karena rantai nukleotida dalam DNA untai ganda berdasarkan sifat komplemen yang sangat ketat, setiap untai dapat bertindak sebagai cetakan untuk membentuk untai baru.

DNA merupakan materi genetik pembawa informasi genetik induk kepada keturunannya. Semua makhluk hidup memiliki materi genetik untuk mempertahankan kelangsungan struktur, sifat, fungsi serta aktivitas kimia di dalam sel (Toha, 2001 *dalam* Julisaniah *et al.*, 2008). Perkembangan biologi molekuler dibidang kedokteran sangat cepat khususnya pada pengendalian penyakit infeksi yang meliputi diagnosis, pengobatan, epidemiologi, dan pencegahan. Diagnosis penyakit infeksi dengan biologi molekuler adalah

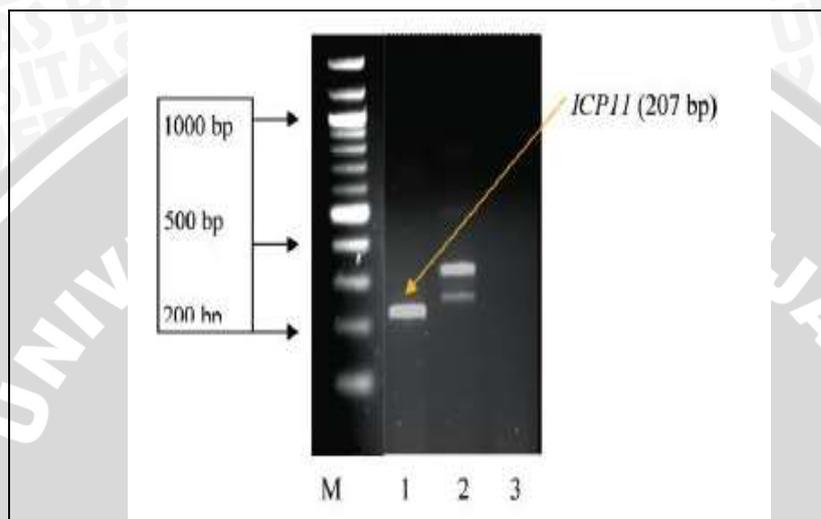
mendeteksi asam nukleat mikroorganisme penyebab penyakit dengan menggunakan pelacak DNA, PCR, dan *Ligase Chain Reaction* (LCR). Sekuens DNA target spesifik yang berbeda pada tiap organisme merupakan dasar penggunaan pelacak DNA. Sementara itu metode PCR dan LCR dapat memperbanyak jumlah salinan DNA target sehingga dapat mendeteksi mikroorganisme meskipun dalam jumlah DNA yang sedikit (Rosilawati *et al.*, 2002).

2.7 ICP11

Menurut Wang *et al.* (2008) dalam Kilawati dan Darmanto (2009), *ICP11* adalah protein non struktural yang paling banyak diekspresikan oleh gen WSSV. *ICP11* berperan seperti sebuah DNA. Dalam kristal *ICP11* dibentuk oleh sebuah polimer dari dimer dengan 2 baris titik yang bermuatan negatif yang diasumsikan adalah susunan duplek dari kelompok fosfat pada DNA.

Gen *ICP11* merupakan gen yang mengkode adanya virus WSSV yang terekspresi pada udang vannamei yang rentan terinfeksi, sedangkan pada udang vannamei yang tahan terhadap infeksi tidak nampak. Pada udang yang tahan memiliki mekanisme pertahanan diri dari serangan penyakit sehingga mampu menghambat ekspresi *ICP11*. Sistem pertahanan pada udang disebut Prophenoloxidase (proPO) yang berada di hemosit pada krustasea yang terdiri dari beberapa proteinase serin dan prophenoloxidase yang mengaktifkan sistem dalam sel darah yang memicu reaksi kekebalan tubuh bawaan serta berpartisipasi dalam pertahanan inang. Primer *ICP11* dapat dipakai sebagai marker untuk mendeteksi ketahanan udang vannamei terhadap serangan WSSV, karena memberikan hasil pita DNA dengan panjang yang berbeda antara udang yang tahan dan rentan terhadap infeksi WSSV (Kilawati, 2011a).

Menurut Kilawati dan Darmanto (2009), pola pita dan hasil amplifikasi *ICP11* dengan menggunakan PCR pada udang vannamei berbeda – beda antara udang yang rentan dan tahan terhadap infeksi virus WSSV (hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 7 dan Tabel 1). Sampel udang yang terinfeksi oleh WSSV muncul pada lajur DNA genom dengan pita DNA pada 207 bp.



Gambar 7. Hasil amplifikasi gen *ICP11* (M : DNA ladder 1000 bp, 1 : udang vannamei yang rentan terhadap WSSV, 2 : udang vannamei yang tahan terhadap WSSV dan 3 : udang yang tidak terinfeksi WSSV) (Kilawati dan Darmanto, 2009).

Tabel 1. Amplifikasi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei yang rentan dan tahan terhadap infeksi WSSV

Sampel	Amplifikasi gen <i>ICP11</i>
R (1)	207 bp
T (2)	250 bp 300 bp
TI (3)	Tidak teramplifikasi

(Sumber : Kilawati dan Darmanto, 2009).

Keterangan : T : sampel yang tahan terhadap serangan WSSV
 R : sampel yang rentan terhadap serangan WSSV
 TI : sampel yang tidak terinfeksi
 bp : base pairs (pasangan basa)

2.8 PCR

Polymerase Chain Reacton (PCR) adalah suatu teknik sintesis dan amplifikasi DNA secara *in vitro*. Teknik PCR dapat digunakan untuk mengamplifikasi segmen DNA dalam jumlah jutaan kali hanya dalam beberapa jam (Handoyo dan Rudiretna, 2001). PCR merupakan cara yang sensitif, selektif, dan sangat cepat untuk memperbanyak sekuen DNA yang diinginkan. Spesifisitas didasarkan pada pemakaian dua oligonukleotida *primer* yang terhibridisasi ke sekuen komplementer di untai DNA yang berlawanan dan mengapit sekuen target (Murray *et al.*, 2009 *dalam* Wibowo, 2010).

Penggunaan teknik PCR dapat digunakan sebagai metode dini untuk mendiagnosis kehadiran suatu patogen meskipun masih dalam jumlah yang sangat sedikit. Salah satu tahapan penting untuk keberhasilan diagnosis berbasis PCR adalah ketersediaan DNA (Schmink *et al.*, 2001 *dalam* Jamsari 2008). Sukenda *et al.* (2009), menyatakan teknik PCR dapat digunakan untuk mendeteksi virus pada udang yang dibudidayakan. Virus yang menginfeksi udang dalam jumlah sedikit dan belum menimbulkan gejala penyakit pada udang dapat dideteksi dengan menggunakan teknik tersebut. Keberadaan virus dapat dilacak sejak dini karena DNA atau RNA virus yang jumlahnya sedikit dapat digandakan dengan PCR sehingga keberadaannya dapat segera terlacak. PCR bersifat sensitif yang hanya memerlukan sedikit virion (minimal 10^1 copy DNA untuk mengetahui keberadaan virus sebelum virus mampu menghancurkan atau merusak organ atau jaringan udang. Selain bersifat sensitif, PCR juga bersifat spesifik atau hanya DNA atau RNA patogen tertentu (virus tertentu) saja yang dikenali dan dideteksi sesuai primer yang telah ada. Hal ini membantu pemeriksaan sehingga tidak terjadi *false negative* atau *false positive*, yaitu kesalahan dalam mendiagnosa baik kesalahan pada hasil yang negatif pada hal udang terinfeksi virus atau hasil yang positif padahal udang tidak terinfeksi virus.

Komponen - komponen utama yang terlibat dalam proses PCR terdiri atas DNA target yang akan diamplifikasi (cetakan DNA), *primer*, deoksinukleotida trifosfat (dNTPs), dan enzim termostabil DNA polimerase. Molekul DNA target berfungsi sebagai cetakan untuk menghasilkan perbanyakan sekuens DNA yang diinginkan. *Primer* merupakan satu fragmen DNA pendek yang berukuran 10 - 20 basa (b) yang berperan dalam inisiasi sintesis untai DNA. Semakin panjang *primer*, maka semakin spesifik daerah yang akan diamplifikasi. DNA polimerase yang digunakan dalam proses PCR adalah *Taq* polimerase DNA yang diisolasi dari mikroorganisme *Thermus aquaticus*. Enzim ini bersifat tahan terhadap suhu panas (94 °C) dan memiliki kecepatan amplifikasi 2 - 4 kilobasa per menit atau 35 – 70 basa per detik. Enzim *taq* polimerase berfungsi sebagai biokatalis dalam sintesis untai DNA baru sedangkan molekul dNTPs digunakan untuk membentuk kompleks rantai baru (Bangun, 2002 dalam Wibowo, 2010).

Menurut Saepulloh dan Darminto (1999), prosedur PCR meliputi tiga tahap yang berurutan yaitu tahap denaturasi *template*, tahap *annealing* (pengikatan) pasangan primer pada masing – masing untai DNA target dan tahap *extension* (polimerase) yang dikatalis oleh enzim DNA polimerase tahan panas. *Template* DNA untai ganda didenaturasi dengan suhu 94 °C selama 20 detik sehingga kedua untai DNA terpisah. Setelah itu, memasuki tahap *annealing* (pengikatan) pasangan primer pada suhu 60 °C selama 30 menit, sehingga kedua primer berikatan dengan masing - masing untai DNA target. Jumlah primer lebih banyak dari *template* sehingga kemungkinan DNA *template* berikatan dengan primer lebih besar daripada DNA yang berikatan dengan DNA *template* satu sama lain. Setelah primer berikatan dengan DNA target, DNA polimerase akan mengkatalis penambahan nukleotida yang dilakukan pada tahap *extension* (polimerasi) pada suhu 72 °C selama 30 detik. Setelah inkubasi selama waktu tertentu, suhu dinaikkan kembali untuk memisahkan untai ganda yang

terbentuk. Suhu kemudian diturunkan kembali sehingga kedua primer berikatan dengan target DNA yang kini jumlahnya dua kali lebih besar dari jumlah semula dan seluruh proses tersebut dilakukan berulang kali. Produk hasil sintesis akan berfungsi sebagai template untuk primer bebas dalam siklus selanjutnya, sehingga karena PCR dilakukan berulang kali hingga 25 siklus, maka fragmen DNA akan diamplifikasi secara eksponensial. Setiap siklus membutuhkan lebih kurang 5 menit sehingga seluruh proses hanya memerlukan beberapa jam.

2.9 Biosecurity

Biosecurity adalah "*Sets of practices that will reduce the probability of pathogen introduction and its subsequent spread from one place to another*".

Pada prinsipnya adalah tindakan yang dapat menurunkan kemungkinan masuk dan menyebarnya penyakit dari suatu tempat ke tempat lain. Secara harfiah, biosecurity dapat diartikan upaya untuk menjaga agar kehidupan ikan atau udang yang dipelihara tidak saja aman tetapi juga terjamin (*secure*). Hal ini erat kaitannya dengan biosafety yaitu kondisi kehidupan yang sehat dan nyaman bagi ikan atau udang serta aman bagi konsumen (masyarakat). Adapun manfaat biosecurity dan biosafety pada usaha perikanan adalah menjaga keamanan pangan, mencegah masuknya patogen dan bahan berbahaya, mencegah ikan atau udang agar tidak terinfeksi, sakit dan mati, mencegah agar tidak menulari atau menyebar keluar, menjaga kesehatan pangan, meningkatkan pendapatan, mendorong usaha terkait, meningkatkan nilai tambah dan mendorong pembangunan nasional (Lotz, 1997 *dalam* Sutrisno 2010).

Konsep biosecurity merupakan salah satu upaya untuk mencegah agar virus WSSV tidak masuk ke sistem budidaya, salah satunya dengan menggunakan sistem tertutup. Komponen yang paling penting pada sistem tertutup ini adalah adanya bioremediasi (probiotik) dan aerasi penuh. Pencegahan

wabah *white spot* juga dapat dilakukan dengan cara meningkatkan daya tahan tubuh udang dengan menggunakan vitamin C dan imunostimulan. Apabila terjadi wabah *white spot*, maka tambak yang terserang harus didesinfeksi dengan chlorine 30 ppm untuk membunuh udang yang terinfeksi dan semua *carrier*. Udang yang mati sebaiknya dibakar atau dikubur. Air tambak minimal didiamkan dalam chlorine 30 ppm selama 4 hari sebelum dibuang (*flushing*). Seluruh peralatan yang digunakan di tambak termasuk pakaian pekerja harus didesinfeksi. Untuk mencegah penyebaran ke tambak atau daerah lain, dilarang membawa udang dari daerah terinfeksi ke daerah yang masih bebas WSSV (Prajitno, 2008).

Keunggulan menggunakan tambak biosecurity adalah dapat menjaga keamanan pangan (*food safety*), keamanan biologi dan pembudidayaan yang ramah lingkungan (*environmental friendly*). Namun sistem biosecurity juga memiliki kelemahan yaitu biaya yang dikeluarkan lebih banyak daripada tambak tanpa biosecurity serta perlu pengontrolan dan pengelolaan kualitas air yang optimal setiap hari (Afrianto, E. dan E. Liviawaty, 1991).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah ekspresi gen *ICP11* (gambaran atau profil DNA secara spesifik yang dideteksi dari virus WSSV) pada DNA udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity beserta parameter kualitas airnya yang meliputi parameter fisika yaitu suhu, kecerahan dan salinitas serta parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut (DO), amonia, nitrit dan TOM.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik *surveillance*. Penggunaan metode deskriptif dengan teknik *surveillance* dimaksudkan agar dapat menggambarkan suatu kondisi pada daerah tertentu dengan tidak melakukan perubahan terhadap variabel – variabel yang diteliti. Wasis (2008), menyatakan penelitian deskriptif bermaksud untuk mengangkat fakta, keadaan, variabel dan fenomena yang terjadi selama penelitian berlangsung dengan menyajikan data apa adanya dan juga penelitian ini tidak melakukan tindakan perlakuan pada subjek penelitian. Menurut Prajitno (2008), *surveillance* merupakan kegiatan yang secara sistematis mengumpulkan, menganalisa dan menyebarluaskan informasi untuk mendukung pernyataan bahwa suatu populasi bebas dari infeksi atau penyakit, atau juga dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan penyakit yang bertujuan untuk pengendalian. Hal tersebut juga disampaikan oleh FAO (2004), teknik

surveillance dapat menunjang kegiatan dalam pencegahan dini terhadap infeksi suatu penyakit, perencanaan kontigensi (perencanaan untuk kejadian yang tidak terduga) dan pengontrolan dalam mencegah penyebaran penyakit.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Terdapat dua sumber data yang akan menentukan proses pengumpulan data yang akan dilakukan yaitu data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan berdasarkan interaksi langsung antara pengumpul dan sumber data. Beberapa teknik pengumpulan data primer ini adalah wawancara dan observasi. data sekunder adalah data yang didapat dan disimpan oleh orang lain yang biasanya merupakan data masa lalu atau historikal. Data sekunder dikumpulkan dari sumber – sumber tercetak, di mana data tersebut telah dikumpulkan oleh pihak lain sebelumnya. Sumber data sekunder ini misalnya dari buku, laporan, perusahaan, jurnal, internet dan sebagainya (Wibisono, 2003).

3.4.1 Data Primer

Dalam penelitian ini data primer yang diamati meliputi teknik pengolahan tambak, morfologi udang vannamei, pengamatan ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei dan parameter kualitas air pada tambak yang meliputi parameter fisika dan kimia. Pengambilan data primer menggunakan teknik pengumpulan data secara wawancara dan observasi.

a. Wawancara

Wawancara merupakan suatu proses interaksi atau komunikasi verbal secara langsung antara pewawancara dan responden, dengan melakukan wawancara dapat dikumpulkan data tentang fakta, sikap, pendapat, opini dan pengalaman (Budiarto, 2004). Pengumpulan data secara wawancara digunakan untuk mengetahui kegiatan yang dilakukan dalam pembudidayaan udang

vannamei yang meliputi penggunaan sumber air, teknik pengolahan tambak, penyakit yang sering muncul dan padat penebaran.

b. Observasi

Didalam kegiatan observasi, peneliti langsung mengamati subjek atau hal yang mau diteliti secara terjun langsung dengan melihat, merasakan, mendengarkan, berpikir tentang subjek atau hal yang diteliti, lalu mencatat apa yang sedang diamati. Observasi adalah cara yang sangat baik untuk mendapatkan data karena peneliti langsung mengetahui situasi secara nyata yang sedang diteliti. (Suparno, 2008). Teknik pengumpulan data secara observasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan sampel secara langsung, pengukuran parameter kualitas air baik fisika maupun kimia dan pengamatan morfologi udang serta ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei di laboratorium.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian diperoleh melalui laporan - laporan, pustaka serta data dari para peneliti yang terkait dengan pengelolaan tambak udang vannamei, kualitas air yang menunjang bagi budidaya udang vannamei dan kondisi udang vannamei yang terserang penyakit.

3.5 Metode Analisis Data

Analisis data adalah kegiatan mengatur, mengurutkan, mengelompokkan, memberi kode atau tanda dan mengategorikan data sehingga dapat ditemukan hasil data tersebut. Analisis data berguna untuk mereduksi kumpulan data menjadi perwujudan yang dapat dipahami melalui pendeskripsian secara logis dan sistematis sehingga fokus studi dapat ditelaah, diuji dan dijawab secara cermat dan teliti (Semma, 2008).

Analisis data yang digunakan adalah untuk analisis ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei menggunakan metode *nested Polymerase Chain Reaction* (PCR), pengamatan morfologi udang vannamei menggunakan teknik skoring berdasarkan kategori infeksi dan data kualitas air dilakukan dengan membandingkan data kualitas air yang diteliti dengan nilai optimal parameter kualitas air untuk budidaya udang vannamei. Sulipan (2003) dalam Rekasana *et al.* (2013), menyatakan data hasil penelitian deskriptif disajikan dalam bentuk tabel dan gambar serta dianalisis secara deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan gejala yang ada berdasarkan data yang diambil melalui pengamatan atau observasi.

3.5.1 Analisa *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

PCR termasuk metode deteksi penyakit secara molekuler yang efektif dan efisien yaitu dengan cara memperbanyak fragmen DNA spesifik. Teknik ini merupakan teknik enzimatik secara invitro untuk memperbanyak fragmen DNA dengan memperpanjang primer secara stimulan pada strand DNA yang teramplifikasi (Surfianti *et al.*, 2010).

Teknik PCR dapat digunakan untuk mendeteksi virus pada udang yang dibudidayakan. Virus yang menginfeksi udang dalam jumlah sedikit dan belum menimbulkan gejala penyakit pada udang dapat dideteksi dengan menggunakan teknik tersebut. Keberadaan virus dapat dilacak sejak dini karena DNA atau RNA virus yang jumlahnya sedikit dapat digandakan dengan PCR sehingga keberadaannya dapat segera terlacak (Sukenda *et al.*, 2009).

3.5.2 Pengamatan Morfologi Udang Vannamei

Diagnosa suatu penyakit dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan isolasi *agent* penyebab penyakit tersebut, analisa morfologi, deteksi antibodi yang dihasilkan dari infeksi dengan teknik *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) dan deteksi gen dari pembawa penyakit tersebut

dengan *Polimerase Chain Reaction* (PCR) (Pranawaty *et al.*, 2012). Pazir *et al.* (2012), menyatakan untuk mendeteksi penyakit virus pada udang, dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti pengamatan tanda - tanda klinis, histopatologi, metode molekuler (*Polymerase Change Reaction*) dan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).

Pengamatan morfologi udang dalam penelitian kali ini menggunakan metode skoring berdasarkan tingkat infeksi penyakit terhadap morfologi udang vannamei, yaitu untuk udang yang tidak terinfeksi diberi skor 1, infeksi ringan (kronis) diberi skor 2 dan infeksi berat (akut) diberi skor 3. Penjelasan tentang pemberian skor morfologi udang dapat dilihat pada uraian dibawah ini :

Skor 1 : Udang vannamei yang sehat menurut Kilawati (2011b), memiliki ciri – ciri warna tubuh cerah, tidak terdapat bintik putih pada bagian tubuh udang, bergerak dengan aktif, cepat menerima merespon pada gangguan, nafsu makan normal dan diam didasar pada saat siang hari.

Skor 2 : infeksi ringan yang terjadi pada morfologi udang vannamei dicirikan terdapat perubahan tingkah laku yang tidak normal dan adanya bintik putih pada karapas. Menurut Kilawati (2011b), 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, menjauhi aerator dan terlihat lemas, berkumpul dipinggir saling berdekatan dan gerakan lambat. Wahjuningrum *et al.* (2006), menyatakan gejala klinis yang timbul pada udang terinfeksi WSSV antara lain penurunan konsumsi pakan, lemah, kutikula mudah lepas, hepatopankreas pucat, berenang dengan kondisi tidak stabil, warna kemerahan pada abdomen dan bintik putih pada karapas.

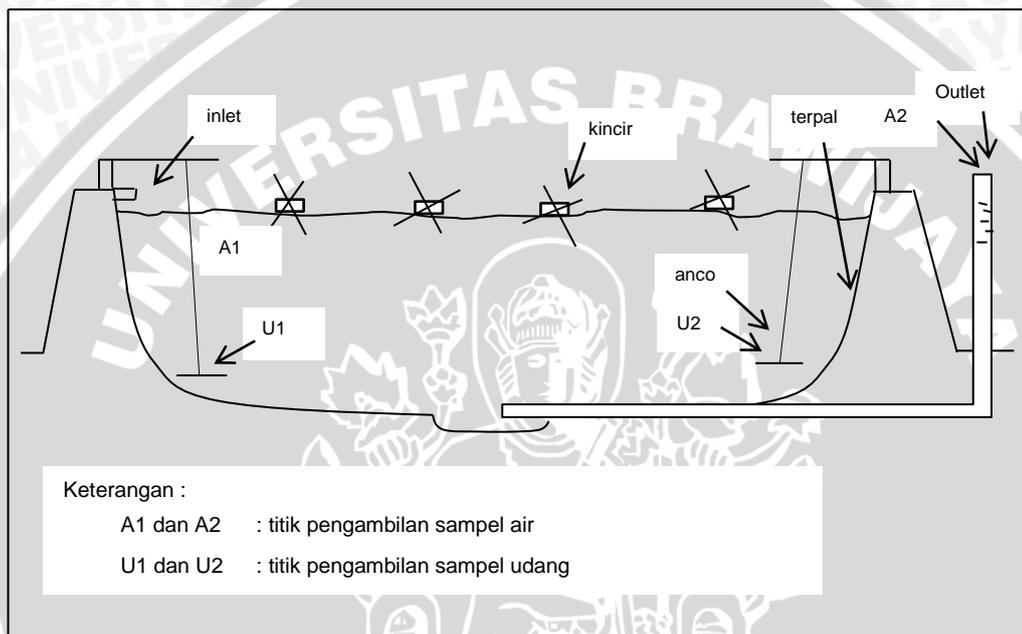
Skor 3 : infeksi secara akut dicirikan oleh terdapatnya bintik putih pada hampir seluruh tubuh udang dan adanya perubahan warna menjadi kemerahan pada seluruh tubuh udang. Menurut Kilawati (2011b), pada tahap yang lebih akut, bintik putih selain muncul pada bagian karapas juga terdapat pada bagian tubuh udang lainnya (ekor dan abdomen), tidak aktif bergerak (lambat), berdiam diri di dasar kolam, respon sangat rendah serta warna tubuh, kaki jalan dan kaki renang udang menjadi kemerahan. Hal tersebut juga disampaikan oleh Pazir *et al.* (2012), Tanda - tanda adanya infeksi WSSV pada udang adalah tingkat mengkonsumsi makanan menjadi berkurang, lesu, berkumpul disalah satu sudut kolam, perubahan warna kemerahan pada tubuh dan organnya (antena, maxillipeds, pereopods, pleopods, telson dan uropods) serta adanya bintik putih pada seluruh tubuh.

3.6 Pengambilan Sampel Air dan Udang

Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan pertimbangan. Menurut Hermawan (2004) dalam Supratno (2006), penarikan sampel berdasarkan *purposive* atau berdasarkan pertimbangan merupakan bentuk penarikan sampel yang didasarkan kriteria - kriteria tertentu yaitu karakteristik tanah (warna, jenis atau secara visual), sumber airnya dan kegiatan budidaya. Penentuan lokasi sampling berdasarkan pertimbangan tertentu antara lain seperti kemudahan menjangkau lokasi titik sampling, serta efisiensi waktu dan biaya.

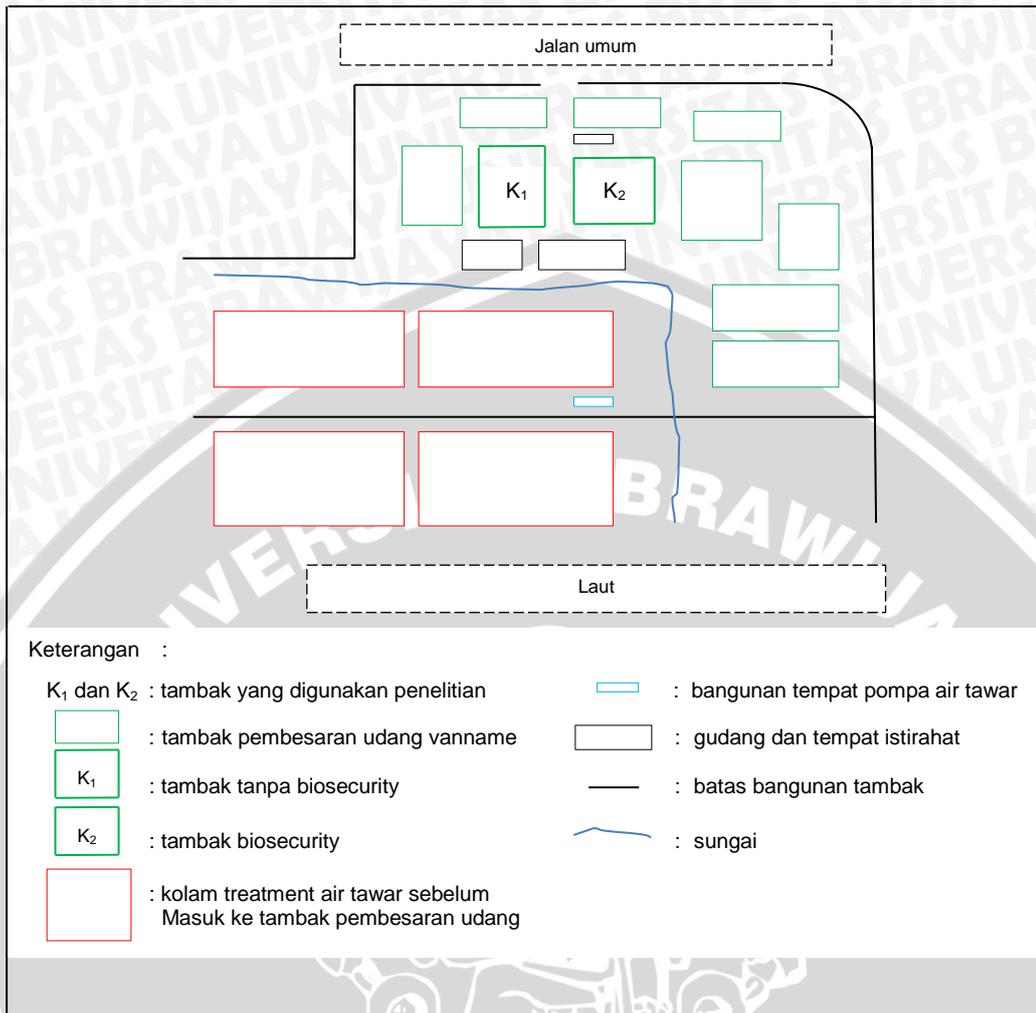
Stasiun pengambilan sampel air dan udang dilakukan pada inlet dan outlet tambak dengan pengambilan sampel dilakukan 1 kali dalam 1 minggu selama 3 minggu. Maksud jarak satu minggu yang dilakukan dalam pengambilan sampel yaitu untuk mengetahui perbedaan atau perubahan kualitas air yang terjadi pada tambak terpal terhadap morfologi dan ekspresi gen *ICP11* pada DNA

udang vannamei. Pengamatan morfologi pada udang vannamei dalam setiap minggunya diambil sebanyak 20 ekor udang pertambaknya dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok menurut tingkat penginfeksiannya (sehat, kronis dan akut). Pengamatan ekspresi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei dilakukan menurut tingkat penginfeksiannya. Penentuan pengambilan sampel air dan udang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Titik pengambilan sampel air dan udang pada tambak terpal

Pengambilan sampel dilakukan di lokasi tambak udang vannamei yang terinfeksi virus WSSV pada salah satu tambaknya, sampel diambil di dua tambak yaitu satu tambak yang udangnya terinfeksi virus WSSV (tambak biosecurity) dan satu tambak lainnya terletak di sebelah tambak biosecurity. Lokasi tambak yang digunakan untuk penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lokasi tambak yang digunakan untuk penelitian

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Polymerase Chain Reaction (PCR)

Prosedur deteksi virus WSSV pada DNA udang vannamei dengan metode *nested* PCR, menggunakan prosedur yang digunakan di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya (2013), prosedur yang dilakukan adalah :

a. Preparasi sampel udang

1. Mensterilisasi alat dengan menggunakan *digital autoclave* pada suhu 121 °C selama 20 menit
2. Memasukkan udang yang akan di isolasi DNAny ke dalam kantong plastik yang sudah di beri label
3. Membuat wadah dari alumunium foil untuk digunakan sebagai tempat dan alas pada bagian udang yang akan di isolasi DNAny pada saat penimbangan
4. Mengambil udang di dalam kantong plastik yang sudah di beri label dan memotong ekor serta kaki renang udang untuk diambil DNAny
5. Menimbang ekor dan kaki renang udang sebanyak 25 mg dengan timbangan digital
6. Menutup sampel ekor dan kaki renang udang dengan alumunium foil dan diberi label
7. Memberikan label sampel pada *sentrifuge tube* ukuran 1,5 ml sebelum pemberian PBS
8. Memasukkan 50 µl PBS ke dalam tube
9. Memasukkan sampel ke dalam tube yang sudah berisi 50 µl PBS
10. Memotong atau mencacah sampel dengan gunting sampai menjadi potongan – potongan kecil
11. Menambahkan 180 µl lysis buffer (T1) dan dihomogenkan
12. Menambahkan 25 µl proteinase K dan divortex selama 20 detik
13. Menutup tube dengan parafilm pada bagian atas sekat penutup
14. Menginkubasi sampel selama semalam

b. Isolasi DNA udang menggunakan NucleoSpin® Gel and PCR Clean-up

1. Memasukkan buffer BE ke dalam oven pada suhu 70 °C
2. Mengencerkan buffer B5 dengan etanol dengan perbandingan 1 : 4
3. Mengambil sampel dari inkubator dan divortex
4. Melepaskan parafilm pada bagian atas sekat penutup tube
5. Mensentrifus sampel dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 5 menit dengan suhu 25 °C
6. Mengambil supernatan pada tube yang berisi sampel dan dimasukkan ke dalam tube yang baru yang telah diberi label sesuai sampel yang diuji
7. Menambahkan 200 µl buffer B3 pada masing – masing tube dan divortex selama 20 detik
8. Memasukkan tube yang berisi sampel ke dalam oven selama 30 menit dengan suhu 70 °C (setiap 10 menit tube divortex dan dimasukkan kembali ke dalam oven)
9. Menambahkan 210 µl etanol dan divortex selama 10 detik
10. Menyiapkan dan memberi label pada tube yang baru (tube column) dan nucleospin sesuai sampel yang diuji
11. Memasukkan nucleospin ke dalam tube yang baru
12. Memasukkan sampel dari tube yang lama ke dalam nucleospin
13. Mensentrifus sampel dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C
14. Mengganti tube column dan dipindahkan nucleospin ke tabung column yang baru
15. Menambahkan 500 µl buffer BW
16. Mensentrifus sampel dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C

17. Mengganti tube column dan dipindahkan nucleospin ke tabung column yang baru
18. Menambahkan 600 μ l buffer B5
19. Mensentrifus sampel dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C
20. Mengganti tube column dan dipindahkan nucleospin ke tabung column yang baru
21. Mensentrifus sampel dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C
22. Menyiapkan dan memberi label pada tube yang baru (tube column)
23. Memindahkan dan memasukkan nucleospin dari tube yang lama ke dalam tube yang baru
24. Menambahkan 50 μ l buffer BE dari oven ke dalam nucleospin dan didiamkan dengan suhu ruang \pm 3 menit
25. Mensentrifus dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C
26. Menambahkan 50 μ l buffer BE hangat ke dalam nucleospin dan didiamkan dengan suhu ruang \pm 3 menit
27. Mensentrifus dengan kecepatan 11.000 x gravitasi selama 1 menit dengan suhu 25 °C
28. Membuang nucleospin dan menutup tube yang telah berisi sampel DNA
29. Menyimpan sampel di lemari pendingin dengan suhu 4 °C

c. Pengukuran kemurnian DNA

1. Membuka pedestal spektrofotometer NanoDrop dengan mengangkatnya ke atas
2. Membersihkan pedestal dan bawah alat dengan *tissue* yang telah dibasahi dengan akuades

3. Menuangkan 1,5 μ l di bawah pedestal (untuk mengkalibrasi)
4. Meletakkan pedestal ke bawah
5. Membuka software "ND 1000" untuk mengkalibrasi
6. Setelah terkalibrasi, membuka pedestal dengan mengangkatnya ke atas dan mengeringkan akuades pada pedestal atas dan bawah menggunakan tissue kering
7. Meneteskan 1,5 – 2 μ l sampel DNA pada pedestal bawah
8. Menutup pedestal atas dengan cara meletakkan pedestal ke bawah
9. mencatat hasilnya

d. Tahapan PCR

1. Memberi label atau kode pada tube ukuran 200 μ l (0,2 ml)
2. Menyiapkan tube dengan ukuran 1,5 ml untuk tempat bahan dan sampel yang akan di PCR
3. Memasukkan dan mencampur larutan bahan ke dalam tube ukuran 1,5 ml dengan ketentuan :

- Primer F	= 0,5 μ l
- Primer R	= 0,5 μ l
- ddH ₂ O (steril water)	= 3 μ l
- green gotaq	= 5 μ l
<hr/>	
Total Volume	= 9 μ l

4. Menyurut es dan meletakkan tube ukuran 200 μ l serutan es secara tegak lurus
5. Mengambil sampel dari lemari pendingin dan di *thawing*
6. Memasukkan bahan ke dalam sampel ke dalam tube 200 μ l dengan ukuran :
Kontrol negatif : 10 μ l (kedalam tube tanpa berisi sampel)
DNA yang diuji : 9 μ l bahan + 1 μ l DNA
7. Mensentrifus tube

8. Meletakkan sampel ke dalam alat PCR *Thermal Cycler Dice* dengan pengaturan sebagai berikut :

- Hot start dilakukan dengan suhu 95 °C selama 3 menit
 - Denaturasi dilakukan dengan suhu 94 °C selama 1 menit
 - Annealing dilakukan dengan suhu 59 °C selama 1 menit
 - Extention dilakukan dengan suhu 72 °C selama 1 menit
- (proses denaturasi, annealing dan extention dilakukan sebanyak 35 siklus)
- Post extention dilakukan dengan suhu 72 °C selama 7 menit

9. Setelah proses selesai sampel disimpan pada suhu 4 °C.

e. Tahapan elektroforesis gel

1. Menyiapkan larutan TBE sebanyak 20 ml
2. Membuat wadah dari kertas untuk dijadikan sebagai alas dalam menimbang agarose
3. Menimbang agarose sebanyak 0,3 gram
4. Memasukkan agarose ke dalam erlenmeyer ukuran 300 ml
5. Memasukkan larutan TBE ke dalam erlenmeyer dan dihomogenkan (larutan akan menjadi keruh)
6. Menutup mulut erlenmeyer dengan *plastic wrap* dan diberi lubang – lubang kecil
7. Memasukkan erlenmeyer ke dalam microwave dan ditunggu sampai larutan menjadi bening
8. Membuka plastik penutup mulut erlenmeyer dan didinginkan sebentar sampai menjadi hangat
9. Menambahkan 1µl EtBr ke dalam erlenmeyer
10. Menuangkan larutan di dalam erlenmeyer ke dalam cetakan gel (agar) yang sudah terdapat plate dan sisir (sisir diletakkan secara tegak lurus)

11. Menunggu sampai terbentuk gel
12. Menyiapkan sampel DNA hasil PCR dan diletakkan di tumpukan es
13. Mengangkat sisir dari cetakan gel
14. Mengangkat plate dari wadah gel dan dibersihkan bagian bawah dan samping plate agar tidak terdapat gel
15. Memasukkan plate ke dalam chamber
16. Menuangkan larutan TBE sampai penuh disekeliling chamber (sumuran pada gel sampai terbenam)
17. Mengambil 1 μ l larutan loading dye dan dimasukkan ke dalam mikro titer
18. Mengambil 5 μ l sampel dari hasil PCR dan dimasukkan ke dalam mikro titer yang telah terdapat loading dye
19. Mempipeting loading dye dengan sampel agar homogen
20. Memasukkan ke dalam sumuran secara tegak lurus
21. Memasang power supply pada chamber
22. Memberi arus dengan voltase 50 volt sampai sampel *running* pada 3 baris dari garis bawah plate
23. Melepas saklar dan sampel dibawa ke dalam gel doc
24. Mencatat dan mengambil hasil gambar DNA yang ditunjukkan pada gel doc

3.7.2 Kualitas air

Sampel air diambil dari titik pengambilan sampel yang telah ditentukan. Sampel air tersebut dimasukkan ke dalam botol plastik warna putih yang diberi label sesuai lokasi pengambilannya. Kemudian memasukkannya ke dalam *coolbox* yang berisi es batu untuk mendinginkan sampel agar proses kimia yang terjadi didalamnya dapat terhambat hingga waktu analisis. Berikut prosedur analisis sampel kualitas air.

a. Parameter Fisika

▪ Suhu

Prosedur pengukuran suhu perairan, menggunakan DO meter tipe DO 5510. Menurut buku petunjuk pemakaian DO meter, prosedur pengukuran suhu perairan adalah :

1. Menekan power ON pada DO meter dan geser *panel* DO/O₂ ke posisi O₂
2. Menonaktifkan *probe* dari DO meter
3. Menekan tombol *zero* sampai menunjukkan angka nol pada *layer*
4. Mengkalibrasi *probe* dengan menggunakan cairan elektrolit
5. Mengaktifkan *probe* ke DO meter
6. Menunggu kurang lebih 5 menit sampai *layer* menunjukkan angka 20,9
7. Setelah *layer* menunjukkan angka 20,9 menggeser *panel* DO/O₂ ke posisi DO
8. Memasukkan *probe* DO meter kedalam perairan yang akan diamati
9. Mendinginkan beberapa saat hingga DO meter selesai mengukur suhu perairan tersebut (ditandai dengan munculnya nilai suhu dengan satuan °C)
10. Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C

▪ Kecerahan

Pengukuran kecerahan perairan menurut Hariyadi *et al.* (1992), dilakukan menggunakan secchi disk dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan secchi disk ke dalam perairan
2. Mengukur batas tidak tampak pertama kali dan dicatat sebagai d_1
3. Memasukkan secchi disk ke dalam perairan
4. Mengangkat secchi disk perlahan-lahan
5. Melihat batas tampak pertama kali dan dicatat sebagai d_2
6. Menghitung kecerahan dengan rumus : $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$

- **Salinitas**

Pengukuran salinitas perairan dilakukan secara digital menggunakan refraktometer PAL - 065. Menurut buku petunjuk pemakaian refraktometer, prosedur pengukuran salinitas perairan adalah :

1. Menekan tombol ON / OFF pada refraktometer
2. Mengkalibrasi kaca elektroda pada refraktometer menggunakan aquadest
3. Menekan tombol ENTER untuk membaca salinitas aquadest
4. Mengambil sampel air menggunakan pipet tetes
5. Meneteskan sampel air pada kaca elektroda refraktometer
6. Menekan tombol ENTER untuk membaca salinitas perairan
7. Menekan tombol ON / OFF untuk mematikan pH meter

- **Parameter Kimia**

- **pH**

Pengukuran pH perairan menggunakan pH Testr 30. Menurut buku petunjuk pemakaian, prosedur pengukuran pH meter adalah :

1. Menekan tombol ON / OFF pada pH meter
2. Memasukkan elektroda pH meter ke dalam perairan
3. Menggerak - gerakkan elektroda pH meter pada saat di dalam perairan
4. Menekan tombol HOLD / ENT untuk membaca pH perairan
5. Menekan tombol ON / OFF untuk mematikan pH meter

- **Oksigen terlarut (DO)**

Pengukuran DO perairan menggunakan DO meter tipe DO 5510. Menurut buku petunjuk pemakaian DO meter, prosedur pengukuran DO perairan adalah :

1. Menekan power ON pada DO meter dan geser *panel* DO/O₂ ke posisi O₂
2. Menonaktifkan *probe* dari DO meter
3. Menekan tombol *zero* sampai menunjukkan angka nol pada *layer*
4. Mengkalibrasi *probe* dengan menggunakan cairan elektrolit

5. Mengaktifkan *probe* ke DO meter
6. Menunggu kurang lebih 5 menit sampai *layer* menunjukkan angka 20,9
7. Setelah *layer* menunjukkan angka 20,9 menggeser *panel* DO/O₂ ke posisi DO
8. Memasukkan *probe* DO meter kedalam perairan yang akan diamati
9. Mendinginkan beberapa saat hingga DO meter selesai mengukur (ditandai dengan terteranya kata “oke” pada “layer”)
10. Mencatat hasil DO yang telah terukur

▪ **Amonia**

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), cara untuk mengukur kadar amonia perairan sebagai berikut :

1. Mengambil 50 ml air sampel
2. Memasukkan kedalam erlenmeyer berukuran 250 ml
3. Menambahkan 1 ml larutan nessler ke dalam erlenmeyer yang telah berisi sampel
4. Mendinginkan ± 10 menit
5. Memasukkan kedalam cuvet
6. Menghitung kadar amonia menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 425 µm.

▪ **Nitrit**

Menurut Standar Nasional Indonesia (2004), tentang “Air dan air limbah Bagian 9 : Cara uji nitrit (NO₂-N) secara spektrofotometri”, prosedur pengukuran kadar nitrit di perairan sebagai berikut :

1. Mengambil 50 ml air sampel
2. Memasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml
3. Menambahkan 1 ml larutan sulfanilamida (homogenkan dan biarkan ± 2 sampai 8 menit)

4. Menambahkan 1 ml larutan NED dihidroklorida (homogenkan dan biarkan selama 10 menit dan segera lakukan pengukuran)
5. Menghitung kadar nitrit menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 543 nm.

▪ **TOM**

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), prosedur pengukuran total bahan organik di perairan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Mengambil 50 ml air sampel
2. Memasukkan air sampel ke dalam erlenmeyer 250 ml
3. Menambahkan 9,5 ml KMnO_4 dari buret
4. Menambahkan 10,00 ml H_2SO_4 (1 : 4)
5. Memanaskan dalam pemanas air sampai suhu mencapai $70\text{ }^\circ\text{C} - 80\text{ }^\circ\text{C}$ kemudian diangkat.
6. Apabila suhu telah turun menjadi $60\text{ }^\circ\text{C} - 70\text{ }^\circ\text{C}$, langsung menambahkan Na-oxalate 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna
7. Segera menitrasi dengan KMnO_4 0,01N sampai terbentuk warna (merah jambu/pink). Catat sebagai ml titran (x ml)
8. Mengambil 50 ml aquadest dengan pipet volume, dan melakukan prosedur (1 – 6) dan mencatat titran yang digunakan sebagai (y ml) serta menghitung kadar TOM perairan dengan rumus :

Rumus TOM :

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x - y) \cdot 31,6 \cdot 0,01 \cdot 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Keterangan : x = ml titran untuk air sampel

y = ml titran untuk aquadest

31,6 = 1/5 dari BM KMnO_4

0,01 = N KMnO_4

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Deskripsi Tambak Penelitian

Lokasi tambak yang digunakan untuk penelitian terletak di area pertambakan "Sabu Timur" di Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur. Daerah sekitar tambak dikelilingi oleh lahan permukiman dan laut pada bagian utara.

Desa Sumberwaru terletak pada koordinat $7^{\circ}29'10''$ - $7^{\circ}55'5''$ LS dan $114^{\circ}29'20''$ - $114^{\circ}39'10''$ BT dengan ketinggian 2 – 10 m dpl. Rata - rata curah hujan pada tahun 2010 adalah 172 mm dengan bulan hujan sebanyak 5 bulan (Wordpress, 2013). Secara administratif Desa Sumberwaru memiliki batas wilayah sebagai berikut :

Sebelah Utara : Selat Madura

Sebelah Selatan : Desa Watukebo, Kec. Wongsorejo, Kab. Banyuwangi

Sebelah Barat : Desa Sumberanyar, Kec. Banyuputih, Kab. Situbondo

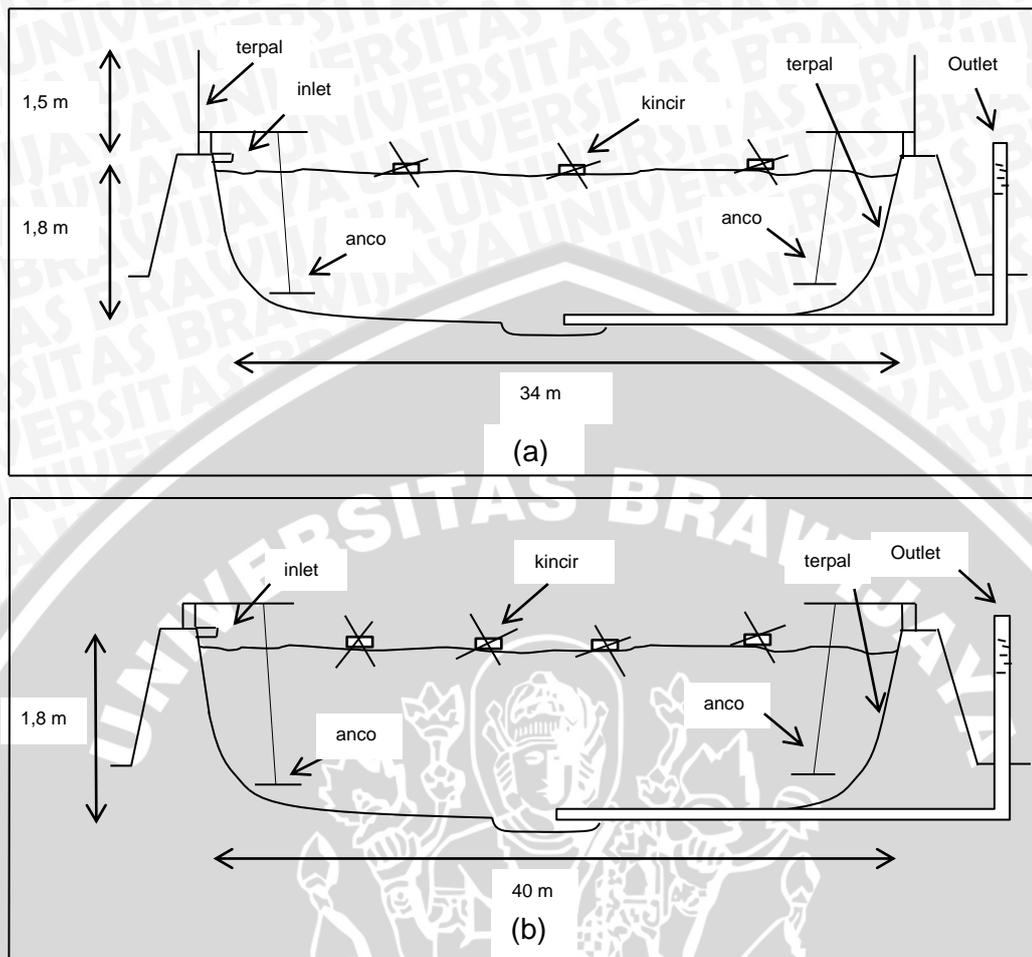
Sebelah Timur : Desa Wonorejo, Kec. Banyuputih, Kab. Situbondo

Tambak di "Sabu Timur" merupakan area pertambakan dengan sistem intensif yang menggunakan terpal dalam melakukan budidaya pembesaran udang vannamei. Area pertambakan "Sabu Timur" memiliki 3 lokasi area tambak dengan mempunyai teknisi tambak yang berbeda – beda. Wilayah pertambakan ini memiliki luas lahan $\pm 6,7$ Ha dan sekitar 56,71 % dari lahan tersebut digunakan untuk petak - petak tambak sedangkan sisanya digunakan untuk fasilitas penunjang seperti akses jalan, tempat peristirahatan, gudang dan kolam penampungan air untuk tambak terpal. Jumlah seluruh tambak sebanyak 34 petak dengan luas berkisar 850 – 2.500 m² berbentuk persegi panjang.

Kegiatan penelitian dilakukan di salah satu area pertambakan “Sabu Timur” yang pada tanggal 18 April 2013 terinfeksi virus WSSV pada salah satu tambaknya. Area pertambakan yang digunakan penelitian memiliki petak tambak sebanyak 14 petak dengan 10 petak yang digunakan untuk budidaya udang vannamei dengan sistem terpal. Tambak yang digunakan penelitian berjumlah 2 petak dengan salah satu tambak terinfeksi oleh virus WSSV.

Konstruksi tambak yang digunakan penelitian adalah untuk tambak yang menggunakan biosecurity memiliki luas 952 m² dengan sistem terpal. Panjang tambak 34 m, lebar 28 m dan tinggi terpal 3,3 m dari dasar tambak serta menggunakan 8 kincir air yang berguna sebagai aerator. Air masuk ke dalam tambak melalui pipa saluran air yang berasal dari bak penampungan. Pada tambak yang tidak menggunakan biosecurity memiliki luas 1240 m² dengan menggunakan sistem terpal. Panjang tambak 40 m, lebar 31 m dan tinggi terpal 1,8 m dari dasar tambak serta menggunakan 12 kincir air. Seperti halnya tambak yang menggunakan biosecurity, air masuk ke dalam tambak melalui pipa saluran air yang berasal dari bak penampungan.

Tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity mempunyai 2 pintu outlet yang terletak di tengah dan di pinggir tambak, pintu outlet yang terdapat di pinggir tambak digunakan hanya pada saat pemanenan. Kontruksi tambak terpal menggunakan sistem biosecurity maupun tanpa biosecurity yang digunakan untuk penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kontruksi tambak terpal (a) tambak dengan sistem biosecurity (b) tambak tanpa biosecurity

4.1.2 Pemeliharaan Udang Vannamei

Budidaya udang vannamei dilakukan di tambak terpal dengan padat tebar sejumlah 125 ekor/m² dengan masa panen 100 hari pada size 40 – 45 ekor/kg. Benur udang vannamei yang dibudidayakan berasal dari Central Pertiwi Bahari (CPB) Situbondo pada PL (*post larva*) 12. Udang vannamei yang digunakan pada saat penelitian berumur 50 hari.

Pemberian pakan pada udang vannamei pertumbuhannya dilakukan sebanyak 5 kali dalam 1 hari, dengan sekali pemberian pakan menggunakan pakan pelet sebanyak 3 - 4 kg ditambah dengan vitamin C 3 – 5 gr/kg pakan, mineral 10 – 20 ml/kg pakan dan imunostimulan sebanyak 3 - 5 gr/kg pakan.

Pergantian air dilakukan setiap 2 hari sekali. Tambah pembesaran udang vannamei menggunakan air laut dan air tawar yang berasal dari sumur bor, tetapi sebelum masuk ke tambak pembesaran udang, air yang berasal dari sumur bor maupun laut terlebih dahulu di ditampung pada kolam penampungan dan di *treatment* menggunakan 20 ppm kaporit.

Penambahan vitamin, mineral dan imunostimulan pada pakan udang vannamei tidak hanya diberikan di tambak biosecurity melainkan pada tambak tanpa biosecurity, sehingga perbedaan perlakuan yang digunakan oleh teknisi tambak untuk tambak biosecurity dan tanpa biosecurity hanya pada pencegahan penyebaran virus WSSV secara fisik, seperti membuat pagar dengan cara meninggikan terpal agar cipratan air dari kincir yang berasal dari tambak biosecurity tidak sampai ke tambak lainnya yang tidak menggunakan biosecurity, melakukan seleksi orang yang masuk ke dalam area tambak untuk keperluan pemberian pakan atau pengecekan kualitas air sehingga hanya satu orang yang dapat masuk ke dalam area tambak dan tidak diperbolehkan berpindah ke tambak lain setelah masuk ke tambak yang terinfeksi

4.2 Hasil Analisis Kualitas Air

Untuk tumbuh secara optimal, biota budidaya juga membutuhkan lingkungan hidup yang optimal. Kualitas air dan pengaruhnya terhadap biota budidaya sangat penting diketahui oleh para pembudidaya. Kualitas air dapat diketahui dari beberapa parameternya (Kordi dan Tancung, 2007). Faktor pemicu munculnya penyakit pada udang tidak selalu disebabkan oleh serangan organisme. Faktor lingkungan seperti salinitas, kandungan oksigen terlarut, kadar amonia dan faktor makanan yang tidak memenuhi syarat bisa menjadi pemicu terjadinya serangan penyakit karena kinerja organ dari organisme akan terganggu (Amri, 2004).

Ahmad (1991) dalam Suwoyo (2009), menyatakan pengukuran kualitas air selama pemeliharaan udang penting dilakukan untuk mengetahui gejala yang terjadi sebagai akibat perubahan salah satu parameter kualitas air, dengan mengetahui gejala tersebut maka dapat diambil suatu tindakan untuk mengatasi perubahan - perubahan yang kurang baik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang yang dipelihara. Beberapa peubah kualitas air penting yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang di tambak meliputi oksigen terlarut, salinitas, suhu, warna, pH, serta senyawa beracun seperti amonia dan asam belerang. Hal tersebut juga disampaikan oleh Budiardi (2008), kualitas air ditentukan oleh variabel - variabel penyusunnya. Beberapa variabel kualitas air yang penting dalam menentukan kelayakan bagi kehidupan udang, yaitu oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*), pH, salinitas, suhu, bahan organik total (*Total Organic Matter*), amoniak (NH_3) dan hidrogen sulfida (H_2S).

Untuk mengetahui kondisi perairan pada tambak biosecurity maupun tanpa biosecurity, diuji beberapa parameter kualitas air yaitu parameter fisika (suhu, kecerahan dan salinitas) dan parameter kimia (pH, DO, amonia, nitrit dan TOM). Pengukuran kualitas air tersebut dilakukan di 2 tempat yang berbeda yaitu inlet dan outlet sebanyak 1 kali dalam 1 minggu selama 3 minggu pada pukul 10.00 – 11.00 WIB.

4.2.1 Parameter Fisika

Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan untuk parameter fisika (suhu, kecerahan dan salinitas) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kondisi kualitas air parameter fisika

Pengamatan		Parameter		Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	Salinitas (ppt)
		Inlet	Outlet			
Tambak biosecurity	Minggu 1	Inlet		30,53	24	28
		Outlet		29,19	26,75	28
	Minggu 2	Inlet		32,21	20,5	29
		Outlet		30,17	22	29
	Minggu 3	Inlet		28,68	19	29
		Outlet		27,52	21	29
Tambak tanpa biosecurity	Minggu 1	Inlet		31,18	25,5	28
		Outlet		29,82	27	28
	Minggu 2	Inlet		32,64	22	29
		Outlet		30,26	23	29
	Minggu 3	Inlet		28,73	20	29
		Outlet		28,15	21,75	29

a. Suhu

Berdasarkan data pengukuran suhu di perairan tambak terpal pada inlet dan outlet sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh suhu perairan berkisar 27,52 – 32,64 °C. Pada tambak biosecurity 27,52 – 32,21 °C dan tambak tanpa biosecurity suhu berkisar 28,15 – 32,64 °C. Perbedaan hasil pengukuran suhu setiap minggunya di tambak terpal disebabkan pada saat penelitian dilakukan, kondisi cuaca tidak menentu dan selalu berubah – ubah karena masuk dalam musim pancaroba. Hermawan (2010) menyatakan pola musonal dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak musim hujan) dimana pada bulan Juni sampai Agustus terjadi musim kering sedangkan untuk bulan Desember sampai Februari merupakan bulan basah dan enam bulan

sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba (tiga bulan peralihan musim kemarau ke musim hujan dan tiga bulan peralihan musim hujan ke musim kemarau).

Perbedaan suhu pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity dalam setiap pengamatan perminggunya berbeda meskipun tidak terlalu besar, hal ini dapat disebabkan karena kedua tambak tersebut memiliki luas tambak dan jumlah kincir yang berbeda – beda, yaitu pada tambak tanpa biosecurity dengan luas 1240 m² memiliki kincir sebanyak 12 buah dengan jaraknya yang berjauhan, sedangkan tambak biosecurity memiliki luas 952 m² dengan jumlah kincir sebanyak 8 buah dengan jarak yang berdekatan.

Suhu tertinggi terdapat pada pengamatan minggu ke 2 pada tambak tanpa biosecurity dengan suhu sebesar 32,64 °C di bagian inlet karena pada saat pengamatan, cuaca dalam keadaan yang sangat cerah sehingga perairan tambak mendapatkan sinar matahari dengan maksimal. Sedangkan suhu terendah terdapat di tambak biosecurity pada bagian outlet minggu ke 3 yaitu sebesar 27,52 °C. Hal ini dikarenakan pada saat pengukuran suhu, cuaca dalam keadaan setelah hujan dan masih menjelang cerah. Perbedaan nilai pengukuran suhu pada inlet dan outlet disebabkan pada outlet pengukuran suhu dilakukan didalam pipa pembuangan air yang berdiameter 20 cm sedangkan pada inlet pengukuran dilakukan didalam tambak terpal sehingga intensitas sinar matahari lebih banyak daripada di outlet.

Hasil pengukuran suhu pada budidaya pembesaran udang vannamei di kolam terpal berkisar antara 27,52 – 32,64 °C, kisaran suhu tersebut berada dalam batas yang layak bagi kehidupan udang vanamei meskipun tidak optimum bagi pertumbuhan. Chanratchakool *et al.* (1995) dalam Gunarto *et al.* (2010), menyatakan suhu air berpengaruh pada respon makan udang. Pada suhu yang lebih tinggi dari 32 °C dan lebih rendah dari 25 °C, nafsu makan udang akan

turun sebesar 30 % - 50 %. Menurut Wyban dan Sweeny (1991) dalam Suwoyo (2009), udang akan mati jika berada pada suhu dibawah 15 °C atau diatas 33 °C dalam waktu 24 jam atau lebih. Sublethal stress pada udang terjadi pada suhu 15 - 22 °C dan 30 - 33 °C. Suhu optimum untuk pertumbuhan udang vanamei adalah antara 23 - 30 °C.

b. Kecerahan

Berdasarkan data pengukuran kecerahan pada inlet dan outlet di perairan tambak terpal sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh nilai kecerahan berkisar antara 19 – 27 cm. Pada tambak biosecurity nilai kecerahan berkisar 19 – 26,75 cm dengan rata – rata di inlet 21,5 cm dan outlet 23,25 cm sedangkan tambak tanpa biosecurity nilai kecerahan berkisar 20 – 27 cm dengan nilai kecerahan rata – rata di inlet 22,67 cm dan outlet 23,91 cm.

Perbedaan nilai kecerahan di inlet dan outlet pada tambak terpal disebabkan pengukuran kecerahan dilakukan di tempat yang berbeda pada inlet dan outletnya, yaitu di inlet dilakukan di dalam tambak terpal sedangkan di outlet dilakukan di dalam pipa pembuangan air berdiameter 20 cm yang terletak di luar tambak sehingga tidak adanya pengaruh pengadukan dari kincir. Pangkal dari pipa pembuangan air tersebut terletak di tengah dasar tambak seperti pada Gambar 10, sehingga banyak bahan organik yang mengendap di dasar pipa yang menyebabkan nilai kecerahan pada outlet lebih besar daripada nilai kecerahan di inlet. Nilai kecerahan di inlet lebih rendah daripada di outlet, hal ini dapat disebabkan adanya pengadukan dari proses aerasi yang dilakukan kincir sehingga bahan organik yang ada di dasar tambak menjadi terangkat dipermukaan air.

Nilai kecerahan yang berkisar antara 19 – 27 cm pada tambak terpal, menunjukkan nilai kecerahan tersebut kurang mendukung untuk budidaya pembesaran udang vannamei. Suyanto dan Takarina (2009), menyatakan jika nilai kecerahan berkisar antara 25 – 35 cm berarti cukup baik untuk mendukung kehidupan udang vannamei. Apabila nilai kecerahan kurang dari 25 cm, berarti fitoplakton terlalu pekat sehingga sebagian air tambak harus dibuang dan diganti dengan air yang baru sebanyak $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ volume air di dalam tambak. Air dikatakan terlalu cerah jika nilai kecerahan lebih dari 35 cm, sehingga sinar matahari dapat menembus air sampai dasar tambak yang menyebabkan udang menjadi stres. Menurut Amri (2004), tingkat kecerahan yang diharapkan untuk budidaya udang adalah 25 – 40 cm. Daya tembus sinar matahari yang tidak terlalu dalam tersebut disebabkan oleh banyaknya plankton yang menghuni perairan sehingga persediaan makanan alaminya cukup tersedia.

c. Salinitas

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas pada inlet dan outlet di perairan tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity yang dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh kadar salinitas berkisar antara 28 – 29 ppt. Perubahan kadar salinitas pada minggu 1 dengan minggu ke 2 dan 3 disebabkan adanya pemanasan pada air tambak sehingga terjadi penguapan yang menyebabkan salinitas di dalam tambak meningkat. Huboyo dan Zaman (2007), menyatakan salinitas secara alamiah dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain curah hujan, pengaliran air tawar ke laut secara langsung maupun lewat sungai dan gletser, penguapan, arus laut, turbulensi pencampuran dan aksi gelombang.

Kadar salinitas pada tambak terpal yang berkisar antara 28 – 29 ppt menunjukkan kadar salinitas tersebut berada dalam kadar yang optimum untuk menunjang kehidupan udang vannamei. Menurut Saoud *et al.* (2003) dalam Yustianti *et al.* (2013), udang vanamei dapat tumbuh pada perairan dengan salinitas berkisar 0,5 - 38,3 ppt dan tumbuh optimal pada salinitas 5 - 35 ppt. Widigdo (2011) dalam Rekasana *et al.* (2013), menyatakan efek dari kualitas air yang kurang baik akan lebih besar pengaruhnya untuk udang vannamei disaat sedang mengalami proses ganti kulit (moulting). Kisaran toleransi yang optimal untuk pemeliharaan udang vannamei sebagai media pemeliharaan adalah media bersalinitas 15 - 30 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, sedangkan pada salinitas yang lebih tinggi dari 30 ppt kadar garam dari dalam sel tubuh udang akan keluar dan air yang berada di lingkungan akan masuk ke dalam sel tubuh udang.

Hasil pengukuran salinitas di tambak terpal yaitu sebesar 28 – 29 ppt sudah mendukung untuk pertumbuhan udang vannamei, hal tersebut disebabkan udang vannamei bersifat eurihalin (memiliki kadar toleransi salinitas yang luas). Budiardi (2008), menyatakan udang penaeid merupakan spesies eurihalin yang akan tumbuh optimum pada salinitas yang isoosmotik. Pada kondisi hipoosmotik dan hiperosmotik, udang akan terganggu kehidupan dan pertumbuhannya. Salinitas yang baik bagi pertumbuhan udang sekitar 5 - 35 ppt.

4.2.2 Parameter Kimia

Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan untuk parameter kimia (pH, DO, amonia, nitrit dan TOM) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kondisi kualitas air parameter kimia

Pengamatan		Parameter		pH	DO (ppm)	Amonia (ppm)	Nitrit (ppm)	TOM (ppm)
		Inlet	Outlet					
Tambak biosecurity	Minggu 1	Inlet		8,55	5,81	0,020	<0,001	87,22
		Outlet		8,46	4,73	0,024	<0,001	83,42
	Minggu 2	Inlet		8,57	5,87	0,023	<0,001	85,48
		Outlet		8,49	5,14	0,036	<0,001	79,60
	Minggu 3	Inlet		8,63	6,72	0,019	<0,001	96,58
		Outlet		8,60	4,90	0,042	<0,001	92,62
Tambak tanpa biosecurity	Minggu 1	Inlet		8,49	5,87	0,018	<0,001	81,32
		Outlet		8,12	5,02	0,025	<0,001	77,89
	Minggu 2	Inlet		8,34	5,69	0,012	<0,001	83,42
		Outlet		8,23	4,68	0,023	<0,001	75,91
	Minggu 3	Inlet		8,58	6,65	0,026	<0,001	94,29
		Outlet		8,51	5,61	0,037	<0,001	86,40

a. pH

Berdasarkan data pengukuran pH pada inlet dan outlet yang dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh nilai pH di perairan tambak terpal sebesar 8,12 – 8,63. Pada tambak biosecurity berkisar 8,46 – 8,63 sedangkan tambak tanpa biosecurity nilai pH berkisar 8,12 – 8,58.

Hasil pengukuran pH yang berkisar 8,12 – 8,63 tersebut menunjukkan pH di tambak biosecurity maupun tambak tanpa biosecurity menunjang untuk kehidupan dan pertumbuhan udang vannamei. 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. Pada udang vannamei

kisaran pH yang optimal adalah 7,5 – 8,5. Menurut Law (1988) *dalam* Budiardi (2008), perairan dengan pH yang ekstrim dapat membuat udang tertekan, pelunakan karapas serta kelangsungan hidup rendah. Mortalitas tinggi pada udang terjadi pada pH perairan dibawah 6,0 sedangkan pada pH 3,0 dalam 20 jam terjadi kematian 100 %.

Nilai pH tambak terpal berkisar 8,12 – 8,63 disebabkan karena air yang digunakan untuk budidaya menggunakan air payau. Menurut Suyanto dan Mujiman (1997) *dalam* Izzati (2008), perairan payau mempunyai pH normal antara 8,0 hingga 8,2. Apabila nilai pH lebih rendah dari 7,0 maka hal ini menandakan kondisi abnormal sehingga perlu diwaspadai. Perairan tambak dapat berubah menjadi asam karena meningkatnya bahan - bahan yang mengalami pembusukan yang berasal dari sisa pakan atau bahan lain.

b. Oksigen terlarut

Berdasarkan data pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) pada inlet dan outlet di perairan tambak terpal sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh nilai DO berkisar antara 4,68 – 6,72 ppm. Pada tambak biosecurity nilai DO berkisar 4,73 – 6,72 ppm dengan nilai rata – rata di inlet 6,13 ppm dan outlet 4,92 ppm sedangkan tambak tanpa biosecurity berkisar 4,68 – 6,65 ppm dengan nilai rata – rata di inlet 6,07 ppm dan outlet 5,10 ppm.

Perbedaan kadar oksigen terlarut pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity dalam setiap pengamatan perminggunya berbeda meskipun tidak terlalu besar, hal ini dapat disebabkan karena kedua tambak tersebut memiliki luas tambak dan jumlah kincir yang berbeda – beda, yaitu pada tambak biosecurity memiliki luas 952 m² dengan jumlah kincir sebanyak 8 buah dengan jarak yang berdekatan, sedangkan tambak tanpa biosecurity dengan luas 1240 m² memiliki kincir sebanyak 12 buah dengan jaraknya yang berjauhan.

Nilai DO pada inlet dan outlet menunjukkan perbedaan meskipun tidak besar jarak nilainya dengan nilai di inlet lebih besar daripada di outlet, hal ini disebabkan pada inlet, pengukuran DO perairan tambak terpal dilakukan dikedalaman ± 20 cm dari permukaan air, sehingga air yang diukur mendapatkan pasokan oksigen dari proses fotosintesis fitoplankton maupun dari kincir. Menurut Khairuman dan Sudenda (2009), kandungan oksigen yang terlarut di dalam air dapat berasal dari hasil proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari atau berasal dari udara luar melalui proses difusi di permukaan air. Menurut Khairuman dan Amri (2008), aerator dengan sistem kincir berfungsi untuk menyuplai oksigen di dalam perairan, dengan cara oksigen akan berdifusi ke dalam air akibat percikan dan pergerakan air yang disebabkan oleh pergerakan kincir dari aerator. Hal tersebut juga disampaikan oleh Cahyono (2001), jika melakukan pembudidayaan di perairan yang tidak mengalir, maka tempat tersebut harus dilengkapi dengan aerator seperti kincir untuk menghasilkan percikan – percikan air sehingga udara di luar perairan dapat masuk ke dalam air yang mengakibatkan kandungan oksigen di dalam air cukup untuk kehidupan organisme yang dibudidayakan. Selain untuk menyuplai oksigen, aerator juga berfungsi untuk menjaga suhu air tetap rendah.

Pada outlet kadar oksigen terlarut lebih rendah daripada di inlet, karena pengukuran DO perairan dilakukan di aliran pipa outlet yang berada di luar tambak terpal sehingga tidak terpengaruh langsung oleh kincir yang membantu menambah pasokan oksigen di perairan. Meskipun terletak di luar tambak, pangkal pipa outlet tersebut terletak di dasar tengah tambak sehingga dapat menggambarkan kondisi oksigen terlarut di dasar tambak. Nilai DO di outlet lebih rendah, disebabkan adanya proses dekomposisi bahan organik serta adanya konsumsi oksigen di dasar tambak oleh udang vannamei yang dibudidayakan. Menurut Kordi dan Tancung (2007), proses dekomposisi bahan organik yang

berlangsung di tambak dan kolam membutuhkan oksigen untuk proses perombakannya. Kebutuhan oksigen semakin besar dengan semakin meningkatnya kandungan bahan organik tersebut.

Perbedaan kadar DO pada inlet dan outlet tidak terlalu besar disebabkan adanya pengadukan oleh kincir meskipun di dasar tambak terjadi pemanfaatan oksigen oleh udang maupun dekomposer. Novotny dan Olem (1994) dalam Hadinafta (2009), menyatakan keseimbangan oksigen di perairan, selain dipengaruhi oleh masukan bahan organik dan besaran kebutuhan oksigen, juga dipengaruhi oleh pencampuran air (*mixing*). Proses *mixing* secara langsung akan membuat partikel dan zat terlarut di perairan menjadi homogen, hal ini dapat mempengaruhi keseimbangan oksigen di badan air dan di sedimen.

Dilihat dari kadar DO yang berkisar antara 4,68 – 6,72 ppm menunjukkan kadar oksigen terlarut di perairan tambak terpal menunjang untuk kehidupan dan pertumbuhan udang vannamei, hal ini sesuai dengan pernyataan Fegan (2003) dalam Yustianti *et al.* (2013), bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang optimal selama pemeliharaan udang vaname berkisar 3 - 8 ppm. Menurut Amri dan Kanna (2008), kandungan oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang vannamei adalah > 3 ppm dan optimal pada kisaran 4 – 8 ppm (mg/l).

c. Amonia (NH₃)

Berdasarkan data pengukuran amonia pada inlet dan outlet di perairan tambak terpal sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh kadar amonia berkisar antara 0,012 – 0,042 ppm. Pada tambak biosecurity kadar amonia berkisar 0,019 – 0,042 ppm dengan nilai rata – rata di inlet 0,023 ppm dan outlet 0,034 ppm sedangkan pada tambak tanpa biosecurity kadar amonia berkisar 0,012 – 0,037 ppm dengan nilai rata – rata di inlet 0,019 ppm dan outlet 0,028 ppm.

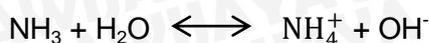
Kadar amonia pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity memiliki nilai yang berbeda meskipun tidak terlalu besar. Pada tambak biosecurity kadar amonia lebih tinggi daripada tambak tanpa biosecurity, hal ini dapat disebabkan karena udang yang dibudidayakan pada tambak biosecurity sudah terinfeksi oleh virus WSSV sehingga daya nafsu makannya menjadi lebih rendah dibandingkan dengan udang yang terdapat di tambak tanpa biosecurity, dengan kondisi tersebut menyebabkan kandungan bahan organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan menjadi tinggi dan dapat menghasilkan amonia di perairan.

Kadar amonia pada inlet dan outlet di tambak terpal menunjukkan perbedaan. Pada outlet kadar amonia lebih tinggi, disebabkan adanya proses dekomposisi bahan organik (plankton yang mati, sisa pakan dan feses udang) yang menghasilkan amonia, suhu di dasar tambak lebih rendah daripada di permukaan perairan dan kadar oksigen terlarut di dasar tambak lebih rendah daripada di permukaan perairan yang menyebabkan proses nitrifikasi lebih lambat. Selain itu, pengambilan sampel air dilakukan di pipa outlet yang berada di luar tambak sehingga tidak terpengaruh langsung oleh kincir yang membantu menambah pasokan oksigen di perairan. Pada inlet kadar amonia lebih rendah, disebabkan pengambilan sampel dilakukan di permukaan perairan sehingga kandungan oksigen masih tinggi yang menyebabkan amonia mengalami oksidasi menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrosomonas* dan suhu perairan dipermukaan lebih tinggi daripada di dasar tambak yang menyebabkan amonia menguap ke atmosfer. Kordi dan Tancung (2007), menyatakan secara biologis, di alam dapat terjadi perombakan amonia menjadi nitrat (NO_3) yaitu suatu bentuk yang tidak berbahaya dalam proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi terutama *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Selain memerlukan bakteri tersebut dalam proses perombakan ini juga diperlukan sejumlah oksigen di dalam air sebagai sumber

energi. Hal tersebut juga disampaikan oleh Badjoeri dan Widiyanto (2008), bahwa proses perombakan senyawa amonia sangat tergantung dengan keberadaan konsentrasi oksigen terlarut di tambak. Effendi (2003), menyatakan hilangnya amonia ke atmosfer dapat meningkat dengan meningkatnya kecepatan angin dan suhu.

Dilihat dari kadar amonia yang berkisar antara 0,012 – 0,042 ppm menunjukkan kadar amonia di perairan tambak terpal tergolong tercemar oleh amonia meskipun tidak bersifat lethal dan menghambat pertumbuhan udang vannamei, hal ini sesuai dengan pernyataan Badan Standarisasi Nasional (2006), bahwa persyaratan kualitas air pemeliharaan udang vannamei yang optimal untuk amonia adalah < 0,01 ppm. Menurut Boyd (1990) dalam Pantjara dan Rachmansyah (2010), kandungan NH_3 sebesar 0,05 – 0,2 mg/l sudah menghambat laju pertumbuhan udang maupun organisme akuatik lainnya. Kandungan NH_3 sebesar 0,45 mg/l dapat menghambat laju pertumbuhan udang sampai 50 % sedangkan kandungan NH_3 sebesar 1,29 mg/l sudah dapat membunuh jenis udang *penaide*.

Berdasarkan hasil kadar amonia yang menunjukkan tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity tergolong tercemar oleh amonia, dapat mengakibatkan udang yang dibudidayakan menjadi tidak sehat dan mudah terinfeksi oleh virus. Kadar amonia sebesar 0,012 – 0,042 ppm dengan pH lebih dari 7 menyebabkan amonia yang berada di dalam perairan dalam bentuk NH_3 (amonia tak terionisasi) yang bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Effendi (2003), menyatakan di dalam perairan amonia membentuk kesetimbangan dengan amonium. Pada $\text{pH} \leq 7$, amonia akan mengalami ionisasi dan pada $\text{pH} \geq 7$, amonia akan tak terionisasi yang bersifat toksik.



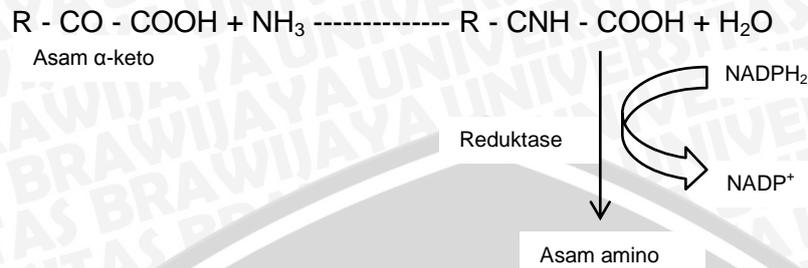
Sutomo (1989), menyatakan efek lethal dari NH_3 adalah terjadinya penyempitan permukaan insang yang akan mengakibatkan kecepatan proses pertukaran gas dalam insang menjadi menurun. Selain itu efek lethal amonia juga bisa menyebabkan penurunan jumlah sel darah, penurunan kadar oksigen dalam darah, mengurangi ketahanan fisik dan daya tahan terhadap penyakit, serta mengakibatkan kerusakan struktural berbagai jenis organ.

Distribusi NH_3 dan NH_4^+ dalam sistem biologi tergantung pada tingkat permeabilitas membran sel terhadap kedua bentuk zat tersebut. Secara umum, membran sel permeabel terhadap NH_3 , tetapi relatif tidak permeabel terhadap NH_4^+ . Seperti diketahui bahwa tingkat toksisitas amonia tergantung pada jumlah amonia yang masuk ke dalam sel. Sehingga amonia dalam bentuk NH_3 merupakan substansi perusak utama daripada dalam bentuk NH_4^+ (Sutomo, 1989).

Kadar amonia yang tinggi dapat diakibatkan oleh adanya proses difusi N dari atmosfer dan adanya proses perombakan bahan organik di dasar tambak yang berasal dari feses, pakan maupun udang yang mati. Effendi (2003), menyatakan tinja dari biota akuatik merupakan sumber amonia di dalam perairan selain adanya proses difusi gas nitrogen yang berasal dari atmosfer.

Adanya kadar amonia (NH_3) di dalam perairan tambak yang melebihi batas optimum bagi pertumbuhan udang vannamei dapat mengakibatkan proses replikasi virus dalam menginfeksi organisme menjadi meningkat karena unsur N merupakan bahan dasar dalam pembuatan asam amino yang dibutuhkan oleh virus dalam proses replikasi. Menurut Suyitno (2009), di dalam sel organisme terjadi beberapa proses - proses konversi (metabolisme) nitrogen yaitu :

1. Aminasi reduktif (ion amonia yang ada di sitosol dikondensasikan dengan asam-asam α -keto sehingga terbentuk asam amino baru)



2. Pembentukan amida (suatu timbunan gugus amin dalam tubuh, yaitu asparagin (C-4), glutamin (C-5), yaitu NH_3 ditambahkan ke asam amino aspartat untuk dijadikan asparagin, atau ditambahkan ke asam glutamat untuk dijadikan glutamin.
3. Transaminasi (proses pemindahan gugus amina dari suatu asam amino ke asam keto lain sehingga terbentuk asam amino baru)

Protein tersusun atas sejumlah asam amino yang membentuk suatu untaian (polimer) dengan ikatan peptida. Selain itu, protein juga memiliki gugus amina (NH_2) dan gugus karboksil (COOH) (Nurchahyo, 2005). Asam nukleat dan protein beberapa virus yang dimurnikan apabila dijadikan satu dalam kondisi yang tepat dapat tersusun kembali menjadi partikel virus (perakitan dalam proses replikasi virus) (Sumardiyono, 1999). Virus membutuhkan protein untuk pembentukan kapsid serta untuk replikasi asam nukleat virus seperti enzim dan molekul regulator (Hermiyanti, 2011).

d. Nitrit (NO_2)

Berdasarkan data pengukuran nitrit di tambak terpal biosecurity dan tambak tanpa biosecurity pada inlet dan outlet yang dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh kadar nitrit di perairan tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity sebesar $< 0,001$ ppm. Kadar nitrit di perairan tersebut menunjang untuk kegiatan budidaya udang vannamei. Menurut Moore

(1991) dalam Effendi (2003), kadar nitrit yang lebih dari 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi organisme perairan. Clifford (1994) dalam Suwoyo dan Mangampa (2010), menyatakan kandungan nitrit yang optimal untuk budidaya udang vannamei adalah $< 1,0$ mg/l.

Kandungan nitrit di tambak terpal sangat sedikit kadarnya, hal ini dapat disebabkan adanya penambahan oksigen oleh kincir sepanjang hari ke dalam perairan sehingga kandungan nitrit di perairan tambak dioksidasi oleh *Nitrobacter* menjadi nitrat pada proses nitrifikasi untuk dimanfaatkan oleh fitoplankton. Menurut Herbert (1999) dalam Pantjara dan Rachmansyah (2010), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) merupakan produk akhir dari proses nitrifikasi sebagai sumber unsur N yang mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan alga dan fitoplankton. Sri dan Anna (1992), menyatakan secara biologis, di alam sebenarnya terjadi perombakan amonia menjadi nitrat (NO_3) yang terjadi di dalam proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi terutama *Nitrosomonas* dan *Nitrobakter*. Selain memerlukan bakteri tersebut dalam proses perombakan juga memerlukan oksigen.

e. TOM

Berdasarkan data pengukuran bahan organik (TOM) pada inlet dan outlet di perairan tambak terpal sebanyak 3 kali pengukuran dalam 3 minggu, diperoleh nilai TOM berkisar antara 75,91 – 96,58 ppm. Pada tambak biosecurity nilai TOM perairan berkisar 79,60 – 96,58 ppm dengan nilai rata – rata pada inlet 89,76 ppm dan outlet 85,21 ppm sedangkan di tambak tanpa biosecurity nilai TOM berkisar 75,91 – 94,29 ppm dengan nilai rata – rata pada inlet 86,34 ppm dan outlet 80,06 ppm.

Pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity memiliki nilai TOM yang berbeda. Pada tambak biosecurity nilai TOM lebih tinggi daripada tambak tanpa biosecurity, hal ini dapat disebabkan karena udang yang dibudidayakan pada tambak biosecurity sudah terinfeksi oleh virus WSSV sehingga daya nafsu makannya menjadi lebih rendah dibandingkan dengan udang yang terdapat di tambak tanpa biosecurity, dengan kondisi tersebut menyebabkan kandungan bahan organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan menjadi tinggi.

Nilai TOM pada inlet dan outlet menunjukkan perbedaan meskipun tidak besar jarak nilainya dengan nilai di inlet lebih besar daripada di outlet, hal ini disebabkan pada inlet, pengambilan sampel untuk pengukuran TOM diperairan tambak terpal dilakukan dikedalaman ± 20 cm dari permukaan air, sehingga sampel air yang diambil terkena dampak pengadukan dari kincir. Pada outlet, nilai TOM lebih rendah karena pengambilan sampel air dilakukan di aliran pipa outlet yang berada di luar tambak terpal sehingga tidak terpengaruh oleh pengadukan kincir, selain itu aliran air yang keluar dari pipa outlet tidak cepat karena rata – rata ketinggian air pada tambak terpal dan pipa outlet sama, sehingga bahan organik di dasar tambak masih banyak yang mengendap dan hanya sebagian kecil yang ikut aliran air keluar.

Dilihat dari nilai kandungan TOM pada tambak terpal yaitu berkisar antara 75,91 – 96,58 ppm, maka kandungan TOM pada tambak terpal baik di tambak tanpa biosecurity maupun tambak biosecurity tergolong tercemar oleh bahan organik. Menurut Kardio dan Suwignyo (1980) dalam Akrimi dan Subroto (2002), bila suatu perairan mengandung bahan organik kurang dari 50 mg/l maka pengaruh pencemaran bahan organik tidak nyata. Suwoyo dan Mangampa (2010), menyatakan kisaran yang optimal untuk bahan organik pada budidaya udang vannamei adalah < 55 mg/l. Hal tersebut juga disampaikan oleh Badan

Standarisasi Nasional (2006), yang mengemukakan persyaratan kualitas air untuk bahan organik pada pemeliharaan udang vannamei maksimal 55 mg/l.

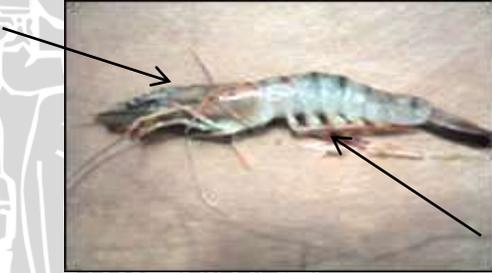
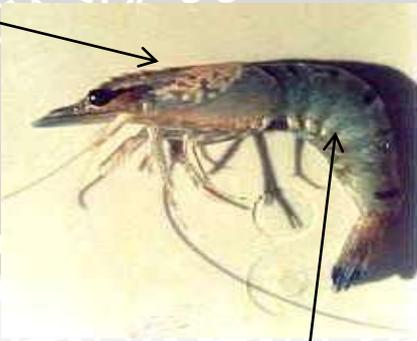
4.3 Kondisi Morfologi Udang Vannamei

Hasil dari kondisi morfologi udang vannamei yang diambil dari tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity memiliki ukuran TL (Total Length) yang berbeda – beda meskipun dalam umur yang sama yaitu berkisar 7,6 – 14,9 cm yang disajikan pada Lampiran 2. Perbedaan ukuran panjang tubuh tersebut dapat disebabkan oleh genetik (keturunan), jenis kelamin dan lingkungan. Menurut Saefulhak (2004), pertumbuhan udang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dari dalam seperti keturunan, jenis kelamin dan umur serta faktor dari luar yaitu pakan, ruang gerak dan kondisi kualitas air seperti oksigen, karbondioksida dan pH.

Sutrisno *et al.* (2010), menyatakan pertumbuhan pada udang dan semua anggota arthropoda dipengaruhi oleh 2 faktor utama yaitu frekuensi molting (waktu antar molting) dan penambahan pertumbuhan setiap kali molting. Karena tubuh udang ditutupi oleh kulit dan karapas yang keras, untuk tumbuh dan berkembang harus melalui pergantian kulit atau molting. Selama proses molting berlangsung, terjadi pemecahan kutikula antara kulit dengan *intercalary sclerite*, dimana pada bagian cephalothorax dan anterior appendages tertarik atau meregang. Kulit baru yang tumbuh pada saat pertama setelah molting sangat lunak dan semakin lama akan semakin mengeras menyesuaikan ukuran tubuh udang. Frekuensi molting pada *L. vannamei* menurun seiring dengan semakin besarnya ukuran udang. Pada stadium larva terjadi proses molting setiap 30 - 40 jam pada suhu 28 °C sedangkan juvenile dengan berat rata – rata 1 - 5 gram mengalami molting setiap 4 - 6 hari, selanjutnya pada udang yang memiliki berat rata - rata 15 gram, periode molting terjadi sekitar 2 minggu sekali.

Berdasarkan pengamatan kondisi morfologi udang vannamei dari tambak biosecurity maupun tanpa biosecurity yang dilakukan selama 3 minggu menunjukkan skor 1 yaitu tidak adanya gejala penginfeksi dari virus WSSV yang dapat dilihat pada Tabel 4. Udang vannamei yang sehat menurut Kilawati (2011b), memiliki ciri – ciri warna tubuh cerah, tidak terdapat bintik putih pada bagian tubuh udang, bergerak dengan aktif dan cepat menerima merespon pada gangguan. Menurut King *et al.* (2012), udang yang terinfeksi virus WSSV menunjukkan tanda – tanda seperti pergerakan lambat dan perubahan warna diseluruh tubuh menjadi kemerahan yang disertai dengan adanya bintik – bintik putih. Hal tersebut juga disampaikan oleh *Department of Agriculture, Fisheries and Forestry* (2005), udang yang terinfeksi virus WSSV dengan kondisi akut menunjukkan tanda – tanda seperti pergerakan tidak aktif, eksoskeleton menjadi longgar dan di dalam kutikula terdapat tanda seperti bintik - bintik putih serta perubahan warna pada tubuh udang menjadi merah. Menurut Kilawati (2011b), 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, menjauhi aerator dan terlihat lemas.

Tabel 4. Morfologi udang yang tidak terinfeksi WSSV dan terinfeksi WSSV

Keterangan morfologi	Gambar
<p>Udang yang tidak terinfeksi virus WSSV</p>	 <p>(Dokumentasi pribadi, 2013)</p>
<p>Udang yang terinfeksi virus WSSV (kronis)</p>	 <p>(Kyushu Medical, 2004)</p>
<p>Udang yang terinfeksi virus WSSV (akut)</p>	 <p>(AqualnTech, 2005)</p>

Untuk mengetahui apakah udang vannamei yang diteliti benar – benar tidak terinfeksi oleh virus WSSV atau mungkin bersifat *carrier* maka perlu dilakukan pengujian genetik pada udang vannamei dengan primer spesifik. Pranawaty (2012), menyatakan organisme *carrier* tidak menunjukkan gejala klinis penyakitnya tetapi dapat menularkan penyakit pada organisme lainnya.

4.4 Hasil Analisa DNA Udang Vannamei

4.4.1 DNA Genom Udang Vannamei

Hasil data yang didapat pada kondisi morfologi udang vannamei menunjukkan pada tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity dalam keadaan yang tidak terinfeksi oleh virus WSSV, sehingga untuk mendukung data tersebut dilakukan uji genetik pada DNA udang vannamei.

Sebelum dilakukan teknik PCR pada DNA sampel, perlu diketahui keberadaan DNA udang vannamei dengan mengetahui kuantitas dan kualitas DNA pada hasil ekstraksi yang telah dilakukan. Kuantitas DNA diuji secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer NanoDrop dan kualitas DNA diuji secara kualitatif menggunakan elektroforesis gel agarose. Menurut Azizah (2013), keberadaan DNA dalam suatu organisme dapat diketahui dengan 2 cara yaitu secara kualitatif dengan metode elektroforesis gel agarose dan secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometri. Uji kuantitatif DNA diawali dengan isolasi DNA yang bertujuan untuk mengeluarkan DNA yang berada dalam sel organisme, sedangkan uji kualitatif DNA dengan metode elektroforesis gel agarose bertujuan untuk mengetahui keberadaan DNA dalam larutan contoh.

Hasil kuantitatif DNA menunjukkan nilai kemurnian sebesar 2,0 – 2,1 pada nilai rasio *optical density* ($OD_{260/280}$) (Lampiran 4). Dengan hasil tersebut, menunjukkan adanya kontaminasi hasil DNA yang diisolasi oleh materi lain seperti protein maupun RNA. Sambrook dan Russel (2001) *dalam* Surjowardojo

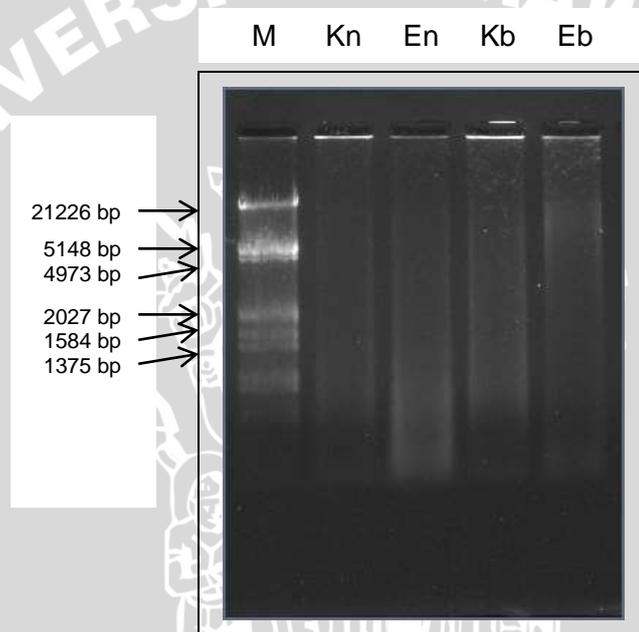
et al. (2009), menyatakan DNA yang diperoleh dapat dikatakan murni jika memenuhi rasio antara 1,8 - 2,0. Sebaliknya jika nilai tersebut lebih rendah atau lebih tinggi diduga terjadi kontaminasi protein atau RNA. Hal tersebut juga disampaikan oleh Khosravinia *et al.* (2007), penggunaan spektrofotometer merupakan salah satu cara untuk mengukur kemurnian sampel DNA. Nilai $OD_{260/280}$ menunjukkan kualitas (kemurnian) DNA. DNA dikatakan murni apabila rasio dari nilai $OD_{260/280}$ berkisar antara 1,8 - 2,0 (nilai kurang dari 1,8 menunjukkan adanya kontaminasi protein dan lebih dari 2,0 menunjukkan kontaminasi RNA).

Kosentrasi DNA pada sampel yang diuji berbeda – beda tiap sampelnya yaitu berkisar 80,08 – 165,59 ng/μl, dengan organ ekor udang pada tambak tanpa biosecurity 165,59 ng/μl, ekor udang pada tambak biosecurity 101,44 ng/μl, kaki renang udang pada tambak tanpa biosecurity 80,08 ng/μl dan kaki renang udang pada tambak biosecurity 115,20 ng/μl. Mulyani *et al.* (2011), menyatakan perbedaan kosentrasi DNA yang diperoleh pada masing – masing sampel dapat ditentukan oleh perlakuan fisik yang diberikan serta kemampuan buffer ekstraksi dalam memecah sel. Proses pengeluaran sel secara fisik dengan penggerusan sampel dapat mempermudah buffer ekstraksi dalam memecah sel. Selain itu, buffer ekstraksi yang digunakan dapat menentukan kosentrasi DNA yang dihasilkan.

Hasil kosentrasi DNA dengan nilai 80,08 – 165,59 ng/μl, menunjukkan hasil dari ekstraksi DNA pada sampel udang sudah dapat digunakan dalam proses PCR untuk mendeteksi virus WSSV pada DNA udang vannamei. Durand *et al.* (2003) dalam Cavalli *et al.* (2008), menyatakan penggunaan metode *nested* PCR lebih efisien daripada menggunakan metode *one step* PCR, *nested* PCR dapat mendeteksi virus pada sampel yang mengandung 3,8 pikogram total DNA (1 ng = 1000 pg). Mengingat bahwa setiap mikrogram total DNA udang + DNA

virus mengandung 10^7 salinan DNA virus. Hal tersebut juga disampaikan oleh Nelson dan Lightner (2001), hasil ekstraksi DNA pada bagian tubuh dari udang penaeid yang terinfeksi oleh WSSV dapat berisi hingga 10^{10} molekul genom WSSV dalam 1 gr DNA ekstraksi.

Hasil kualitatif DNA genom udang yang diteliti dengan menggunakan gel agarose 1 % menunjukkan seluruh sampel menghasilkan ketebalan pita yang berbeda – beda, dikarenakan nilai kemurnian dan kosentrasi masing – masing sampel berbeda seperti yang disajikan pada Gambar 11.



Keterangan :

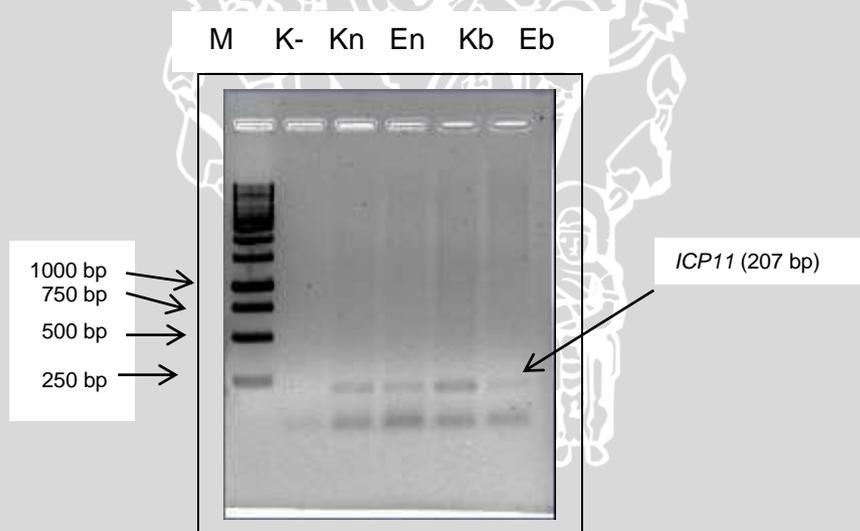
- M : marker DNA ladder
- Kn : DNA pada kaki renang sampel udang dari tambak tanpa biosecurity
- En : DNA pada ekor sampel udang dari tambak tanpa biosecurity
- Kb : DNA pada kaki renang sampel udang dari tambak biosecurity
- Eb : DNA pada ekor sampel udang dari tambak biosecurity
- bp : base pairs (pasangan basa)

Gambar 11. Hasil elektroforesis DNA genom udang vannamei

Pada hasil kualitatif DNA, menunjukkan adanya *smear* (materi lain seperti RNA dan protein yang terkandung pada DNA yang diuji). Menurut Mulyani *et al.* (2011) dalam Pranawaty *et al.* (2012), *smear* dapat disebabkan karena di dalam DNA masih terdapat protein dan RNA serta dapat juga disebabkan oleh sisa dari larutan – larutan yang masih terbawa selama proses isolasi.

4.4.2 Hasil Deteksi Virus WSSV Pada DNA Udang Vannamei

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi morfologi udang vannamei yang termasuk dalam udang yang tidak menunjukkan gejala terinfeksi virus WSSV, maka jumlah sampel yang diisolasi untuk uji DNA sebanyak 2 ekor dengan diambil dibagian kaki renang dan ekor pada masing – masing udang. Hasil elektroforesis gel pada DNA udang vannamei dengan menggunakan primer spesifik WSSV (*ICP11_F* dan *ICP11_R*) dapat dilihat pada Gambar 12.



Keterangan :

- M : marker DNA ladder
- K- : kontrol negatif
- Kn : DNA pada kaki renang sampel udang dari tambak tanpa biosecurity
- En : DNA pada ekor sampel udang dari tambak tanpa biosecurity
- Kb : DNA pada kaki renang sampel udang dari tambak biosecurity
- Eb : DNA pada ekor sampel udang dari tambak biosecurity
- bp : base pairs (pasangan basa)

Gambar 12. Hasil amplifikasi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei

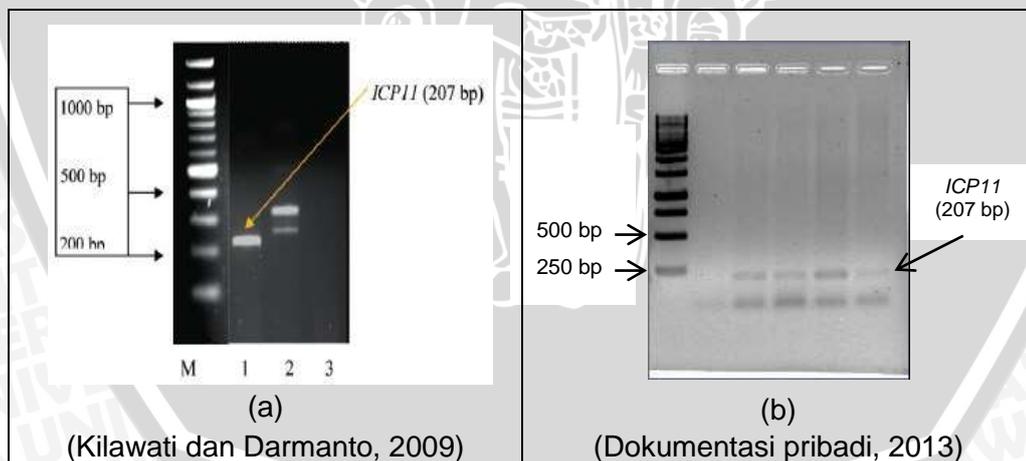
Pada Gambar 12, menunjukkan kuantitas gen *ICP11* pada hasil uji DNA udang vannamei dari tambak yang menggunakan biosecurity maupun tanpa biosecurity cukup baik, karena pola pita DNA dapat terlihat dengan jelas menggunakan gel agarose. Pada kode Kn dan En (tambak tanpa biosecurity) serta Kb dan Eb (tambak dengan biosecurity) menunjukkan adanya infeksi oleh virus WSSV dengan teramplifikasi pada 207 bp meskipun secara morfologi tidak tampak. Menurut Kilawati dan Darmanto (2009), Hasil amplifikasi gen *ICP11* pada DNA udang yang terserang WSSV menghasilkan pita sebesar 207 bp sedangkan pada udang yang tidak terinfeksi virus WSSV tidak menghasilkan pita pada DNA.

Penggunaan teknik PCR pada proses amplifikasi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei selain menggunakan sampel DNA yang akan diteliti juga menggunakan kontrol negatif, hal ini diperlukan untuk mengetahui tidak terkontaminasinya larutan atau reagen pada saat dimasukkan ke dalam sampel. Menurut Kartikasari (2008) dalam Pranawaty *et al.* (2012), kontrol negatif berfungsi untuk mengetahui apakah saat mencampurkan reagen ke dalam sampel terdapat kontaminasi atau tidak. Kontrol negatif akan tetap negatif setelah pembacaan jika tidak terdapat kontaminasi atau dalam arti lain bahwa pengerjaan dari *mixing* reagen berhasil serta hasil PCR dianggap layak dan dapat dipercaya. Hal tersebut berlaku sebaliknya yakni jika kontrol negatif menjadi positif maka dapat diperkirakan telah terjadi kontaminasi dan hasil dari pembacaan dianggap tidak dapat dipercaya sehingga harus diulang sebelum pemeriksaan selanjutnya dilakukan.

Pada hasil amplifikasi gen *ICP11* dengan nilai 207 bp menghasilkan ketebalan pita DNA yang berbeda – beda pada kaki renang dan ekor udang. Pada kaki renang udang menghasilkan amplifikasi DNA yang lebih tebal, hal ini dapat disebabkan pada kaki renang udang lebih banyak terdapat jaringan ikat

daripada di ekor yang merupakan target utama serangan WSSV. Menurut Moore dan Poss (1999) dalam Rahmawati (2002), target utama serangan WSSV adalah jaringan ikat. Bagian tubuh pada udang yang biasanya pertama diinfeksi oleh WSSV adalah insang, limfoid, perut, kaki renang, kelenjar antena, sel epitel dan hemolim.

Ketebalan hasil amplifikasi gen *ICP11* yang tipis menunjukkan bahwa udang terinfeksi ringan, karena kuantitas DNA virus yang menginfeksi DNA udang vannamei lebih rendah dibandingkan dengan kuantitas DNA virus yang akut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kilawati dan Darmanto (2009), udang vannamei yang terinfeksi akut yang ditandai dengan adanya kematian menunjukkan pita DNA yang tebal pada hasil elektroforesis gel dengan menggunakan primer spesifik WSSV (*ICP11*), hasil amplifikasi dapat dilihat pada Gambar 13. Menurut Fariedah (2010), perbedaan pola pita diantara sampel bisa disebabkan adanya respon individu dari udang itu sendiri yang berbeda – beda dalam merespon adanya imunostimulan atau terjadinya infeksi.



Gambar 13. Perbedaan ketebalan pita hasil amplifikasi gen *ICP11* pada DNA udang vannamei. (a) udang vannamei yang terinfeksi akut (b) udang vannamei yang bersifat carrier

Berdasarkan analisa DNA udang vannamei, hasil yang didapat tidak seperti pada kondisi morfologi udang yang menunjukkan tidak adanya gejala terinfeksi oleh virus WSSV baik dari tambak yang menggunakan sistem biosecurity maupun tambak tanpa biosecurity, hal ini dapat disebabkan karena virus dalam menginfeksi organisme memiliki 2 siklus reproduksi yaitu siklus litik dan lisogenik sehingga udang yang dijadikan sampel dapat bersifat *carrier* (sifat pembawa). Firmansyah *et al.* (2009), menyatakan siklus reproduksi virus ada dua cara yakni siklus litik dan siklus lisogenik. Siklus litik merupakan siklus reproduksi virus yang puncaknya ditandai dengan matinya sel inang. Pada saat membran dinding sel inang pecah atau lisis, virus – virus baru yang terbentuk di dalam sel inang akan keluar dan siap untuk menginfeksi sel inang baru. Pada siklus lisogenik, materi genetik virus diproduksi di dalam sel organisme tanpa menghancurkan inangnya. Kusnadi *et al.* (2009), menyatakan virus dapat bertindak sebagai agen penyakit dan agen pewaris sifat tergantung dari sel inangnya dan kondisi lingkungan. Sebagai agen penyakit, virus memasuki sel dan menyebabkan perubahan yang membahayakan bagi sel yang akhirnya dapat merusak atau bahkan menyebabkan kematian pada sel yang diinfeksi. Sebagai agen pewaris sifat, virus memasuki sel dan tinggal di dalam sel tersebut secara permanen. Menurut Karmana (2007), masuknya virus ke dalam tubuh organisme tidak selalu diikuti dengan pembentukan virus baru. Hal ini terjadi jika organisme yang diserang memiliki daya tahan tubuh tinggi. Kekebalan yang dimiliki oleh organisme dapat mencegah pengambilalihan fungsi DNA oleh virus.

Carrier adalah orang atau binatang yang mengandung bibit penyakit tertentu tanpa menunjukkan gejala klinis penginfeksi yang jelas dan berpotensi sebagai sumber penularan penyakit bagi organisme lainnya. Status sebagai “carrier” bisa bertahan di dalam organisme untuk jangka waktu yang lama dengan tidak menunjukkan gejala klinis yang jelas (dikenal sebagai carrier sehat

atau “*asymptomatic carrier*”) (Chin, 2000). Menurut Suprpto dan Kartika (2012), kondisi sampel yang belum menunjukkan gejala klinis oleh penginfeksi suatu penyakit tetapi dalam pengecekan DNA terbukti terinfeksi, maka udang tersebut dapat bersifat carrier. Pada umumnya udang yang sembuh setelah terinfeksi oleh virus WSSV dapat tahan terhadap penyakit yang sama tetapi juga dapat menjadi carrier seumur hidup, sehingga kemungkinan besar dapat menularkan virus WSSV ke udang lainnya baik secara horizontal maupun vertikal.

Terjangkitnya virus WSSV pada udang vannamei di tambak terpal tanpa biosecurity dapat dikarenakan adanya penyebaran virus dari tambak biosecurity melalui percikan air dari kincir yang terbawa angin, kurang optimalnya sistem biosecurity yang diterapkan serta kemungkinannya terjadinya penyebaran virus secara vertikal maupun horizontal yang berasal dari benur. Fegan and Clifford (2001) dalam Rekasana *et al.* (2013), menyatakan penyebaran penyakit di lokasi tambak dapat terjadi dengan beberapa cara antara lain karena udang yang bersifat carrier, bangkai udang yang mati, kontak dengan objek yang sudah terkontaminasi, sumber air maupun udara yang terkontaminasi serta sistem budidaya pembawa patogen meliputi inang yang terinfeksi (benih, induk, inang vektor dan inang perantara), karier inang biologis (burung, anjing, serangga dan manusia) serta perantara lainnya (air, mobil, sepatu, ember, jaring). Menurut Sutrisno *et al.* (2010), didalam suatu sistem budidaya, carrier pembawa patogen meliputi inang yang terinfeksi (benih, induk dan inang perantara), carrier inang biologis lainnya (burung, kepiting dan manusia) serta perantara lain (air, ember, sepatu, jaring dan pakaian). Sifat pembawa tersebut dapat masuk kedalam sistem budidaya melalui air, udara maupun sarana transportasi (jalan). Penularan patogen melalui air meliputi air yang terkontaminasi dari effluen serta inang di perairan. Penularan udara dapat melalui burung, serangga maupun angin. Penularan darat melalui aktivitas manusia, hewan, mobil dan peralatan lapangan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa, udang vannamei yang dibudidayakan di tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity terdeteksi adanya virus WSSV pada DNA udang vannamei meskipun secara morfologi tidak menampakkan gejala terinfeksi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa saran yaitu :

- Untuk menanggulangi penyebaran infeksi virus WSSV ke tambak yang lain diharapkan dapat dilakukan pemanenan udang lebih awal pada tambak yang telah terinfeksi, mengingat sampai saat ini belum ditemukan cara untuk mengobati udang yang telah terinfeksi virus WSSV.
- Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang daya dukung tambak terhadap kehidupan udang vannamei yang ditinjau dari segi biofisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., Supito dan I. Sumantri. 2008. Penerapan Teknologi Budidaya Udang Vanname (*L. Vannamei*) Semi Intensif Pada Lokasi Tambak salinitas Tinggi. Media Budidaya Air Payau Perekayasaan Vol. 7. Halaman 54 – 72. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.
- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 1991. Teknik Pembuatan Tambak Udang. Kanisius. Yogyakarta.
- Akrimi dan G. Subroto. 2002. Teknik Pengamatan Kualitas Air Dan Plankton Di Resefat Danau Arang – Arang Jambi. Buletin Teknik Pertanian Vol. 7 No. 2, hlm. 54 – 57.
- Amri, Khairul. 2004. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Amri, K dan I. Kanna. 2008. Budi Daya Udang Vannamei Secara Intensif, Semi Intensif dan Tradisional. Gramedia. Jakarta.
- AqualnTech. 2005. Control and Management of the White Spot Syndrome Virus (WSSV). "<http://www.thefishsite.com/articles/110/control-and-anagement-of-the-white-spot-syndrome-virus-ssv#sthash.7qCN7XIW.dpuf>." Diakses pada 8 Juli 2013, pukul 13.53 WIB.
- Aryulina, D., C. Muslim, S. Manaf dan E.W. Winarni. 2004. Biologi. Erlangga. Jakarta.
- Azizah, S.N. 2013. Penentuan Kualitas dan Kuantitas Asam Nukleat Menggunakan Spektrofotometer. Artikel. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Produksi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Dengan Teknologi Intensif. SNI 01 – 7246 – 2006. Jakarta.
- Badjoeri, Muhammad dan T. Widiyanto. 2008. Penggunaan Bakteri Nitrifikasi Untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Amonia dan Nitrit di Tambak Udang. ISSN 0125 – 9830. Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia Volume 34, No. 2, hlm. 261 – 278.
- Briggs, M., S.F. Smith, R. Subasinghe. dan M. Phillips. 2004. Introductions and Movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* In Asia and the Pacific. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Regional Office For Asia And The Pacific. Bangkok. Thailand.
- Budiardi, T. 2008. Keterkaitan Produksi Dengan Beban Masukan Bahan Organik Pada Sistem Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei* Boone 1931). Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

_____, R.D. Salleng dan N.B.P. Utomo. 2005. Penokolan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Dalam Hapa Pada Tambak Intensif Dengan Padat Tebar Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, Vol. 4, No. 2, hlm. 153 – 158.

Budiarto, Eko. 2004. *Metodologi Penelitian Kedokteran*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.

Cahyono, B. 2001. *Budidaya Ikan di Perairan Umum*. Kanisius. Yogyakarta.

Cavalli, L.S., L.F. Marins, S. Netto dan P.C. Abreu. 2008. Evaluation of White Spot Syndrome Virus (WSSV) In Wild Shrimp After a Major Outbreak In Shrimp Farms at Laguna, Southern Brazil. *Journal*. Volume 30 No. 1, hlm. 45 – 52.

Chim Ling. 2009. Single Raw Vannamei Prawn Isolated On White Background. "http://www.123rf.com/photo_5145677_single-raw-vanna-mei-prawn-isolated-on-white-background.html". Diakses pada 7 Juli 2013, pukul 21.06 WIB.

Chin, James. 2000. *Control of Communicable Diseases Manual*. American Public Health Association. Edisi ke 17, 624 halaman. Washington, USA. Terjemahan oleh I Nyoman Kandun. 2006. *Manual Pemberantasan Penyakit Menular*, edisi 17. Cetakan ke 2, Infomedika. Jakarta.

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 2005. *Disease strategy: White Spot Disease (Version 1.0) In Australian Aquatic Veterinary Emergency Plan (AQUAVETPLAN)*, Edition 2. Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. Canberra. Australia.

Edison, D.P. 2009. Pengaruh Suhu, pH dan Salinitas yang Berbeda Terhadap Aktifitas Biologis Imunoglobulin-Y Anti White Spot Syndrome Virus (Igy Anti-Wssv). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.

Escobedo, C.M., Alday, Wille, Sorgeloos, Pansaert dan Nauwynck. 2008. A Review On The Morphology, Molecular Characterization, Morphogenesis And Pathogenesis Of White Spot Syndrome Virus. *Journal of Fish Diseases*, Vol. 31, hlm. 1 – 18.

FAO. 2004. *Surveillance and Zoning for Aquatic Animal Disease*. Publishing Management Service Information Division FAO. Rome. Italia.

Fariedah, F. 2010. Pengaruh Imunostimulan Outer Membran Protein (OMP) *Vibrio alginolyticus* dan Infeksi *Vibrio harveyi* Terhadap DNA Mitokondria Udang windu *Penaeus monodon* Fab. Tesis. Universitas Brawijaya Malang.

Firmansyah, R., Agus M.H. dan M. Umar R. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Biologi*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

- Garno, Y.S. 2004. Pengembangan Budidaya Udang dan Potensi Pencemarannya Pada Perairan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 5, No. 3, hlm. 187 – 192.
- Gunarto, Muliani dan A. Mansyur. 2010. Pengaruh Aplikasi Sumber C-Karbohidrat (Tepung Tapioka) dan Fermentasi Probiotik Pada Budidaya Udang Windu *Penaeus monodon* Pola Intensif di Tambak. *Jurnal Riset Akuakultur* Vol. 5 No. 3, hlm. 393 – 409.
- Hadinafta, R. 2009. Analisis Kebutuhan Oksigen Untuk Dekompisisi Bahan Organik Di Lapisan Dasar Perairan Estuari Sungai Cisadane, Tangerang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Handoyo, D. dan A. Rudiretna. 2001. Prinsip Umum dan Pelaksanaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (General Principles And Implementation Of Polymerase Chain Reaction). *Jurnal Unitas*, Vol. 9, No. 1, hlm. 17 – 29.
- Hariyadi, S, N.N. Suryadiputra dan W. Bambang. 1992. Limnologi Metode Analisis Kualitas Air. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hatmanti, A. 2003. Penyakit Bakterial Pada Budidaya Krustasea Serta Cara Penanganannya. ISSN 0216 – 1877. *Jurnal Oseana*, Volume XXVIII, Nomor 3, hlm. 1 - 10.
- Hendrawan, D. 2005. Kualitas Air Sungai dan Situ Di DKI Jakarta. Makalah. *Teknologi* Vol. 9, No. 1, April 2005 : 13 – 19. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Hermawan, E. 2010. Pengelompokan Pola Curah Hujan Yang Terjadi di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Volume 11 Nomor 2, hlm. 75 – 84.
- Hermiyanti, E. 2011. Biologimolekul Virus. Artikel. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Holthuis, L.B. 1980. *FAO Species Catalogue Vol.1 - Shrimps And Prawns Of The World, An Annotated Catalogue Of Species Of Interest To Fisheries*. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Volume 1. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Netherlands.
- Huboyo, H.S. dan B. Zaman. 2007. Analisis Sebaran Temperatur Dan Salinitas Air Limbah PLTU - PLTGU Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial (Studi Kasus : PLTU - PLTGU Tambak Lorok Semarang). ISSN 1907 - 187X. *Jurnal PRESIPITASI* Vol. 3 No. 2, hlm. 40 – 45.
- Izzati, M. 2008. Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak Setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum Plaglyophyllum* dan Ekstraknya. ISSN 0854 – 5367. *Jurnal Anatomi Fisiologi*. Volume 16 No. 2, hlm. 60 – 69.

Jamsari. 2008. Preparasi DNA Spesies *Colletotrichum* sp. dan Spesifitas Sistem Fingerprinting RAPD. ISSN 1410 – 9379. Jurnal Natur Indonesia Volume 11 No. 1, hlm. 31 – 39.

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

Karmana, O. 2007. Biologi. Grafindo Media Pratama. Bandung.

Khairuman dan K. Amri. 2008. Peluang Usaha dan Teknik Budidaya Intensif. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

_____ dan D. Sudenda. 2009. Budidaya Patin Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Khosravinia, H.,H.N. Murthy, D.T. Parasad dan N. Pirany. 2007. Optimizing Factors Influencing DNA Extraction From Fresh Whole Avian Blood. ISSN 1684 – 5315. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (4), pp. 481 - 486.

Kilawati, Y. 2011a. Ekspresi Gen Ketahanan dan Kerentanan Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Sebagai Respon Terhadap Serangan White Spot Syndrome Virus (WSSV). Artikel. Universitas Airlangga. Surabaya.

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

_____. dan W. Darmanto. 2009. Karakter Protein *ICP11* Pada DNA Udang Vannamei (*Penaeus vannamei*) yang Terinfeksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Journal of Biological Researchers. ISSN : 0852 – 6834 Vol. 15, hlm. 21 – 24.

King, A.M.Q., M.J. Adams, E.B. Carstens dan E.J. Lefkowitz. 2012. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic Press Publications. San Diego. United States of America.

Kordi, M.G.H. 2007. Pemeliharaan Udang Vannamei. INDAH Surabaya. Surabaya.

_____. 2010. Budi Daya Udang Laut. Lily Publisher. Yogyakarta.

_____. 2011. Budi Daya 22 Komoditas Laut Untuk Konsumsi Lokal dan Ekspor. Lily Publisher. Yogyakarta.

Kordi, M.G.H. dan A.B.Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan. Rineka Cipta. Jakarta.

- Kopp, P. dan J.L. Jameson. 1998. Transmission of Human Genetic Disease. Principles of Molecular Medicine, Grompe et al, 1998, Humana Press Totowa, NJ. Diterjemahkan oleh D. Lyrawati. 2003. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kusnadi, S. Muhsinin dan Y. Sanjaya. 2009. Biologi. Kawan Pustaka. Jakarta.
- Kyushu Medical. 2004. White Spot Syndrome Virus (WSSV). "http://www.kmed.co.jp/english/service/shrimp_guard/wssv.html". Diakses pada 11 Juli 2013, pukul 10.47 WIB.
- Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya. 2013. Prosedur Deteksi Virus WSSV Pada DNA Udang Vannamei Dengan Metode *Nested* PCR. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lestari, Ana. 2009. Manajemen Risiko Dalam Usaha Pembenihan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*), Studi Kasus Di PT. Suri Tani Pemuka, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Leung, Ka Yin. 2004. Current Trends In The Study of Bacterial and Viral Fish and Shrimp Disease. Molecular Aspects of Fish and Marine Biology. Vol. 3. *World Scientific Publishing. Singapore.*
- Mahyuddin, K. 2010. Panduan Lengkap Agribisnis Ikan Patin. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mulyani, Y., A. Purwanto dan I. Nuruhwati. 2011. Perbandingan Beberapa Metode Isolasi DNA Untuk Deteksi Dini *Koi Herpes Virus* (KHV) Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). ISSN : 0853 – 2523. Jurnal Akuatika. Vol. 2 No. 1, hlm. 1 – 16.
- Murdjani, M. 2007. Penerapan *Best Management Practices* (BMP) pada Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricus) Intensif. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air payau. Jepara.
- Nelson, K.T. dan D.V. Lightner. 2001. Development of Real-Time PCR Assays for Etection of White Spot Syndrome Virus, Yellow Head Virus, Taura Syndrome Virus, and Infectious Hypodermal And Hematopoietic Necrosis Virus In Penaeid Shrimp. Artikel. University of Arizona, USA.
- Nurchahyo, H. 2005. Regulasi Metabolisme Protein. Artikel. Universitas Negeri Yogyakarta.
- 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.
- Pantjara, B. dan Rachmansyah. 2010. Efisiensi Pakan Melalui Penambahan Molase Pada Budidaya Udang vaname Salinitas Rendah. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros Sulawesi Selatan : hlm. 859 – 867.

- Pazir, M.K., M. Afsharnasab, N. Niamaymandi, H. Khadem, E. Akbarpour dan A.A. Zendebedi. 2012. Histopathological Observation of White Spot Syndrome Virus and Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus in Shrimp Farms, *Litopenaeus vannamei*, in Bushehr Province, Iran. ISSN : 1819 – 1878. Asian Journal of Animal Sciences, Volume 6 No. 5, hlm. 209 - 219.
- Peraturan Pemerintah. 1990. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Prajitno, Arief. 2008. Penyakit Ikan dan Udang : Virus. UM Press. Malang.
- Pranawaty, R.N., I.D. Buwono dan E. Liviawaty. 2012. Aplikasi Polymerase Chain Reaction (PCR) Konvensional dan Real Time PCR Untuk Deteksi White Spot Syndrome Virus Pada Kepiting. Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan ISSN : 2088 – 3137. Vol. 3, No. 4, hlm. 61 – 74.
- Prianto, E., Husnah, S. Nurdawaty dan Asyari. 2006. Kebiasaan Makan Ikan Biawan (*Helostoma teminckii*) di Danau Sababila DAS Barito Kalimantan Tengah. Jurnal Protein Vol. 14 No. 2, hlm. 161 – 166.
- Rahmawati, R. 2002. Uji Patogenitas *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) Melalui Metode Perendaman dengan Konsentrasi 200 μ l/mg selama 30, 60 dan 90 Menit. Artikel. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rekasana, A., L. Sulmartiwi. dan Soedarno. 2013. Distribusi Penyakit *Infectious Myo Necrosis Virus* (IMNV) Pada Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) di Pantai Utara Jawa Timur. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 5 No. 1, hlm. 49 – 54.
- Risaldi, Ahmad. 2011. Teknik Pembesaran Udang *Vannamei*. Badan Pengembangan Sumber Daya Perikanan dan Kelautan. Kementerian Kelautan Dan Perikanan. Bone. Sulawesi Selatan.
- Rosilawati, M.L., P. Sudarmono dan F. Ibrahim. 2002. Sensitivitas Metode PCR (Polymerase Chain Reaction) dalam Mendeteksi Isolat Klinis *Mycobacterium tuberculosis*. Jurnal Kedokteran Trisakti. Volume. 21 No.1, hlm. 7 – 12.
- Saefulhak, A. 2004. Metode Pendugaan Biomassa dan Produktivitas Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) Pada Tambak Biocrete. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saepulloh, M. dan Darminto. 1999. Aplikasi *Polymerase Chain Reaction* (PCR) Dalam Diagnosis Penyakit *Malignant Catarrhal Fever* (MCF) Di Indonesia. Jurnal WARTAZOA Vol. 8 No. 2 : hlm. 50 – 57.
- Semma, M. 2008. Negara dan Korupsi, Pemikiran Mochtar Lubis Atas Negara, Manusia Indonesia dan Perilaku Politik. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.

- Sihabuddin, A. 2003. Pengaruh Perendaman Ekstrak Biji Kapuk (*Celba petandra*) 5, 10 dan 15 ppm Selama 30 Menit Terhadap Patogenitas *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) Pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sri, U.S. dan S. Anna. 1992. Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*). Kanisius. Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah Bagian 9 : Cara uji nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) secara spektrofotometri. Badan Standardisasi Nasional. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sukenda, S.H. Dwinanti dan M. Yuhana. 2009. Keberadaan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Taura Syndrome Virus* (TSV) Dan *Infectious Hypodermal Haematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV) Di Tambak Intensif Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Di Bakauheni, Lampung Selatan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8 (2) : 1 – 8.
- Sumardiyono. 1999. Asosiasi Virus Tumbuhan dengan Serangga Vektor dan Implikasinya Dalam Pengendalian Penyakit. Universitas Gadjah Mada.
- Suparno, P. 2008. Riset Tindakan Untuk Pendidik. Grasindo. Jakarta.
- Supratno, T.K.P. 2006. Evaluasi Lahan Tambak Wilayah Pesisir Jepara Untuk Pemanfaatan Budidaya Ikan Kerapu. Tesis. Fakultas Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Suprpto, H. dan Y. Kartika. 2012. Pemantauan Virus Dengan Metode PCR (Polymerase Chain Reaction) di Pantai Utara Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 4 No. 1.
- Surfianti, O., N.C. Prihartini, M. Fathoni, E.R. Ekoputri, Laminem, R. Wilis, E. Pujiastuti, Sokhib dan A.D. Koswara. 2010. Deteksi Penyakit TSV (*Taura Syndrome Virus*) Secara PCR pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan Berbagai Ekstraksi, Suhu dan Waktu Penyimpanan. *Indonesian Journal of Veterinary Science and Medicine*. Vol. 2 No. 1. *Majalah Ilmu Kehewan Indonesia*, hal. 15 – 24.
- Surjowardojo, P., Suyadi dan Aulani'am. 2009. Identifikasi/Karakterisasi Fenotipik Dan Marka Gen Kandidat (Il-8 Receptor Gene) Untuk Menentukan Resistensi Mastitis Pada Sapi Perah. ISSN : 1410 – 413X. *Jurnal – Jurnal Ilmu Hayati (Life Sciences)*. Volume 21 No. 1.
- Susetiono. 1987. Kehidupan Udang Windu *Panaeus monodon* Fabricius. *Majalah Semi Populer Lonawarta*. ISSN 0126 – 068 No. 3. Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia (LIPI). Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut. Ambon.
- Sutrisno, E., W.T. Prabowo dan S. Subyakto. 2010. Produksi Calon Induk Udang Vanamei *Litopenaeus vannamei* Dengan Sistem Resirkulasi Tertutup Pada Bak Raceway. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Situbondo.

- Sutomo. 1989. Pengaruh Amonia (NH₃) Terhadap Ikan Dalam Budidaya Sistem Tertutup. ISSN 0216 – 1877. Journal Oseana, Volume XIV, Nomor 1, hlm. 19 - 26.
- Suwoyo, H.S. 2009. Tingkat Konsumsi Oksigen Sedimen Pada Dasar Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Tesis. IPB. Bogor.
- _____ dan M. Mangampa. 2010. Aplikasi Probiotik Dengan Kosentrasi Berbeda Pada Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros Sulawesi Selatan : hlm. 239 – 247.
- Suyanto, S.R. dan A. Mujiman. 2006. Budi Daya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyanto, S.R. dan E.P. Takarina. 2009. Panduan Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyitno. 2009. Metabolisme Nitrogen. Artikel. Fakultas MIPA. Universitas Yogyakarta. hlm. 1- 13.
- Wahjuningrum, D., S.H. Sholeh dan S. Nuryati. 2006. Pencegahan Infeksi Virus White Spot Syndrome Virus (WSSV) Pada Udang Windu *Penaeus monodon* Dengan Cairan Ekstrak Pohon Mangrove (CEPM) *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. Jurnal Akuakultur Indonesia. Vol. 5 No. 1 : 65 – 75.
- Wasis. 2008. Pedoman Riset Praktis Untuk Profesi Perawat. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Wibisono, D. 2003. Riset Bisnis Panduan Bagi Praktisi dan Akademisi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wibowo, I.Y. 2010. Analisis Keragaman Genetik Tanaman Karet Hasil Persilangan Antara RRIM 600 Dan PN 1546 Dengan Menggunakan Teknik RAPD. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wirawan, I. 1995. Limnologi. Universitas Dr. Soetomo. Surabaya.
- Wordpress. 2013. Letak Geografis Desa Sumberwaru, Kecamatan Banyuputih. <http://panoramabilik.wordpress.com/gambaran-umum-kecamatan-anyuputih/keadan-geografis/>. Diakses pada 21 Juli 2013, pukul 10.43 WIB.
- Yudiati, E., Z. Arifin dan I. Riniatsih. 2010. Pengaruh Aplikasi Probiotik Terhadap Laju Sintasan dan Pertumbuhan Tokolan Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*), Populasi Bakteri *Vibrio* serta Kandungan Amoniak dan Bahan Organik Media Budidaya. ISSN 0853 – 7291. Jurnal Ilmu Kelautan Volume 15 (3) 153 -158.
- Yustianti, M.N. Ibrahim dan Ruslaini. 2013. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Usus Ayam. ISSN : 2303 – 3959. Jurnal Mina laut Indonesia. Vol.1No.1:93–103.

LAMPIRAN 1

Alat dan Bahan yang Digunakan

No.	Alat	Bahan
Polymerase Chain Reaction (PCR)		
1.	Digital autoclave	Sampel udang
2.	Kantong plastik	Alumunium foil
3.	Gunting	Kantong plastik
4.	Sentrifuge tube	Kertas label
5.	Mikropipet	Tip mikropipet
6.	Vortex laboratorium	Larutan PBS
7.	Inkubator	Lysis buffer (T1)
8.	NucleoSpin [®] Gel and PCR Clean-up	Proteinase K
9.	Sentrifuge	Parafilm
10.	Oven	Buffer BE
11.	Tube column	Etanol 96 %
12.	Lemari pendingin	Buffer B5
13.	Spectrofotometer NanoDrop	Parutan Es
14.	Komputer	Aquadest
15.	PCR Thermal Cycler Dice	Tissue
16.	Botol kaca	Primer F dan R
17.	Sendok takar	ddH ₂ O
18.	Jarum	Green gotaq
19.	Microwave	Sampel DNA
20.	Cetakan gel agarose	Agarose
21.	Plate	Plastik wrap
22.	Sisir gel agarose	Larutan EtBr
23.	Chamber	Loading dye
24.	Mikro titer	
25.	Gel doc	
Kualitas Air		
1.	DO meter tipe 5510	Air tambak
2.	Secchi disk	Aquadest
3.	Tali tampar	Karet gelang

Lanjutan Lampiran 1

No.	Alat	Bahan
4.	Penggaris	Pereaksi nessler
5.	Refraktometer PAL - 065	KMnO ₄
6.	Pipet tetes	H ₂ SO ₄
7.	pH Testr 30	Na-oxalate 0,01 N
8.	Erlenmeyer 250 ml	Tissue
9.	Spektrofotometer	Glass wool
10.	Cuvet	Kertas saring bebas nitrit berukuran pori 0,45 µm
11.	Rak cuvet	Larutan sulfanilamida
12.	Beaker glass 50 ml	Larutan NED dihidroklorida
13.	Gelas ukur 100 ml	
14.	Spektrofotometer	
15.	Pipet Volume 10 ml	
16.	Bola Hisap	
17.	Buret	
18.	Statif	
19.	Hot plate	
20.	Stirer	
21.	Corong	
22.	Neraca analitik	

LAMPIRAN 2

Hasil Pengukuran Total Length (TL) Pada Udang Vannamei

Waktu Pengamatan	Tambak Tanpa Biosecurity		Tambak Biosecurity	
	A1 (cm)	A2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)
Minggu 1	9,6	8,5	8,7	8,4
	8,6	8,3	8,3	9,2
	8,4	8,7	8,5	9,4
	9,2	8,8	8,4	9,4
	7,6	8,2	8,6	8,3
	8,6	9,7	9,2	8,5
	8,6	9,1	7,7	9,1
	9,0	8,4	8,2	8,3
	9,5	8,4	8,3	8,5
	9,3	8,4	8,6	8,5
	9,1	8,7	9,3	8,4
	8,4	9,2	7,6	9,6
	8,9	8,8	8,5	8,5
	9,3	8,7	9,5	9,4
	9,5	8,9	9,3	8,8
	8,2	8,6	9,2	8,7
	8,2	8,7	8,0	8,1
	8,4	9,3	9,3	8,4
	9,4	8,5	8,7	8,7
	8,6	9,0	8,8	9,4
8,8	9,2	9,3	8,9	

Lanjutan Lampiran 2

Waktu Pengamatan	Tambak Tanpa Biosecurity		Tambak Biosecurity	
	A1 (cm)	A2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)
Minggu 2	10,2	11,6	11,2	10,4
	10,4	11,5	11,4	9,7
	10,7	11,6	10,4	10,8
	10,3	10,5	10,8	10,5
	11,3	10,4	10,3	10,5
	10,4	10,5	10,4	10,4
	11,7	10,5	10,6	11,3
	11,1	10,5	10,5	11,9
	11,4	11,2	10,8	11,4
	9,7	11,5	10,5	10,3
	10,8	10,3	11,5	10,6
	10,9	10,6	11,7	11,5
	10,4	10,6	10,8	11,5
	10,5	10,4	10,1	10,8
	10,4	10,7	10,9	11,8
	10,8	11,6	10,9	10,9
	11,3	10,3	10,7	11,3
	9,5	10,9	10,6	10,6
	9,8	10,4	11,5	10,8
10,9	11,3	11,8	10,8	
10,7	10,2	10,4	11,2	

Lanjutan Lampiran 2

Waktu Pengamatan	Tambak Tanpa Biosecurity		Tambak Biosecurity	
	A1 (cm)	A2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)
Minggu 3	13,2	13,9	13,5	13,5
	13,2	14,4	13,5	13,6
	12,8	13,2	13,8	12,4
	12,5	13,8	13,9	12,5
	14,6	14,3	13,7	13,6
	13,5	13,9	12,8	13,2
	12,9	13,5	13,7	8,6
	13,5	13,8	12,3	13,8
	14,6	12,1	14,5	14,7
	13,4	12,8	13,6	13,8
	12,1	13,6	13,6	11,7
	14,5	12,9	13,4	13,1
	12,1	13,2	13,3	13,5
	13,6	13,5	13,9	12,9
	14,4	13,6	13,4	13,5
	13,4	14,3	13,5	14,3
	12,7	12,7	14,7	13,0
	13,8	12,9	13,7	13,5
	12,7	10,4	13,8	14,4
12,6	13,9	13,5	13,5	
13,8	13,2	13,7	13,9	

LAMPIRAN 3

Hasil Pengamatan Morfologi Udang Vannamei

Waktu Pengamatan	Tambak Tanpa Biosecurity	Tambak Biosecurity
Minggu 1		
		
Minggu 2		
		

Lanjutan Lampiran 3

Waktu Pengamatan	Tambak Tanpa Biosecurity	Tambak Biosecurity
		
Minggu 3		



LAMPIRAN 4

Hasil Uji Spektrofotometer Nanodrop DNA Udang Vannamei

Report : DNA 1 040613

Test Type : Nucleic Acid

Date/time : 6/4/2013 2:10 PM

Page : 1

Sample ID	User ID	Date	Time	ng/μl	A260	A280	A260/A280	A260/A230	Constant	Cursor Pos.	Cursor abs.	340 raw
B ₁ N	Default	6/4/2013	2 : 06 PM	165.59	3.312	1.555	2.13	2.24	50.00	230	1.481	0.014
B ₂ T	Default	6/4/2013	2 : 06 PM	101.44	2.029	1.000	2.03	2.21	50.00	230	0.916	-0.016
S ₁ N	Default	6/4/2013	2 : 08 PM	80.08	1.602	0.770	2.08	2.18	50.00	230	0.735	0.015
S ₂ T	Default	6/4/2013	2 : 09 PM	115.20	2.304	1.128	2.04	2.24	50.00	230	1.027	-0.009



**LABORATORIUM PENGGUJI
BALAI BUDIDAYA AIR PAYAU SITUBONDO
DIREKTORAT JENDERAL PERIKAMAN BUDIDAYA
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN**
Jl. Raya Pecoran PO. BOX 5 Pananukan Situbondo 69381
Telp/Fax: 0328 - 873328 ; 0328 - 390296
e-mail : labbapethd@yahoo.co.id ; lbapetbd@rsd.net.id

ASLI

**LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis**

No.: 0159/KA/LHU/BBAP-S/V/2013

Nama Customer : Rahmadin **Tanggal** : 22 Mei 2013
Customer Name : Rahmadin **Date**
Personel yang ditubungi : Rahmadin
Contact Person : Situbondo
Alamat : Situbondo
Address : Situbondo
Jenis Sampel : Air **No.FPPS** : 0315FPPSBBAP-S/V/2013
Type of sample (s) : Air
No. Sampel : K.Mp01, K.Mp02, K.Mp03, K.Mp04, K.Mp05, K.Mp06, K.Mp07, K.Mp08, K.Mp09, K.Mp10
No. Sample : K.Mp01, K.Mp02, K.Mp03, K.Mp04, K.Mp05, K.Mp06, K.Mp07, K.Mp08, K.Mp09, K.Mp10
Tanggal Penerimaan : 22 Mei 2013 **Tanggal Pengujian** : 22 Mei 2013
Received Date : 22 Mei 2013 **Date of Analysis**

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	Ambang Batas Standard Quality	HASIL Test Result				SPESIFIKASI METODE METHOD SPECIFICATION
				K.Mp01	K.Mp02	K.Mp03	K.Mp04	
1	pH	-	6-9 ¹	6,02	6,15	6,49	6,55	IKM 4.15.KBBAP-S
2	Salinitas (%)	‰	-	28	28	28	28	Refraktometrik
3	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	0,1 ²	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	IKM 5.4.13.KBBAP-S
4	TAN (NH ₃ -N)	mg/L	-	1,31	1,36	1,12	1,47	IKM 5.4.14.KBBAP-S
	Amoniak (NH ₃)	mg/L	0,01 ²	0,0254	0,0237	0,0178	0,0201	
5	Akalinitas	mg/L	<300	146	158	155	161	Titrmetrik
6	Bahan Organik*	mg/L	<58 ²	77,666	83,425	81,320	87,216	Titrmetrik
7	Total Suspended Solid	mg/L	-	40	53	48	42	Titrmetrik
8	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	Kolorimetrik
9	Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,1 - 0,25 ²	1,478	1,130	1,022	1,181	Kolorimetrik

*) = diluar ruang lingkup akreditasi
¹) = Aerts & Garcia, 1994. Metode Penelitian Air: Usaha Nasional, Surabaya
²) = Hugarin & Coll., Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems Second Edition, Development in Aquaculture and Fisheries Science-33, Amsterdam, 2002

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
Note : 1. These analytical results are only valid for the tested sample.
 2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 halaman.
 This Report of Analysis consists of 1 page.
 3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lisan dan setelah izin tertulis Manajer Puncak, BBAP, Situbondo.
 The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except for the completed one and with the written permission of the Top Manager of BBAP Situbondo.



Situbondo, 22 Mei 2013
Manajer Teknik,
Bambang Hartigano, S.Pi, M.Sc.



LAMPIRAN 6

Dokumentasi Penelitian



Shrimple test WSSV



Cairan Desinfektan



Perbedaan tambak biosecurity dan tambak tanpa biosecurity



Kincir



Inlet



Outlet



Pengambilan sampel udang



Pengambilan sampel air