

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

Udang penaeid dikenal sebagai hewan bersifat omnivorous scavenger artinya ia pemakan segala bahan makanan dan sekaligus juga pemakan bangkai. Dengan cara memeriksa isi usus, mengindikasikan bahwa udang Penaeid bersifat karnivora yang memangsa berbagai krustasea renik amphipoda, dan polychaeta (cacing). Di alam, udang penaeid bersifat karnivor yang memangsa krustase kecil, ampipoda, polikaeta. Namun dalam tambak, udang ini makan makanan tambahan atau detritus (Manoppo, 2011). LINA

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

#### 2.1.1 Klasifikasi Udang Vannamei

Tubuh udang vannamei dibentuk oleh dua cabang (*biramous*), yaitu *exopodite* dan *endopodite*. Seluruh tubuhnya tertutup oleh eksoskeleton yang terbuat dari bahan kitin. Tubuhnya beruas-ruas dan mempunyai aktivitas berganti

kulit luar (eksoskeleton) secara periodik (molting). Bagian tubuh udang vannamei sudah mengalami modifikasi, sehingga dapat digunakan untuk beberapa keperluan antara lain: makan, bergerak dan membenamkan diri ke dalam lumpur, menopang insang, karena struktur insang udang mirip bulu unggas serta organ sensor seperti *antenna* dan *antennulae* (Haliman dan Dian, 2005). Bentuk morfologi udang vannamei dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) (Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan, 2005)

Perez-Farfante dan Kensley (1997), menyatakan beberapa nama umum telah dihubungkan dengan spesies ini, tetapi berikut adalah klasifikasi yang dideskripsikan oleh penulis:

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

### 2.1.2 Morfologi Udang Vannamei

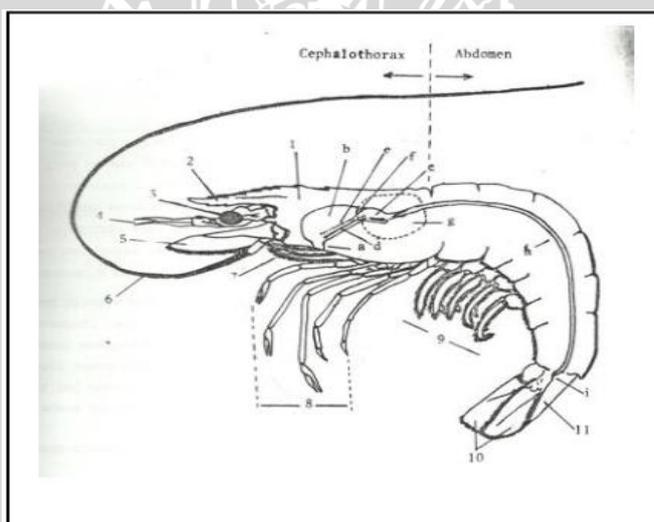
Udang vannamei adalah binatang air yang mempunyai tubuh beruas-ruas seperti udang penaeid lainnya, dimana pada tiap ruasnya terdapat sepasang anggota badan. Udang vannamei termasuk ordo decapoda yang dicirikan memiliki sepuluh kaki terdiri dari lima kaki jalan dan lima kaki renang. Tubuh udang vannamei secara morfologis dibedakan menjadi dua bagian yaitu cephalothorax atau bagian kepala dan dada serta bagian abdomen atau perut. Bagian cephalothorax dan abdomen terdiri dari segmen-segmen atau ruas-ruas, dimana masing-masing segmen tersebut memiliki anggota badan yang mempunyai fungsi sendiri-sendiri (Panjaitan, 2012).

*Penaeus vannamei*, biasa juga disebut sebagai udang putih dan masuk ke dalam famili Penaidae. Anggota famili ini menetas telurnya di luar tubuh setelah telur dikeluarkan oleh udang betina. Udang Penaeid dapat dibedakan dengan jenis lainnya dari bentuk dan jumlah gigi pada rostrumnya. Penaeid vannamei memiliki 2 gigi pada tepi rostrum bagian ventral dan 8–9 gigi pada tepi rostrum bagian dorsal (Erwinda, 2008).

Warna udang vannamei ini adalah putih transparan dengan warna biru yang terdapat dekat dengan bagian telson dan uropoda. Alat kelamin udang jantan disebut petasma, yang terletak pada pangkal kaki renang pertama. Sedangkan alat kelamin udang betina disebut juga dengan thelycum, terbuka dan terletak diantara pangkal kaki jalan ke 4 dan ke 5. Pada jantan dewasa petasma adalah simetris, semi open, dan tidak bertudung. Bentuk dari spermatophorenya sangat kompleks, terdiri dari berbagai struktur gumpalan sperma yang encapsulated oleh suatu pelindung (bercabang dan terbungkus). Betina dewasa mempunyai *thelycum* terbuka dan ini adalah salah satu

perbedaan yang paling mencolok pada udang vannamei betina (Elavaara, 2001 dalam Panjaitan, 2012).

Ciri khusus yang dimiliki oleh udang vannamei adalah adanya pigmen karotenoid yang terdapat pada bagian kulit. Kadar pigmen ini akan berkurang seiring dengan pertumbuhan udang, karena saat mengalami molting sebagian pigmen yang terdapat pada kulit akan ikut terbangun. Keberadaan pigmen ini memberikan warna putih kemerahan pada tubuh udang. Udang jantan dan betina dapat dibedakan dengan melihat alat kelamin luarnya. Alat kelamin luar jantan disebut petasma, yang terletak di dekat kaki renang pertama, sedangkan lubang saluran kelaminnya terletak di antara pangkal kaki jalan keempat dan kelima (Zakaria, 2010). Morfologi udang vannamei dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Udang Vannamei (Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan, 2005)

Keterangan gambar:

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| 1. Carapace     | 10. Uropoda |
| 2. Rostrum      |             |
| 3. Mata majemuk |             |
| 4. Antennula    |             |
| 5. Prosartema   |             |
| 6. Antena       |             |
| 7. Maxilliped   |             |
| 8. Pereopoda    |             |
| 9. Pleopoda     |             |

### 2.1.3. Habitat dan Siklus Hidup Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

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

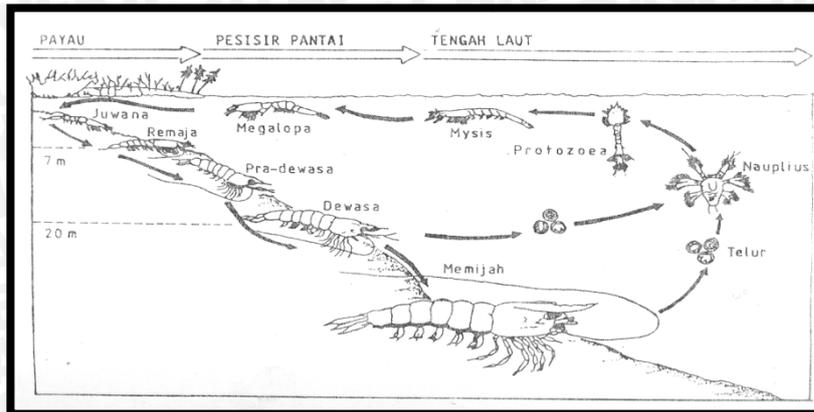
Menurut Susetiono (1987), secara umum siklus hidup udang penaeid dibedakan dalam fase di tengah laut dan fase di perairan payau:

#### 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. Habitat dan siklus hidup pada udang penaeid dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



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

#### 2.1.4 Osmoregulasi pada Udang

Pola osmoregulator pada crustacea berkisar dari hiper ke hipo osmoregulasi. Tetapi selama perkembangan pasca embrio mereka menunjukkan tiga pola osmoregulasi ontogenik: (1) osmoregulasi bervariasi sedikit dengan tahap perkembangan dan dewasa yang sering lemah atau osmokonformer pada regulator; (2) pada tahapan dewasa osmoregulasi dimulai saat pasca embrio; (3) perubahan bentuk menandakan munculnya tahapan dewasa sehingga osmoregulasi dapat berjalan semestinya (Chong-Robles *et al.*, 2013). Menurut Hasyim (2006), beberapa organ yang terlibat dalam aktivitas osmoregulasi pada udang meliputi: insang, saluran pencernaan, integumen dan organ ekskresi pada kelenjar antenna.

Menurut Yanto (2006), besar kecilnya perubahan kualitas air dapat mempengaruhi sifat fungsional dan struktural udang yang dipelihara. Jika terjadi perubahan maka udang akan melakukan mekanisme osmoregulasi untuk mempertahankan keseimbangan cairan tubuh terhadap lingkungan eksternal. Oleh karena kerja osmotik tersebut berhubungan dengan efisiensi penggunaan energi yang pada akhirnya berhubungan dengan kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Menurut Trobos (2011), pada tubuh udang terdapat suatu organ yang disebut osmoregulator yang berfungsi mengatur kadar garam dalam

sel tubuh udang. Ketika tingkat salinitas di lingkungan lebih rendah (kurang dari 15 ppt) dari kadar garam sel tubuh udang, air dari lingkungan akan masuk ke dalam sel tubuh udang melalui membrane semipermeabel sel, hal ini dapat menyebabkan kadar garam dalam sel tubuh udang akan menurun. Sehingga, osmoregulator akan mengeluarkan air dari tubuh udang. Slabaugh dan Mathews (1984), menyatakan bahwa kalium adalah salah satu ion penting untuk pertumbuhan, kelangsungan hidup dan fungsi osmoregulasi krustase.

## 2.2 Penyakit Udang Vannamei (*Litopenaeus vanamei*)

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

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

Virus merupakan patogen *obligate* yang hanya dapat hidup dan berkembang dalam jaringan inang. Virus mengalami beberapa tahap perkembangan dalam sel inang sebagaimana digambarkan oleh Chin (2000); (1) Virion umumnya masuk ke dalam sel dengan cara menempel pada permukaan

sel yang disebut dengan *reseptor*. *Reseptor* biasanya meliputi protein, polisakarida, atau kompleks lipoprotein-polisakarida. (2) Selanjutnya komponen virus (*genome*) melakukan penetrasi ke dalam sel inang sedangkan *envelopnya* tetap berada diluar sel. Pada saat itu, virus melakukan tahap perkembangan awal. Pada saat awal perkembangan virus, mesin biosintesis inang diubah oleh virus untuk kebutuhan biosintesisnya. (3) Setelah mengalami perbanyakan *genome*, selanjutnya melakukan sintesa protein untuk digunakan sebagai pembungkus virus. (4) Tahap selanjutnya, terjadi penggabungan antara *genome* dengan bahan pembungkus virus membentuk virus baru. (5) Tahap dimana virus lepas dari satu sel dengan cara lisis lalu menginfeksi sel–sel lainnya dalam tubuh inang.

### 2.3 WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)

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

WSSV adalah penyakit viral yang sangat virulen dengan menyerang berbagai jenis udang (Lightner, 1996 *dalam* Haliman, 2004) dan dapat dengan mudah menular dari sebuah tambak ke tambak lain yang bersisian, berbatasan pematang dan memiliki saluran pembuangan pemasukan yang sama (Arifin *et al.*, 2007).

#### 2.3.1 Mekanisme Penginfeksi WSSV

Adanya suatu penyakit pada hewan merupakan akibat dari interaksi inang, agen penyakit dan faktor lingkungan. Lingkungan perairan yang buruk cenderung berpengaruh positif terhadap pertumbuhan patogen dan berpengaruh negatif bagi organisme peliharaan (udang) karena dapat menyebabkan penyakit.

Fluktuasi kualitas air karena perubahan kondisi lingkungan sebagai pemicu adanya penyakit, misalnya: hujan deras, periode temperatur rendah, menjadi faktor utama dalam memperburuk lingkungan (Depita, 2004).

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

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

Replikasi WSSV bisa terjadi pada beberapa bagian sel dengan nukleus sebagai letak utama virus berplikasi (Wang *et al.*, 2000 dalam Kilawati dan Win, 2009). Akan tetapi pertumbuhan dan kematangan partikel-partikel virus setelah diamati berkali-kali, berada di dalam sitoplasma dari folikel sel (Kilawati dan Win, 2009). Kulit adalah salah satu organ target dari serangan WSSV, karena merupakan organ asal ektodermal, sehingga memudahkan virus untuk masuk atau menginfeksi organ. Selain itu organ lain yang merupakan sasaran dari WSSV adalah usus. Pada sel-sel lapisan usus bagian lingkaran dalam mudah sekali rusak dan ikut aliran pakan dan feces keluar tubuh udang. Dengan demikian feces akan menjadi perantara penularan white spot pada udang-udang

lain dan menyebabkan infeksi cepat dan akut karena mampu menginfeksi lewat mulut (Priatni *et al.*, 2006).

### 2.3.2 Gejala Klinis Udang yang Terinfeksi WSSV

Kematian udang uji disebabkan oleh infeksi WSSV yang diberikan dengan gejala klinis berupa timbulnya bintik putih pada kerapas. Gejala lain yang tampak berupa penurunan respon terhadap pakan, penurunan aktivitas renang, udang lebih sering berenang ke arah permukaan atau mendekati sumber aerasi, warna tubuh dan hepatopankreas memucat, lethargi (lemah). Perubahan warna tubuh menjadi coklat pucat atau coklat kemerahan yang merupakan gejala respon udang terhadap infeksi benda asing ke dalam tubuhnya. Gejala ini sesuai dengan yang disebutkan Hameed *et al.*, (1998) dalam Priatni *et al.*, (2006).

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

Udang yang terserang *White Spot Disease* pada awalnya akan berenang ke bagian permukaan air dan berkumpul pada bagian permukaan tambak. Tanda-tanda klinis udang yang terserang antara lain ada bintik putih pada bagian karapas, penurunan konsumsi makanan, *lethargi* dan pada udang yang terinfeksi secara akut tubuhnya akan menunjukkan warna merah muda sampai coklat kemerahan karena perubahan kromatofor kutikula sehingga penyakit *White Spot Syndrome Virus* disebut *Red Disease* (Firmansyah, 2002).

Serangan penyakit WSSV dicirikan dengan pengurangan nafsu makan dan beberapa udang yang berenang ke tepi pematang. Gejala selanjutnya adalah kematian lebih dari lima ekor per hari dan jumlah kematian bertambah drastis setiap hari dan tidak berhenti. Udag akan banyak yang berwarna merah sakit dan bertubuh lunak namun ada beberapa yang tubuhnya masih keras. Pada hari hari terakhir banyak bintik putih pada bagian dalam kulit dengan permukaan kulit yang tetap halus (Soetrisno,2004).

#### **2.4 DNA (*Deoxyribonucleic Acid*)**

Menurut Nursida (2011) DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) adalah persenyawaan kimia yang terpenting pada makhluk hidup yang membawa keterangan genetik dari generasi ke generasi berikutnya. DNA merupakan susunan kimia molekuler yang kompleks dan terdiri atas banyak nukleotida yang terangkai menjadi polinukleotida yang panjang. Di dalam sel, bagian terbesar dari DNA terdapat dalam nukleus, terutama dalam kromosom.

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 meski dalam jumlah DNA yang sedikit (Rosilawati *et al.*, 2002).

## 2.5 PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

PCR adalah suatu reaksi berantai yang menggunakan enzim polimerase secara *in vitro*. Teknik PCR ini ditemukan pada tahun 1985 oleh Dr.Kary Mullis. Teknik ini juga dapat dipakai sebagai deteksi dini, karena mampu mendeteksi WSSV sebelum penyakit ini menunjukkan gejala klinis (Destralina, 2004).

Pendekatan yang dapat dilakukan adalah melalui pemanfaatan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang bekerja secara spesifik dan sensitif. 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/RNA virus yang jumlahnya sedikit dapat digandakan dengan PCR sehingga keberadaannya dapat segera terlacak. Sedangkan untuk mengetahui kerusakan sel atau jaringan yang telah ditimbulkan oleh virus tersebut, dapat dilakukan dengan analisa *histopatologis* dengan mengamati kerusakan jaringan secara mikroskopis akibat infeksi (Sukenda *et al.*, 2008).

## 2.6 Kualitas Air

### 2.6.1 Suhu

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah daya larut oksigen di dalam air dan sebaliknya (Boyd, 1981). Berdasarkan sumber dari Standar Nasional Indonesia (SNI) no 7310 (2009), suhu optimal pembesaran udang vaname adalah 28–32 °C. Selain itu, ada pula yang berpendapat bahwa suhu yang cocok pada pertumbuhan

udang vanname adalah 23–30 °C (Amri dan Kanna, 2008). Menurut Ahmad (1991) dalam Adiwidjaya *et al.*, (2008), nilai suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan udang secara umum berkisar antara 28–31 °C. Pada suhu dibawah 25 °C nafsu maka udang berkurang.

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

### 2.6.2 Salinitas

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

Salinitas berperan dalam pengaturan osmoregulasi. Udang vaname mampu mentolerir pada kisaran salinitas yang lebar yakni berkisar 0,5–60 ppt, meskipun udang memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan salinitas, tetapi salinitas optimum untuk pertumbuhan udang vanname adalah 15–25 ppt (Gunarto dan Nurbaya, 2010). Udang dalam adaptasinya akan kehilangan air melalui difusi keluar badannya pada salinitas tinggi. Udang akan banyak minum air dan menghindari kelebihan garam dengan mekanisme

tertentu. Keseluruhan mekanisme itu memerlukan energi ekstra, sehingga dapat menurunkan efisiensi pakan yang dikonsumsi (Septiana, 2013).

Pada salinitas tinggi pertumbuhan udang menjadi lambat karena proses terganggu. Osmoregulasi merupakan proses pengaturan penyeimbang osmosis antara didalam dan diluar tubuh udang. Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan udang akan melambat karena energi lebih banyak terserap untuk proses osmoregulasi dibandingkan pertumbuhan (Haliman, 2006).

### 2.6.3 DO

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi, 2012). Menurut Boyd (1989) dalam Suprpto *et al.*, (2010) menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang aman bagi kehidupan ikan dan udang adalah lebih dari 5 ppm.

Menurut Ivan (2005) dalam Gunarto dan Andi (2008), oksigen terlarut di tambak budidaya udang sebaiknya lebih dari 3,5 mg/L. Namun demikian kondisi oksigen yang rendah dapat diatasi dengan cara mengganti air sebanyak 5 % dari volume total di setiap petak, sehingga kandungan oksigen terlarut dapat ditingkatkan menjadi >3,5 mg/L.

### 2.6.4 pH

Menurut Kordi (2012), menyatakan bahwa derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negatif de H*) adalah logaritme kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu.

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 . pH mulai menunjukkan penurunan pada semua perlakuan setelah memasuki musim hujan hingga nilai pH sebesar 7,5. Nilai pH tersebut masih pada tingkat yang optimum untuk kehidupan udang di tambak (Adiwidjaya *et al.*, 2003 dalam Gunarto dan Andi, 2008).

### 2.7 Pengaruh Salinitas Dalam Proses Osmoregulasi

Menurut Taqwa *et al.*,(2012), untuk menghadapi perubahan habitat dari perairan payau ke tawar, udang melakukan suatu proses osmoregulasi serta rentan terhadap kematian. Kematian rentan ini terjadi akibat perubahan salinitas yang diduga karena adanya perubahan osmotik yang terlalu besar. Keberadaan unsur seperti kalium, kalsium dan sulfur berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname yang dibudidayakan di media bersalinitas rendah. Keberadaan ion kalium berkaitan dengan aktivitas enzim Na+K+ATPase dan dengan adanya penurunan salinitas pada media akan meningkatkan mekanisme osmoregulasi. Kalium termasuk dalam logam esensial yang diperlukan dalam proses fisiologis hewan yang biasanya terikat dalam protein termasuk enzim yang berguna dalam proses metabolisme tubuh (Arifin *et al.*, 2007).

Menurut Rachmawati *et al.*, (2012), salinitas termasuk dalam kelompok *masking factor* yakni faktor–faktor yang dapat memodifikasi faktor lingkungan lain menjadi satu kesatuan pengaruh osmotik melalui suatu mekanisme pengaturan tubuh organisme. Salinitas berhubungan erat dengan osmoregulasi hewan air, apabila terjadi penurunan salinitas secara mendadak dan dalam kisaran yang

cukup besar, maka akan menyulitkan hewan dalam pengaturan osmoregulasi tubuhnya sehingga dapat menyebabkan kematian. Disamping itu, salinitas air merupakan variabel yang berpengaruh langsung terhadap osmolalitas media dan osmoregulasi hewan air. Pertumbuhan akan terjadi setelah organisme air mampu melakukan sistem homeostasis atau mempertahankan keadaan internal supaya tetap stabil sehingga memungkinkan tetap terselenggaranya aktivitas fisiologi di dalam tubuh.

## 2.8 Pengaruh Salinitas Terhadap Serangan Virus

WSSV merupakan penyakit yang akhir-akhir ini menyerang pembudidaya tambak udang vaname. Dari beberapa penelitian, pada kisaran salinitas 20–25 ppt daya tahan udang terhadap penyakit tersebut lebih baik. Tingkat salinitas air sangat mempengaruhi tingkat stres udang, ketika udang dipelihara pada salinitas 20–25 ppt, kemudian ditingkatkan salinitasnya menjadi 30 ppt maka udang akan *stress*. *Stress* udang tersebut dapat mengakibatkan udang lebih rentan terhadap penyakit (Trobos, 2011).

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2008), untuk tumbuh dan berkembangnya organisme yang dibudidayakan mempunyai toleransi optimal. Tingginya salinitas untuk kegiatan usaha budidaya udang akan mempunyai efek yang kurang menguntungkan, diantaranya: 1) agak sulit untuk ganti kulit (kulit cenderung keras) pada saat proses biologis bagi pertumbuhan dan perkembangan; 2) kebutuhan untuk beradaptasi terhadap salinitas tinggi bagi udang memerlukan energi (kalori) yang melebihi dari nutrisi yang diberikan; 3) udang lebih sensitif terhadap guncangan parameter kualitas air yang lainnya dan mudah stres; dan 4) umumnya udang sering mengalami lumutan. Selain itu, pada saat puncak musim kemarau jenis udang umumnya akan lebih mudah terserang oleh penyakit WSSV.

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2011), beberapa spesies udang dapat beradaptasi terhadap salinitas yang luas daripada yang lain. Udang laut sangat toleran terhadap salinitas yang bervariasi. Salinitas ekstrim dapat membuat udang stress jika terjadi suhu yang juga ekstrim hal ini dapat mempercepat terserangnya virus pada udang vaname yang dapat menyebabkan udang menjadi lemas bahkan dapat mengakibatkan kematian.

