2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei)* merupakan salah satu udang yang mempunyai nilai ekonomis, selain itu udang vannamei merupakan jenis udang alternatif yang dapat dibudidayakan di Indonesia, disamping udang windu (*Panaeus monodon)* dan udang putih *(Panaeus merguensis).*

2.1.1 Klasifikasi

Udang vannamei tergolong mudah untuk dibudidayakan. Hal itu pula yang membuat para petambak udang di tanah air beberapa tahun terakhir banyak yang mengusahakannya. Saat ini budidaya udang vannamei banyak digeluti para petambak Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali dan Nusa Tenggrara Barat (Amrina *et al*, 2013).

Klasifikasi dari udang vannamei ialah sebagai berikut :

Phylum : Arthropoda

Kelas : Crustacea

Sub-kelas : Malacostraca

Order : Decapoda

Sub order : Dendrobranchiata

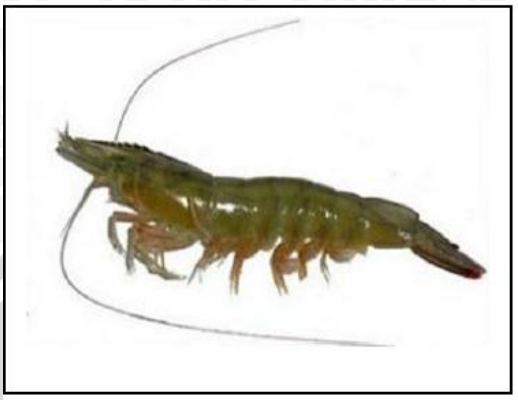
Famili : Penaeidae

Genus : Penaeus

Sub genus : Litopenaeus

Spesies : *Litopenaeus vannamei.*

Morfologi dari udang vannamei (*Litopenaues vannamei*) dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar. 1 Udang vannamei (Sumber : Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011)

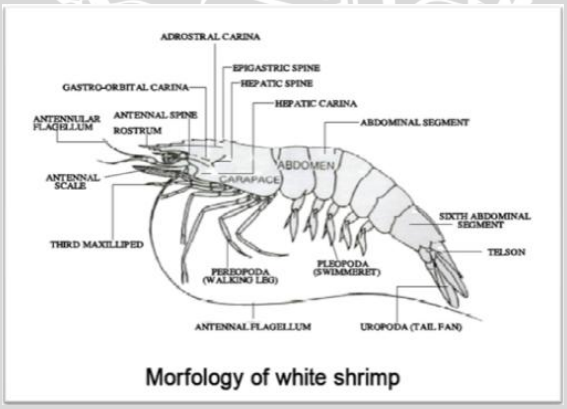
Menurut Fuady *et al*., (2013), udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang yang mudah dibudidayakan di Indonesia, karena udang ini memiliki banyak keunggulan. Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) ini memiliki ketahanan terhadap penyakit dan tingkat produktivitasnya yang tinggi. Selain itu, udang vannamei ini dapat dipelihara dengan padat tebar tinggi karena mampu memanfaatkan pakan dan ruang secara lebih efisien. Hal inilah yang membuat para petambak di Indonesia banyak yang membudidayakannya.

Litopenaeus vannamei merupakan salah satu udang yang dibudidayakan karena memilki beberapa keunggulan antara lain pertumbuhan cepat dan dibudidayakan dengan kepadatan tinggi dan mempunyai harga pasar yang cukup tinggi. Namun ancaman terhadap udang vannamei juga masih tinggi yang berasal dari penyakit, baik itu bakteri ataupun virus. Infeksi penyakit menjadi satu penyebab utama kegagalan produksi udang vaname (Putri *et al*, 2013).

2.1.2 Morfologi Udang Vannamei

Menurut Pradikta (2010), Kepala udang vannamei terdiri atas *antenna, antenula, mandibula* dan 2 pasang *maxilla*. Kepala udang vannamei juga dilengkapi dengan 3 pasang *maxilliped* dan 5 pasang kaki jalan (*periopoda*) atau kaki sepulih (*dekapoda*). *Abdomen* (perut) terdiri dari 6 ruas, terdapat 5 pasang kaki renang dan sepasang *uropod* (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama ekor (*telson*).

Litopenaeus vannamei merupakan krustasea yang tergolong dalam ordo *decapoda* seperti halnya lobster dan kepiting. Hewan ini juga memiliki karapas yang berkembang menutupi bagian kepala dan dada menjadi satu (*cephalothorax).* Kata *decapoda* berasal dari kata deca = 10, poda = kaki, sehingga tidak heran jika hewan yang tergabung dalam ordo ini memiliki 10 kaki (Sutrisno *et al.,* 2010). Skematis morfologi udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Udang Vannamei (Ramxel, 2010)

2.1.3 Fisiologi Udang Vannamei.

Adaptasi fisiologi yang dilakukan oleh udang diantaranya ialah tingkah laku, sistem imun, siklus udang vannamei dan kebiasaan makan setiap harinya. Fisiologi dari udang vannamei ini senidri mempengaruhi kebiasaan hidup dan perkembangannya.

2.1.3.1 Tingkah Laku

Menurut Nuhman (2009), udang vannamei juga mempunyai sifat mencari makan pada siang hari *(diurnal)* dan sangat rakus. Udang vannamei digolongkan kedalam hewan pemakan segala semacam bangkai *(omnivorous scavenger)* atau pemakan detritus. Pergerakan dari udang ini sendiri juga sangat aktif dan sensitif dengan keberadaan organisme lain dalam lingkungannya.

Sifat-sifat penting udang vannamei yaitu, aktif pada kondisi gelap (nokturnal), dapat hidup pada kisaran salinitas lebar *(euryhaline)*, suka memangsa sesama jenis *(kanibal)*, tipe pemakan lambat tetapi terus-menerus *(continous feeder)*, menyukai hidup di dasar tambak (bentik) dan mencari makan lewat organ sensor *(kemoreseptor)* (Pradikta, 2010)

2.1.3.2 Sistem Imun

Menurut Wahjuningrum *et al*., (2006) Sistem kekebalan tubuh udang terdiri dari 2 komponen utama yaitu mekanisme kekebalan non-spesifik dan spesifik. Sistem imun non-spesifik merupakan sistem imun yang bertanggung jawab terhadap kekebalan alami yang dimiliki hewan terhadap sebagian mikroorganisme yang berasal dari lingkungan.

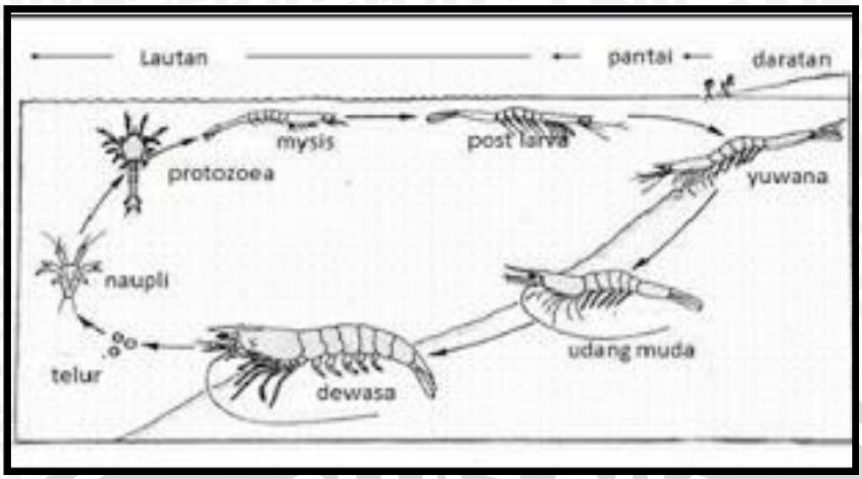
Udang mempunyai sistem kekebalan yang primitif dibandingkan dengan vertebrata lain. Mereka tidak mempunyai imunoglobulin dan T-limfosit yang dapat mendeteksi respon (Rahmawati, 2002) benda asing yang masuk, tetapi udang memiliki suatu respon imunitas yang merupakan upaya proyeksi terhadap infeksi

maupun preservasi fisiologi homeostasis. Karenanya, memori spesifik dan pengenalan zat asing merupakan dasar mekanisme respon imunitas pada udang (Priatni, 2003). Lapisan kutikula merupakan organ pertahanan pertama dalam melawan patogen dan kerusakan fisik. Kutikula terdiri dari lipid, protein dan kalsium yang menutupi insang, esofagus, abdomen dan midgut, kecuali pada bagian midgut tidak memiliki lapisan pelindung kutikula (Depita, 2004).

Respon imunitas dibentuk oleh jaringan limfoid yang menyatu dengan jaringan mieloid, sehingga dikenal sebagai jaringan limfomieliod. Produk jaringan limfomieliod adalah sel-sel darah dan merupakan respon imunitas seluler maupun humoral. Selain respon humoral, respon seluler juga merupakan aktivitas pertahanan pertama udang (Priatni, 2003). Hemosit (sel darah) merupakan respon imun non-spesifik yang digunakan untuk menangkap patogen sedangkan fagositosis bertugas untuk mencerna patogen yang ditangkap oleh hemosit (sel darah). Pada tubuh udang terdapat molekul-molekul yang dapat mengaglutinasi sel-sel tertentu yang terdapat pada bakteri, menghancurkan sel-sel asing dan lain-lain (Angelica, 2004).

2.1.3.3 Siklus Hidup Udang Vannamei.

Siklus hidup udang vannmaei sebelum ditebar di tambak yaitu stadia naupli, stadia zoea, stadia mysis, dan stadia post larva. Pada stadia naupli larva berukuran 0,32—0,59 mm, sistem pencernaanya belum sempurna dan masih memilki cadangan makanan yang berupa kuning telur. Stadia zoea terjadi setelah larva ditebar pada bak peeliharaan sekitar 15—24 jam. Larva sudah berukuran 1,05—3,30 mm dan pada stadia ini benur mengalami 3 kali moulting. Pada stadia ini pula benur sudah bisa diberi makan yang berupa artemia. Siklus hidup udang vannmaei bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus Hidup Udang Vannamei (Warsito,2012)

Stadia mysis, benur udang sudah menyerupai bentuk udang. Yang dicirikan dengan sudah terlihatnya ekor kipa *(uropoda)* dan ekor *(telson),* Selanjutnya udang mencapai stadia post larva, dimana udang menyerupai udang dewasa. Hitungan stadianya sudah menggunakan hitungan hari, misalnya PL1 berarti post larva berumur satu hari. Pada stadia ini udang sudah mulai bergerak aktif (Haliman, 2004).

2.1.4 Pakan dan kebiasaan makan

Pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam budidaya udang vannameI karena menyerap 60—70 % dari total biaya operasional. Pemberian pakan yang sesuai kebutuhan akan memacu pertumbuhan dan perkembangan udang vannamei secara optimal sehingga produktivitasnya bisa ditingkatkan. Efisiensi penggunaan pakan memerlukan suatu sistem yang dapat membuat pakan tersebut dimanfaatkan seluruhnya oleh udang. Pemberian pakan buatan berbentuk pelet dapat mulai dilakukan sejak benur ditebar hingga udang siap panen. Ukuran dan jumlah pakan yang diberikan harus dilakukan secara cermat dan tepat sehingga udang tidak mengalami kekurangan pakan (*underfeeding*) atau kelebihan pakan (*overfeeding*). Pemberian pakan dalam jumlah yang tepat

dapat membuat udang tumbuh dan berkembang ke ukuran yang maksimal. Jumlah pakan harus disesuaikan dengan total biomassa udang (Prawira *et al*, 2014).

Frekuensi pakan ditentukan berdasarkan tingkat kestabilan pakan dalam air dan laju konsumsi pakan oleh udang. Pemberian pakan lebih sering dapat memperbaiki rasio konversi pakan, serta mengurangi jumlah nutrien yang hilang (*leaching*). Pada stadia benih, frekuensi pakan lebih sering oleh karena laju metabolisme pada saat itu sangat tinggi. Idealnya, udang stadia post larva diberipakan setiap 2-3 jam sekali (12-8 kali sehari). Seiring dengan pertumbuhan udang di tambak, maka frekuensi pakan dapat dikurangi dan umumnya maksimum 6 kali selama 24 jam (Nur, 2011)

2.1.5 Penyakit pada Udang Vannamei.

Pada beberapa akhir tahun ini muncul beberapa penyakit yang menyerang udang. Diketaui adanya beberapa infeksi penyakit oleh virus atau *virus-like* pada komoditas udang di Indonesia, terutama oleh *White Spot Baculo Virus* (WSBV) dan *Monodon Baculo Virus* (MBV), yang saat ini sering disebut dengan penyakit bercak putih atau *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Kematian udang pada usia satu sampai dua bulan di tambak sudah menjadi hal yang umum sebagai akibat serangan virus bercak putih, yang mengakibatkan ribuan hektar tambak tidak bisa berproduksi lagi (Kilawati dan Maimunah, 2014). Pengaruh dari menyebarnya penyebab penyakit didalam usaha dunia budidaya perikanan ialah dari kondisi kualitas lingkungan yang tidak terjaga dengan baik. Menurut Wahjuningrum *et al*., (2006), Lingkungan yang kurang baik akan menjadi penyebab datangnya bakteri dan virus, oleh karena itu pengelolaan lingkungan merupakan salah satu langkah utama dalam mengantisipasi adanya penyakit.

2.2 Alga Merah

Alga merah (Rhodophyceae) merupakan salah satu organisme laut yang dapat menyediakan sumber bahan alam dalam jumlah yang melimpah dan mudah untuk dibudidayakan. Berbagai bahan aktif dari alga telah ditemukan penggunaanya seperti antibakteria, antivirus, antijamur, sitotoksik, antialga dan lainnya (Fattah *et al*., 2012)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Gracilaria verrucosa*.

Klasifikasi *Gracilaria verrucosa* adalah sebagai berikut :

Divisi	: Rhodophyta
Class	: Rhodophyceae
Ordo	: Gracilariales
Family	: Gracilariaceae
Genus	: Gracilaria
Species	: *Gracilaria verrucosa*

Gambar 4. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfus.
(Sumber: Milchacova, 1998)

Secara taksonomi rumput laut digolongkan ke dalam divisi thallophyta dengan empat kelas besar, yaitu Chlorophyceae (alga hijau), Phaeophyceae (alga coklat), Rhodophyceae (alga merah), dan Cyanophyceae (alga biru-hijau). Jenis rumput laut yang dibudidayakan di Indonesia seperti *Gracilaria verrucosa* dan *Sargassum sp* terdapat berlimpah tetapi masih kurang pemanfaatannya.

Penerapan teknologi ekstraksi, memberikan kemungkinan melakukan isolasi metabolit sekunder dari rumput laut. Ekstraksi *Gracilaria verrucosa* dapat menstimulasi fagositosis dan *respiratory burst* pada makrofage tikus baik secara *in vitro* maupun *in vivo* (Jasmanidar, 2009).

2.2.2 Bahan Aktif *Gracilaria verrucosa.*

Gracilaria verrucosa merupakan penghasil agar, setiap jenis *Gracilaria* sp. menghasilkan agar dengan persentase kandungan dan kekuatan gel nya yang berbeda. Agar merupakan koloid hidropilik yang diekstrak dari alga merah. Komponen kimia ini mengandung polisakarida bersulfat, yang formasinya dengan senyawa lainnya dalam agar membentuk sejumlah molekul yang salah satunya berperan dalam *immunomodulatory*. Polisakarida pada alga merah biasanya berisi galaktosa maupun galaktan bersulfat (Jasmanidar, 2009). Selain sebagai bahan antibakteri, rumput laut juga dapat digunakan sebagai salah satu bahan imunostimulan. Substansi yang banyak terdapat pada alga merah (Rhodophyta) termasuk di dalamnya *Gracilaria verrucosa*, memiliki kandungan bahan aktif *ß-Glucan* yang dapat digunakan sebagai imunostimulan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh baik pada ikan maupun udang.

2.2.3 Ekstrak Fenol Pada *Gracilaria verrucosa*

Anwariyah (2011), menyatakan bahwa senyawa fenol merupakan senyawa yang banyak terdapat pada hampir semua jenis rumput laut. Senyawa fenol dapat menangkap radikal-radikal peroksida dan dapat mengkelat logam besi yang mengkatalisa peroksida lemak. Sebagian besar senyawa fenol merupakan senyawa aromatik yang dapat diidentifikasi dengan menggunakan sinar UV.

Senyawa fenolik merupakan salah satu kandungan rumput laut yang berperan sebagai anti oksidan. Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus, anti oksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Radikal dapat didefinisikan sebagai molekul atau senyawa yang dalam keadaan bebas mempunyai satu atau lebih elektron bebas yang tidak berpasangan (Sati, 2003).

2.3 WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)

WSSV merupakan penyakit yang paling banyak menimbulkan kerugian secara ekonomi, diperkirakan lebih dari 300 juta dollar AS per tahun (Rukyani, 2000). Penularan WSSV sangat cepat dan menyebabkan kematian 100% dalam waktu 3-10 hari sejak timbul gejala klinis. Virus ini dapat menginfeksi udang pada post larva (PL) sampai ukuran 40 g. Penyebaran WSSV dapat secara vertikal melalui induk menularkan ke larvanya dan secara horizontal melalui air (*waterborne transmission*), kotoran udang yang terinfeksi, kanibalisme, makanan alami/segar jenis krustasea dan hama tambak jenis krustase. Dalam sistem budidaya, WSSV dapat ditransmisikan melalui air yang terkontaminasi (Rahma *et al.*, 2014).

Baik benih udang, induk udang, udang liar dilaut serta kepiting merupakan hewan target serangan WSSV. Pada beberapa tahun terakhir ini telah dikembangkan uji biomolekuler untuk mendeteksi keberadaan dari DNA WSSV menggunakan teknik PCR (*Polymerase Chain Reaction*) . Pendeteksian virus ini biasanya menggunakan kit WSSV yang di impor dari luar negeri dan memakai metode one-step PCR (PCR tunggal) dengan amplifikasi (penggandaan) sekuen WSSV dalam satu kali proses (Hastuti, 2012).

2.3.1 Klasifikasi WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)

Subgroup A, merupakan virus polihedral yang berkembang baik di dalam inti sel dan membentuk badan inklusi, yang didalamnya banyak mengandung partikel virus. Subgroup B mengandung satu partikel virus pada tiap-tiap badan inklusinya sedangkan subgroup C tidak mengandung badan inklusi. Berdasarkan morfologi, ukuran, perkembangbiakkan dan patologi, WSSV digolongkan di dalam genus *Baculovirus C* (Angelica, 2004).

White Spot Syndrome Virus (WSSV) ini disebut juga dengan nama "*Systemic Eciodermal and Mesodermal Baculovirus*" (SEMBV) (Firmansyah, 2002). Dari empat keluarga virus yang bersampul (*Poxviridae, Herpesviridae, Baculoviridae dan Plasmaviridae*), hanya *Bacoluviridae* yang menginfeksi Krustasea (Pulungan, 2002). WSSV termasuk dalam keluarga *Baculoviridae* dan virus DNA beruntai ganda, terbagi dalan tiga subgroup yaitu virus polihedral, virus granulosis dan virus yang tidak mengandung badan inklusi (Depita, 2004)

2.3.2 Ciri Morfologi WSSV

Ciri-ciri morfolgi WSSV ialah memilki badan inklusi dan merupakan virus DNA bersekat rangkap dengan partikel virus mengandung polypeptida. Salah satu atau lebih nukleokapsid (Depita, 2004) berbentuk silindris yang memiliki cincin-cincin melingkar pada suatu poros dan berbadan inklusi. Kapsid virus ini terdiri dari sub unit cincin yang tersusun bertumpuk, cincin tegak lurus dan membujur pada bagian kapsid (Firmansyah, 2002).

2.3.3 Ciri-Ciri Udang yang Terserang Virus WSSV

Pada fase akut terdapat bercak-bercak putih pada karapas dengan diamaeter 0,5—3,0 mm. Bercak putih ini pertama kali muncul pada cephalothorak pada segmen ke 5 dan ke 5 dari abdominal kemudian menyebar ke seluruh kutikula tubuhnya. Pada warna tubuh induk udang menjadi merah

yang terserang penyakit WSSV dalam waktu singkat setelah beberapa hari mengalami kematian. Udang yang terinfeksi WSSV akan mengalami perubahan tingkah laku yaitu menurunnya aktivitas berenang, berenang tidak terarah, dan sering kali berenang pada salah satu sisinya saja. Selain itu udang cenderung bergerombol di tepi tambak dan berenang ke permukaan (Yanto 2006)

2.3.4 Gejala Klinis

Pada gejala yang lebih parah akan membengkak dan menekan cairan inti sel. Karena kelebihan muatan dalam inti sel maka toleransi elastisitas dinding inti sel akan hilang dan pecah. Selain terlihat di dalam kulit dapat pula menginfeksi insang, usus, mata dan bagian tubuh lainnya (Pulungan, 2002).

2.4 Imunostimulan

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

Imunostimulan biasa dilakukan dengan pemberian komponen mikroba seperti glokulan dan lipopolisakarida atau sel bakteri yang telah dimatikan. Hal yang membuat kurangnya nilai akan penggunaan imunostimulan sebagai aktifasi terhadap kekebalan tubuh organisme dikarenakan harga yang relatif mahal.

Pada saat ini dengan mahalnya imunostimulan maka dicari sumber alternatif lain yang lebih murah dan mudah penangannya, salah satunya dari tumbuhan herbal (Ridlo *et al*, 2009)

Imunostimulan yang umum digunakan merupakan organisme yang tidak virulen. Bahan yang mampu digunakan sebagai imunostimulan antara lain berasal dari bahan kimia sintetik, derivat bakteri polisakarida,vitamin, ekstrak tumbuhan dan hewan (Ermantianingrum, 2013). Di indonesia sendiri, untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh organisme banyak menggunakan bahan herbal karena diyakini kandungan bahan aktif yang terdapat didalamnya lebih mampu meningkatkan imunnostimulan.

2.4.1 Mekanisme Kerja Imunostimulan

Sistem pertahanan tubuh udang akan berfungsi bila protein pengenal mengenali masuknya lipoposakarida (LPS) atau peptidoglikan (PG) dari dinding sel mikroorganisme. Kehadiran LPS atau PD akan menstimulasi aktivitas enzim-enzim yang berperanan penting dalam sistem pertahanan udang, yaitu phenolosidase (PO) dan prophenoloksidase (proPO). Meningkatnya aktivitas PO dan proPO akan menghasilkan protein faktor opsonin yang merangsang fagositosis hialosit. Oleh karena itu untuk meningkatkan aktivitas enzim-enzim sistem pertahanan udang dapat disimulasi dengan pemberian bahan-bahan dari luar tubuh udang yang dikenal sebagai imunostimulan (Ekawati *et al*., 2012).

Kinerja sistem pertahanan tubuh udang terpusat pada sistem proPO, yang akan berfungsi bila distimulasi oleh enzim tertentu. Bahan untuk mengaktifkan enzim tersebut berasal dari luar tubuh (Sakai, 1999) yang berupa bahan asing termasuk patogen dan imunostimulan.

Menurut Soderhall *et al*., (1998) imunostimulan yang masuk ke dalam tubuh udang akan dikenali oleh protein resepor yaitu LPS binding protein yang

berperan sebagai opsonin untuk meningkatkan indeks fagositosis dan *β-glucans binding protein* yang dapat merangsang degranulasi dan aktivasi enzim proPO. Mekanisme lain eliminasi patogen adalah proses melanisasi. Hidrolisis prekursor proPO meliputi PO aktif, enzim PO akan mengkatalisis oksidasi bertahap phenol menjadi quinon dalam pembentukan melanin, yaitu penyekapan patogen untuk mencegah infeksi.

2.5 Histopatologi

Menurut Destiany (2007), pengertian histopatologi adalah ilmu yang mempelajari perubahan struktur dan fungsi di dalam jaringan dan organ tubuh yang menyebabkan atau disebabkan oleh penyakit yang diproses secara histologi.

Secara umum memang ditemukan beberapa penyakit udang yang disebabkan oleh berbagai jenis jamur, bakteri maupun virus. Salah satu penyakit yang menyerang udang dan menimbulkan kerugian ekonomis yang cukup besar adalah *hepatopancreatic parvo virus* (HPV) (Nazarudin *et al*., 2014). Gejala dari penyakit tersebut belum diketahui secara pasti. Virus ini terutama menyerang organ hepatopankreas, sehingga dalam pemeriksaan secara mikroskopik hepatopankreasnya terlihat degenerasi dan adanya badan inklusi dalam sel-sel organ tersebut.

Insang merupakan organ dari ikan yang berhubungan langsung dengan lingkungan luar dan memiliki peran yang sangat penting dalam pertukaran gas serta pertukaran ion antara organisme dengan lingkungan. Insang adalah organ yang penting untuk medeteksi adanya polutan pada ikan. Insang merupakan organ pertama pada ikan yang mengalami kerusakan karena polutan tersebut menghalangi pertukaran gas dan ion (Erlangga, 2007).

2.5.1 Hipertrofi epithelia dan *Inclussion bodies cell* insang

Hipertrofi dan badan inklusi atau *Inclussion bodies cell* merupakan suatu bentuk adaptasi jaringan atau yang biasa disebut histopatologi pada insang udang yang terinfeksi "WSSV". *Hipertrofi* adalah peningkatan ukuran sel dan metabolisme sel sebagai bentuk adaptasi jaringan terhadap lingkungan yang ekstrem seperti peningkatan kinerja fisiologik dan infeksi organisme patogen. *Hipertrofi* sel yang berlebih dapat memicu peningkatan ukuran organ yang bersangkutan. Sedangkan badan inklusi merupakan benda-benda asing yang tertimbun di dalam sel yang berwarna kemerahan. Menurut Madeali *et al.,* (1998) benda asing ini terdapat di dalam nukleus/intranuklear dan badan ini merupakan timbunan benda asing yang bentuk dan ukurannya bervariasi, berwarna merah keunguan, eosinofilik, basofilik ataupun amfofilik. Lightner (1996) menambahkan, bahwa benda asing tersebut dikenal dengan nama badan inklusi dan terbentuk akibat serangan virus. Badan inklusi intranuklear ini dapat pula ditemukan pada tumor atau keracunan bahan toksik tertentu. Infeksi virus dalam jaringan tersebut membentuk area-area yang kosong tempat sel-sel virus pernah ada, akan tetapi telah ditinggalkan oleh virus dan inti sel mengalami hipertrofi basofilik.

Menurut Nazaruddin *et al*., (2014), badan inklusi yang mengalami *hipertrofi basofilik* ditandai dengan inti nukleus berwarna biru karena dominan menyerap basofil dan ukurannya mengalami pembesaran. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi tahap infeksi maka semakin pekat warna dan semakin besar diameter badan inklusinya. Bentuk infeksi berupa nukleus yang bersifat basofilik ini hanya dapat dilihat dengan pemeriksaan histopatologis dan tidak dapat ditemukan melalui pengujian menggunakan teknik multipleks PCR (*Polimerase Chain Reaction*) dan hipertrofi intranuklear yang dilihat pada jaringan sel menjadi berbeda dari stadia sejak infeksi virus ini dimulai.

2.6 Kualitas Air

Parameter kualitas air pada petakan tambak merupakan cerminan dari faktor fisik, kimia dan biologi, dimana parameter tersebut harus dikelola dengan baik, sehingga dapat mendukung pertumbuhan udang.

2.6.1 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH didefinisikan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion hidrogen dan nilai asam ditunjukkan dengan nilai 1—7 dan basa 7—14. Kebanyakan perairan umum mempunyai nilai pH antara 6—9. Perairan yang asam lebih kecil dan dapat menurun sampai 2. Batas toleransi organisme perairan terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, kandungan kation dan anion maupun jenis dan tempat hidup organisme. Perairan yang ideal bagi kegiatan budidaya perika\nan adalah 6,8—8,5 dan perairan dengan pH<6 menyebabkan organisme renik tidak dapat hidup dengan baik (Suherman *et al*., 2002)

Kemampuan senyawa kimia terlarut dalam meningkatkan kadar ION H^+ didalam air biasa kita artikan dengan keasaman perairan. Logaritma negatif dan kadar ion H^+ merupakan nilai dari PH atas tingkat keasaman dalam perairan itu sendiri. Adanya racun amonia yang meningkat pada PH tinggi merupakan toleransi yang rendah pada udang yang di dalam perairan dikarenakan suhu air dan PH tinggi (Chiang, 1989).

2.6.2 DO

Tumbuhan dan hewan membutuhkan oksigen secara terus menerus dalam aktifitas respirasi. Oksigen dalam perairan bersumber dari difusi ataupun hasil proses fotointesis organisme produsen. Kandungan oksigen dalam perairan untuk mendukung kehidupan biota akuatik membutuhkan kandungan oksigen terlarut 2 mg/l, Hal ini bisa terjadi jika perairan yang ada tidak mengandung

bahan-bahan yang bersifat racun. DO atau oksigen terlarut dengan nilai lebih besar dari 7 mg/L yang terdapat didalam perairan termasuk perairanyang produktif (Suherman *et al.*, 2002)

2.6.3 SALINITAS

Pada salinitas tinggiudang vaname mampu hidup dan tumbuh dengan baik. Penelitian yang telah dilakukan oleh gunarto dan mansyur (2007) telah membuktikan adanya kemampuan udang vaname tumbuh baik pada salinitas 34—53 ppt. Tambak dengan salinitas 45 ppt mampu menjadi media hidup benur udang vaname sampai menjelang panen hingga salinitas pada akhir pemeliharaan turun sampai 36 ppt (Gunarto *et al*., 2008)

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

2.6.4 SUHU

Suhu perairan sangat mempengaruhi tumbuh dan kembang dari udang vaname. Hal ini terjadi karena pada suhu kurang dari 25^0 C dan lebih dari 34^0 C udang tidak mampu makan dengan baik sehingga zat yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya tidak tersedia. Perairan dengan suhu diantara 26^0 C sampai 33^0C ialah kisaran yang baik untuk kehidupan tumbuh udang (Baliao *et al*., 2002)

Suhu air merupakan salah satu faktor pembatas dan nyata dalam kehidupan udang ditambak. Seringkali didapatkan udang mengalami stres dan bahkan mati disebabkan oleh perubahan suhu yang fruktuatif. Keadaan seperti ini sering terjadi pada tambak dengan kedalaman tambak kurang dari satu meter

atau kondisi cuaca yang tidak menentu. Sebagai contoh musim kemarau dan perbedaan suhu yang sangat mencolok antara siang dan malam hari. Pada suhu rendah metabolisme udang menjadi rendah dan secara nyata berpengaruh terhadap nafsu makan udang. Nilai suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan udang berkisar antara 28,0—31,5 ˚C (Adiwidjaya, 2008).