

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Udang Windu (*Penaeus monodon*)

2.1.1. Klasifikasi

Udang windu digolongkan dalam famili Penaeidae pada filum Arthropoda. Suwignyo (1990) mengklasifikasikan udang windu sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Fillum : Arthropoda

Subfillum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Ordo : Decapoda

Famili : Penaeidae

Genus : *Penaeus*

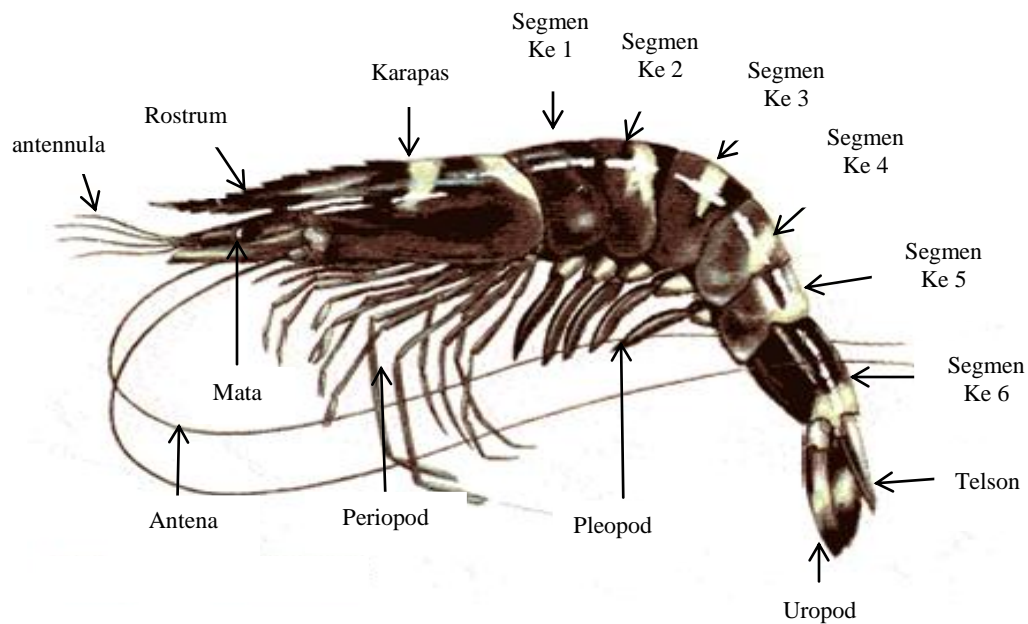
Spesies : *Penaeus monodon*

2.1.2. Morfologi

Tubuh udang windu terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan dada (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). Pada bagian cephalothorax terdiri dari 13 ruas, yaitu 5 ruas kepala dan 8 ruas dada. Bagian kepala terdiri dari antenna, antenulle, mandibula dan

dua pasang maxillae. Kepala dilengkapi dengan 3 pasang maxilliped dan 5 pasang kaki jalan (periopoda). Bagian perut atau abdomen terdiri dari 6 ruas yang tersusun seperti genting. Pada bagian abdomen terdapat 5 pasang kaki renang (Pleopod) dan sepasang uropods (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama telson yang berfungsi sebagai alat kemudi (Tricahyo, 1995).

Tubuh udang windu dibentuk oleh 2 cabang (biramous), yaitu exopodite dan endopodite. Udang windu mempunyai tubuh berbuku-buku dan aktifitas berganti kulit luar atau eksoskeleton secara perodik yang biasa disebut dengan istilah *moulting* (Mujiman dan Suyanto, 1999).



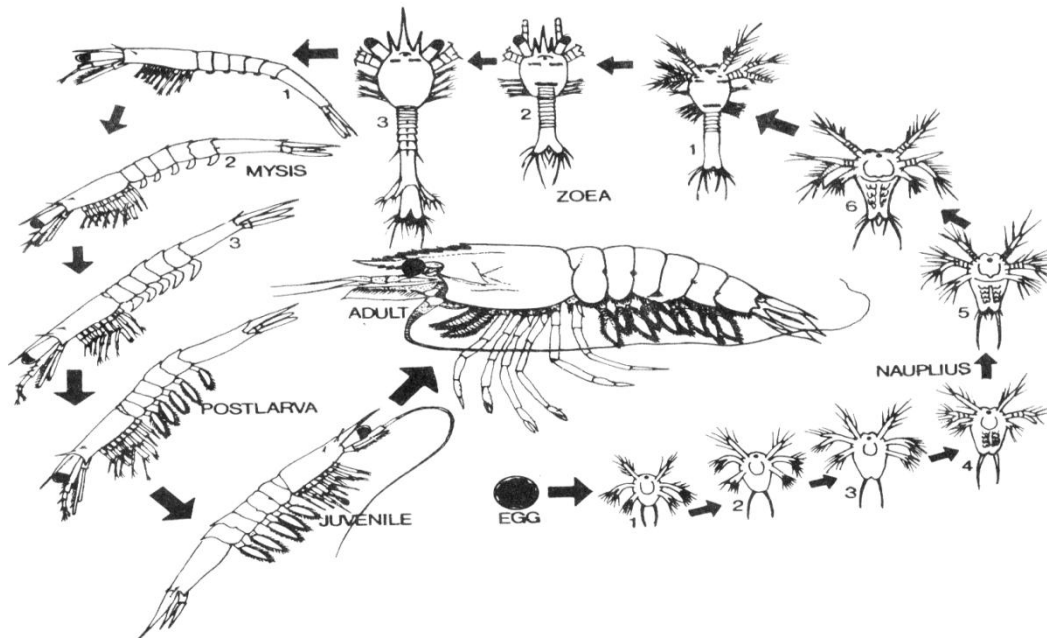
Gambar 2. Morfologi Udang Windu (*Penaeus monodon*) (Suwignyo, 1990).

Udang penaeid dapat dibedakan dengan yang lainnya oleh bentuk dan jumlah gigi pada rostrumnya. Udang windu mempunyai 2-4 gigi pada bagian tepi ventral rostrum dan 6-8 gigi pada tepi dorsal (Mujiman dan Suyanto, 1999). Udang windu betina mempunyai thelicum sebagai alat reproduksinya. Letak thelicum berada diantara

pangkal kaki jalan ke-4 dan ke-5 dengan lubang saluran kelaminnya terletak diantara pangkal kaki ke-3. Sedangkan alat kelamin udang jantan disebut petasma yang terletak pada kaki renang pertama. Udang windu bersifat kanibalisme yaitu suka memangsa jenisnya sendiri. Hal ini terjadi jika udang windu kekurangan pakan.

2.1.3. Perkembangan dan Pertumbuhan Larva Udang Windu

Perkembangan dan pertumbuhan larva udang windu mengalami beberapa perubahan bentuk dan pergantian kulit (*moulting*). Secara umum pergantian kulit larva dimulai dari menetas sampai menjadi *post larva* (PL) yang siap untuk ditebar dalam tambak. Ada empat fase larva udang windu yang perlu diketahui yaitu: fase nauplius, *zoea*, *mysis* dan *post larva* (Gambar 3).



Gambar 3. Siklus Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon*) (Suwignyo,1990).

Setelah telur menetas, larva udang windu mengalami perubahan bentuk beberapa kali seperti pada gambar diatas yaitu :

1. Periode nauplius atau periode pertama larva udang. Periode ini dijalani selama 46-50 jam dan larva mengalami enam kali pergantian kulit.
2. Periode *zoea* atau periode kedua. Periode ini memerlukan waktu sekitar 96-120 jam dan pada saat itu larva mengalami tiga kali pergantian kulit.
3. Periode *mysis* atau periode ketiga. Periode ini memerlukan waktu 96-120 jam dan larva mengalami pergantian kulit sebanyak tiga kali.
4. Periode *post larva* (PL) atau periode keempat. Udang windu mencapai sub stadium *post larva* sampai 20 tingkatan. Ketika mencapai periode ini, udang lebih menyukai perairan payau dengan salinitas 25-35 ppt.
5. Periode juvenil atau periode kelima. Juvenil merupakan udang muda yang menyukai perairan dengan salinitas 20-25 ppt.
6. Periode udang dewasa. Periode ini berlangsung setelah periode juvenil hingga udang siap berkembang biak. Setelah matang kelamin dan matang gonad, udang dewasa akan kembali ke laut dalam untuk melakukan pemijahan. Udang dewasa menyukai perairan payau dengan salinitas 15-20 ppt (Soetomo, 2000).

Tabel 1. Umur dan Panjang Tubuh Larva Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Tahapan Udang	Rata-rata Panjang Tubuh (mm)	Hari Setelah Menetas (Umur)
Nauplius 1	0,32	15 Jam
Nauplius 2	0,35	20 Jam
Nauplius 3	0,39	1 Hari 2 Jam
Nauplius 4	0,40	1 Hari 8 Jam
Nauplius 5	0,41	1 Hari 14 Jam
Nauplius 6	0,54	1 Hari 20 Jam
Protozoea 1	1,05	2 Hari 16 Jam
Protozoea 2	1,9	4 Hari 4 Jam
Protozoea 3	3,2	6 Hari
Mysis 1	3,8	7 Hari 4 Jam
Mysis 2	4,3	8 Hari 16 Jam
Mysis 3	4,5	9 Hari 4 Jam
Postlarvae 1	5,2	10 Hari 20 Jam
Postlarvae 5	8	16 Hari
Postlarvae 15	12	26 Hari
Postlarvae 20	18	30 Hari

(Kungvankij *et al.*, 1986).

2.2. Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)

2.2.1 Klasifikasi

Udang vannamei digolongkan ke dalam genus *Penaeid* pada filum Arthropoda.

Klasifikasi udang vannamei adalah sebagai berikut (ITIS, 2013):

Kingdom: Animalia

Filum: Arthropoda

Kelas: Malacostraca

Ordo: Decapoda

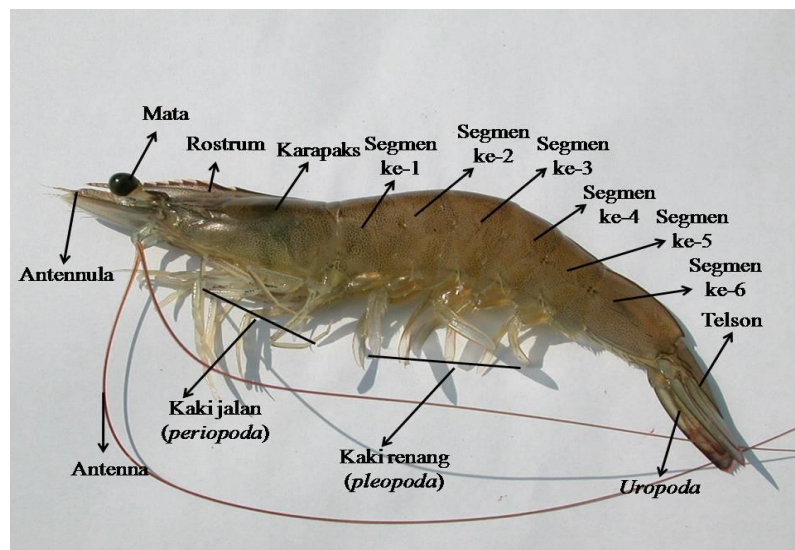
Famili: Penaeoidae

Genus: *Litopenaeus*

Species: *Litopenaeus vannamei*

2.2.2 Morfologi

Tubuh udang vannamei dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada (*cephalothorax*) dan bagian tubuh sampai ekor (*abdomen*). Bagian *cephalothorax* terlindung oleh kulit kitin yang disebut karapaks. Bagian ujung *cephalothorax* meruncing dan bergerigi yang disebut *rostrum* (Lestari, 2009). Udang vannamei memiliki dua gerigi di bagian *ventral rostrum*, sedangkan di bagian dorsalnya memiliki 8-9 gerigi. Jumlah keseluruhan ruas badan udang vannamei umumnya sebanyak 20 buah. *Cephalothorax* terdiri dari 13 ruas, yaitu 5 ruas di bagian kepala dan delapan ruas di bagian dada. Ruas ke-1 terdapat mata bertangkai, sedangkan pada ruas ke-2 dan ke-3 terdapat antenna dan antennula yang berfungsi sebagai alat peraba dan pencium. Rahang (*mandibula*) terdapat pada ruas ke-3 yang berfungsi sebagai alat untuk menghancurkan makanan sehingga dapat masuk ke dalam mulut (Zulkarnain, 2011).

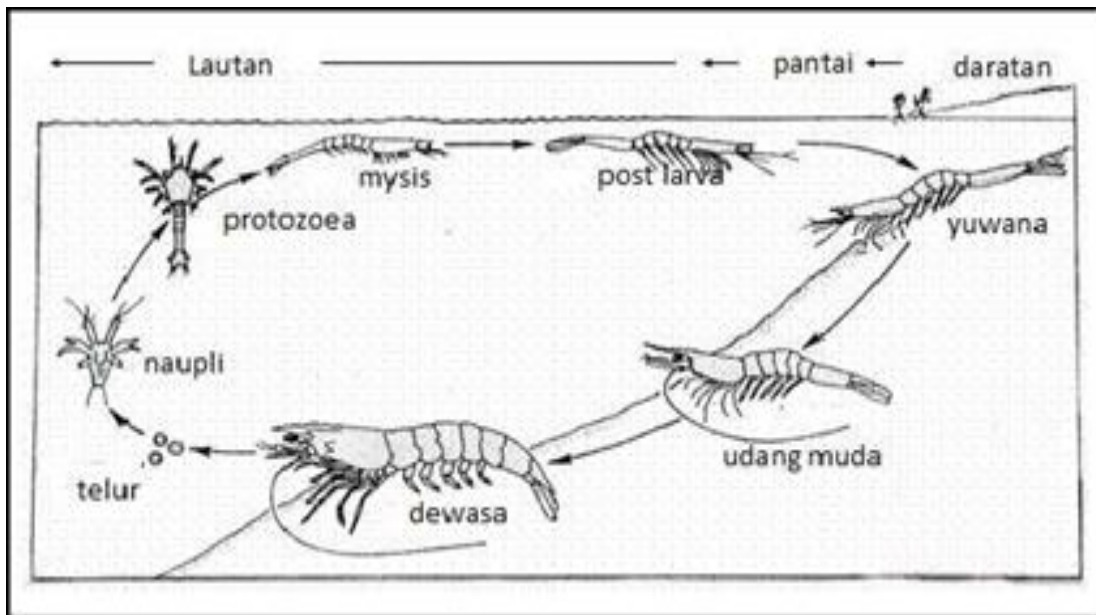


Gambar 4. Morfologi udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) (Kahfi,2013).

Bagian dada udang vannamei terdapat 8 ruas yang masing-masing ruas terdiri dari anggota badan yang biasa disebut *thoracopoda*. *Thoracopoda* ke-1 sampai ke-3 dinamakan *maxilliped* yang berfungsi sebagai pembantu mulut dalam memegang makanan. *Thoracopoda* ke-4 sampai ke-8 berfungsi sebagai kaki jalan (*periopoda*). Bagian abdomen udang vannamei terdapat 6 ruas. Ruas ke-1 sampai ke-5 merupakan bagian kaki renang (*pleopoda*), sedangkan pada ruas ke-6 berbentuk pipih dan melebar yang dinamakan *uropoda* yang bersama-sama dengan *telson* berfungsi sebagai kemudi saat berenang (Zulkarnain, 2011).

2.2.3. Perkembangan dan Pertumbuhan Larva Udang Vannamei

Hampir sama dengan udang windu proses pertumbuhan udang vannamei dengan mengalami beberapa perubahan bentuk dan pergantian kulit (*moulting*). Secara umum pergantian kulit larva dimulai dari menetas sampai menjadi *post larva* (PL) sampai udang dewasa. Ada empat fase larva udang vannamei yaitu : fase nauplius, *zoea*, *mysis* dan *post larva* (PL). Secara umum proses perkembangan udang vannamei dapat terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Siklus Hidup Udang Vannamei (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.3. Mekanisme Pertahanan Udang

Lapisan kutikula merupakan organ pertahanan pertama yang memegang peran penting dalam melawan patogen potensial dan kerusakan fisik. Kutikula terdiri dari lipid, protein dan kalsium yang menutupi insang, esophagus dan abdomen (Aldaysanz, 1995).

Udang memiliki suatu respon imunitas yang merupakan upaya proteksi terhadap infeksi penyakit. Sistem imunitas udang dapat bekerja baik spesifik maupun nonspesifik (Alifuddin 2002). Udang tidak memiliki *immunoglobulin* dan T-limposit yang dapat mendeteksi adanya benda asing yang masuk, maka mekanisme pertahanan utama dari udang adalah sistem pertahanan seluler yang bekerja memfagosit benda asing yang masuk.

Fagosit adalah penangkapan partikel asing oleh sel tubuh. Reaksi fagosit dilakukan oleh sel *hemolym* (sel darah) yang disebut hemosit udang. Partikel asing akan ditangkap oleh sirkulasi hemozit dan dihambat oleh *partikelnodul hemozit* dengan membangun beberapa lapisan sel darah dalam sirkulasi darah. Respon pertahanan tubuh udang meliputi respon pertahanan seluler yang dilakukan oleh sel-sel hemozit bergranula dan respon pertahanan humoral yang dilakukan oleh *phoenolokidase*, *prophenoloksidase* dan *lisosom* (Anggeraheni, 2001).

2.4. Pengamatan Secara Visual pada Udang yang Sehat

Kriteria benih udang udang sehat berdasarkan pengamatan secara visual adalah:

1. Gerakan aktif dan berenang normal;
2. Respon positif terhadap arus, cahaya, bayangan, dan sentuhan;
3. Tubuh berwarna cerah, berbelang putih dan hitam yang jelas;
4. Tubuh bersih, licin, tidak ada kotoran atau lumut menempel;
5. Tubuh tidak keropos, anggota tubuh lengkap;
6. Kotoran (bentuk memanjang, warna coklat/hitam/hijau, tidak mengapung);
7. Ujung ekor tidak geripis, tidak membengkak dan warna garis terangnya putih, tidak kusam;
8. Ekor dan kaki jalan tidak menguncup;
9. Insang jernih dan bersih;
10. Kondisi isi usus penuh di bawah sinar matahari, dan tidak terputus-putus

(BBPBAP Jepara, 2007).

2.5. Penyakit Udang

2.5.1. Penyakit Viral

Virus merupakan mikroorganisme yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus hanya dapat bereproduksi di dalam material hidup dengan menginvasi dan memanfaatkan sel makhluk hidup karena virus tidak memiliki perlengkapan selular untuk bereproduksi sendiri (Campbell *et al.*, 2002). Virus mengandung sejumlah kecil asam nukleat yang diselubungi semacam bahan pelindung yang terdiri atas protein, lipid, glikoprotein, atau kombinasi ketiganya. Genom virus memiliki protein yang digunakan untuk memuat bahan genetik dan protein yang dibutuhkan dalam daur hidupnya (Hendrix, 2000). Sesuai dengan laporan dari SEAFDEC (1996) bahwa dari 20 panti benih yang terdapat di Ilo-Ilo Philipina, secara histologis 18% dari sampel yang diperoleh dinyatakan terinfeksi oleh MBV dan 45% oleh *Hepatopancreatic Parvo-like Virus* (HPV). Kemudian Puslitbang Perikanan (1994) melaporkan bahwa telah diketahui adanya infeksi penyakit oleh virus atau virus-like pada komoditas udang di Indonesia, terutama oleh White Spot Baculo Virus (WSBV) dan *Monodon Baculo Virus* (MBV). Virus yang akhir-akhir ini menyerang udang windu adalah *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Penyakit ini dapat menyerang udang berbagai stadia mulai benih udang hingga dewasa. Penyakit ini akan menyebabkan kematian massal pada udang yang menyebabkan kegagalan panen. Oleh karena itu virus dipertimbangkan sebagai patogen yang paling berbahaya pada budidaya dan pembenihan udang windu saat ini (Bower, 1996).

2.5.1.1. *White Spot Syndrome Virus (WSSV)*

a. Klasifikasi dan Morfologi

Virus WSSV termasuk dalam famili Baculoviridae dan merupakan virus DNA beruntai ganda, yang terbagi dalam tiga subgroup yaitu virus polyhedral yang berkembang biak di dalam inti sel dan membentuk badan inklusi yang di dalamnya banyak mengandung partikel virus, virus granulositis yang mengandung satu partikel virus pada tiap-tiap badan inklusinya, dan virus yang tidak mengandung badan inklusi (Lightner, 1996).

Berdasarkan morfologi, ukuran, perkembangbiakan, patologi sel dan tipe asam nukleat, WSSV ditempatkan pada genus non-occlusi baculovirus, sub family Nudibaculovirus dan family Baculoviridae (Moore and Poss, 1999) yaitu virus yang berbentuk batang menyerupai elips, terbungkus dalam satu sampul, berkembangbiak dalam inti sel target (Moore and Poss, 2000) dan merupakan virus DNA berserat rangkap dengan partikel virus mengandung polipeptida, dan satu atau lebih nukleokapsid.

b. Patogenisitas

Udang yang terserang WSSV akan menunjukkan gejala berupa nafsu makan berkurang, lemah, *anoreksia*, *lethargi*, bagian *abdomen* berwarna kemerahan dan bintik putih, serta lepasnya kutikula dari tubuh (Bower, 1996). Indikasi lainnya adalah udang berenang dipermukaan dan mengumpul di sekitar pematang kolam

dengan luka pada antenna (Lio-Po *et al.*, 2001). Fase awal infeksi WSSV adalah adanya bintik putih pada kulit yang menyebar ke seluruh tubuh dan berkembang semakin banyak diikuti dengan melebarnya bintik putih menjadi bercak (Rochman, 1995). Bercak putih berdiameter 0,5–3 mm disekitar lapisan epidermis. Hal ini timbul karena adanya deposit kalsium oleh epidermis kutikula (Lightner, 1996). Menurut Techner (1995) bercak putih disebabkan cairan getah bening yang sudah terkontaminasi virus tercampur dengan seluruh cairan atau darah dalam tubuh udang.

Organ target utama yang diinfeksi WSSV adalah epitel kulit (kutikula) dan jaringan ikat pada beberapa organ. Virus paling berat menginfeksi insang, sel epitel subkutikula, organ limfoid, kelenjar antena dan hemolim, tetapi WSSV cenderung menginfeksi dengan frekuensi yang kecil pada hepatopankreas, kelenjar epitel antena, sel organ limfoid, syaraf dan fagosit pada hati (Bower, 1996). Gejala kronis ditandai dengan perubahan warna tubuh udang menjadi kemerah-merahan, selanjutnya diikuti dengan penempelan protozoa *Zoothamnium* dan *Vorticella*. Mortalitas yang tinggi pada udang akan terjadi apabila dalam waktu beberapa minggu tidak ditangani.

c. Proses Timbulnya Penyakit

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 (Flegel and Fegan, 1995). Fluktuasi kualitas air merupakan perubahan kondisi lingkungan

sebagai pemicu adanya penyakit, misalnya: hujan deras, periode temperatur rendah, menjadi faktor utama dalam memperburuk lingkungan (Chanratchakool, 1998).

Virus merupakan parasit obligat yang secara keseluruhan kebutuhan hidupnya bergantung pada sel inang yang diinfeksi, energi yang diperoleh digunakan untuk reproduksi, sintesa protein, lemak, dan karbohidrat (Fenner *et al.*, 1987). Umumnya, sebagian besar serangan virus patogen berhubungan dengan stres karena kepadatan yang tinggi, penanganan atau kondisi budidaya yang kurang optimum, pencemaran air oleh bahan-bahan kimia, infeksi atau dampak dari abrasi mata (Sinderman, 1990).

Penyakit bintik putih pada udang merupakan penyakit yang ditimbulkan oleh virus hasil mutagenik. Terjadinya mutasi gen pada virus disebabkan oleh kondisi lingkungan yang selalu menekannya. Lingkungan yang tidak sesuai membuat virus melakukan mutasi gen dengan merubah bentuk dan sifat (Purnomo, 1995).

2.5.1.2. Infectious Hypodermal and Haematopoietic Neckrosis Virus (IHHNV)

IHHNV (*Infectious Hypodermal and Haematopoietic Neckrosis Virus*) biasanya akan menyerang udang dengan gejala klinis sering naik kepermukaan air, jarang bergerak, sering berputar-putar sebelum akhirnya tenggelam ke dasar. Mortalitas dapat mencapai 90% dalam beberapa minggu setelah terjadi infeksi pada benih udang (Bell dan Lighner, 1987).

IHHNV dengan gejala udang berenang tidak normal, yaitu sangat perlahan-lahan, muncul ke permukaan dan mengambang dengan perut di atas, udang akan mati dalam

waktu 4-12 jam sejak mulai timbulnya gejala tersebut. Udang penderita banyak yang mati pada saat *moulting*. Pada kondisi akut, kulit udang akan terlihat berwarna keputih-putihan, tubuh berwarna putih keruh, permukaan tubuh akan ditumbuhi oleh diatomeae, bakteri atau jamur, terlihat nekrosis pada kutikula, syaraf, antena, dan pada mukosa usus depan serta usus tengah. Upaya pengendalian infeksi ini dengan perbaikan kualitas air (Suyanto dan Mudjiman 2001).

2.5.2. Penyakit Bakterial

2.5.2.1. *Vibrio* sp.

Penyakit yang disebabkan oleh bakteri ada beberapa macam baik infeksi dan noninfeksi. Diantara penyakit bakteri yang menyerang udang windu dan udang vannamei adalah bakteri jenis *vibrio* yang sering terdeteksi pada benih udang udang yang dipelihara. Serangan bakteri ini cepat (1-3 hari) dan dapat mengakibatkan kematian mencapai 90% (Rukyani, 1993). *Vibrio* sp. merupakan bakteri Gram negatif yang berbentuk batang, berifat anerob fakultatif, dan kemoorganotrof. Bakteri ini dapat menyerang udang windu pada tahap larva hingga dewasa. Udang windu yang terserang *Vibrio* sp. menunjukkan gejala pergerakan yang lambat, terdapat perluasan bintik merah pada kaki jalan dan kaki renang, serta adanya bintik hitam pada bagian insang (Austin, 1993).

Air merupakan salah satu media pertumbuhan bakteri. Kualitas air yang rendah dapat memacu pertumbuhan bakteri, sehingga menjadi patogen dan dapat menimbulkan penyakit dan kematian pada udang windu. Sebaliknya jika kualitas air tambak dapat

dipertahankan, keberadaan *Vibrio* sp tidak akan menimbulkan penyakit (Muliani *et al.*, 1997). Syahrani (1995) dan Natawidjaya (1992) menjelaskan keberadaan *Vibrio* sp pada air dipengaruhi oleh limbah yang dapat mengakibatkan menurunnya kualitas perairan tambak. Besamya pengaruh serangan *Vibrio* sp. terhadap budidaya udang windu menyebabkan identifikasi terhadap bakteri *Vibrio* sp. perlu dilakukan. sehingga pengendalian penyakit Vibriosis pada udang windu dapat dilakukan secara cepat dan tepat (Yudistira, 2001). Berikut ini penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio* sp antara lain :

a. Penyakit Udang Menyala

Penyakit udang menyala menyerang udang pada stadia larva sampai dengan awal pasca larva, dengan ciri-ciri antara lain larva yang terserang penyakit kelihatannya menyala apabila diamati pada kondisi yang gelap, larva kelihatan lemah, tidak aktif berenang, nafsu makan menurun, tampak bercak merah (*red discoloration*). Penyakit yang menyerang adalah bakteri *Vibrio* sp. Penyakit ini terjadi pada saat musim hujan dimana salinitas menurun. Selain itu perubahan temperatur yang menyolok antara siang dan malam. Hal ini mengakibatkan perubahan lingkungan yang drastis yang berakibat larva udang mengalami stres yang kemudian penyakit masuk kedalam tubuh larva.

b. Nekrosis

Penyebab nekrosis ini adalah bakteri dari genus *Vibrio* yang merupakan infeksi sekunder dari infeksi pertama yang disebabkan oleh luka, erosi bahan kimia atau lainnya. Gejala yang terjadi pada udang antara lain muncul beberapa nekrosis (berwarna kecoklatan) di beberapa tempat (multilokal), yaitu pada antena, uropod, pleopod, dan beberapa alat tambahan lainnya, usus udang kosong, karena tidak ada nafsu makan.

c. Septisemia

Penyebab septikimia adalah bakteri *Vibrio alginolyticus*. Penyakit ini menyerang melalui infeksi sekunder dari infeksi pertama yang disebabkan defisiensi vitamin C, toxin, luka dan karena stres yang berat. Gejala yang terjadi dari udang windu antara lain menyerang larva dan *post larva* terdapat sel-sel bakteri yang aktif dalam *haemolymph* (sistem darah udang).

d. Penyakit Udang Bengkok

Penyebab penyakit ini adalah jenis bakteri *Vibrio* sp. Ciri-ciri larva udang yang terserang penyakit ini antara lain badan larva tampak bengkok, gerakan kurang aktif, tubuh, molting tidak sempurna dan antena berwarna merah. Usaha untuk mencegah penyakit ini adalah dengan mengawasi kestabilan kualitas air baik suhu dan salinitas, mengadakan desinfeksi terhadap bak-bak pemeliharaan, pemberian pakan dengan

nilai nutrisi yang tinggi dan menambahkan kalsium serta mineral lain kedalam makanan (Dinas Perikanan Propinsi Daerah Istimewa Aceh, 1995).

2.5.3. Penyakit Parasitik

Parasit adalah organisme yang hidup pada tubuh organisme lain yang dapat menimbulkan kerugian atau efek negatif pada organisme yang ditempatinya (Yanto, 2006). Parasit dapat merugikan dan membahayakan inang jika jumlahnya cukup banyak. Infeksi parasit dapat mendatangkan kerugian kepada inang. Kerugian yang ditimbulkan adalah menghambat pertumbuhan inang, menyebabkan terjadinya alergi, menurunkan ketahanan inang terhadap penyakit lain dan dapat menyebabkan kematian bagi benih udang (Levine, 1990).

2.5.3.1. *Zoothamnium* sp.

Zoothamnium sp. termasuk dalam filum: Protozoa, Kelas: Ciliata. *Zoothamnium* sp. berbentuk kerucut yang hampir membulat. Parasit ini bersifat koloni yang tersusun pada tangkai yang bercabang-cabang (Alifuddin, 1993).

2.5.3.2. Isopoda

Isopoda dapat menghambat perkembangan alat reproduksi udang. Parasit ini menempel di daerah *branchial* insang (persambung antara insang dengan tubuh udang), sehingga menghambat perkembangan gonad (sel telur) pada udang (Levine, 1990).

2.5.3.3. Parasit cacing

- a. Cacing Cestoda, yaitu jenis *Polypocephalus* sp.

Bentuk *cyste* dari cacing ini terdapat dalam jaringan ikat di sepanjang saraf bagian ventral. *Parachristianella monomegacantha*, berparasit dalam jaringan intertubuler hepatopankreas.

- b. Cacing Trematoda yaitu jenis *Opecoeloides* sp.

Parasit ini dapat ditemukan pada dinding proventriculus dan usus.

- c. Cacing Nematoda yaitu jenis *Contraecum* sp.

Parasit ini biasanya menyerang hepatopankreas udang yang hidup secara alamiah. Nematoda merupakan anggota dari filum nemathelminthes yang mempunyai saluran pencernaan yang lengkap dan rongga tubuh. Rongga tubuh dilapisi dengan selaput seluler yang disebut pseudosel atau pseudoseloma. Tubuh nematoda ditutupi dengan kutikula yang hanya terlihat secara mikroskopis dan memiliki struktur yang bervariasi pada tiap spesies (Levine, 1990). Kutikula pada nematoda berfungsi untuk mengambil oksigen sebagai selubung pelindung yang lentur dan kenyal serta resisten terhadap enzim pencernaan inang terutama untuk cacing dewasa. Kutikula terdiri dari sejumlah lapisan dan sedikitnya lima protein yang berbeda. Terdapat tiga lapisan dibawah kutikula yaitu lapisan korteks dipermukaan, lapisan matriks di tengah, dan lapisan basal (Cheng, 1974).

2.6. Panti Benih (*Hatchery*) Udang

2.6.1. Pemilihan Lokasi

Persyaratan lokasi untuk membangun pembenihan udang antara lain :

1. Lokasi Panti Benih jauh dari kota dan lahan pertanian.
2. Panti benih harus jauh dari fasilitas produksi.
3. Lokasi panti benih adalah tempat yang berpasir dan berbatu dimana tempat tersebut bersih, bebas dari cemaran, dan mempunyai kualitas air yang bagus setiap tahunnya.
4. Bukan tempat yang sering terkena banjir dan berlumpur karena pada waktu terjadi hujan air akan menjadi sangat keruh.
5. Lokasi untuk mendirikan panti benih tidak berdekatan dengan muara sungai karena dapat menurunkan salinitas secara mendadak.
6. Lokasi panti benih juga harus bebas dari kontaminasi limbah pertanian dan limbah industri.
7. Lokasi pembenihan harus terdapat akses listrik.
8. Sebaiknya panti benih bertempat di area yang banyak petani udang beroperasi, agar larva yang diproduksi dapat dengan mudah dikirimkan dan disalurkan ke tambak.
9. Pemilihan tempat untuk pembangunan panti benih harus dapat diakses dari fasilitas komunikasi dan transportasi (BBAP Situbondo, 2006).

2.6.2. Fasilitas Pemeliharaan Larva

Fasilitas yang digunakan untuk pemeliharaan larva terbagi menjadi dua, yaitu fasilitas pokok dan fasilitas pendukung yang secara prinsip diperlukan untuk usaha pemeliharaan larva udang adalah sebagai berikut :

2.6.2.1. Fasilitas Pokok

1. Bak filter, yaitu bak penyaring air dengan komponen penyaring berupa koral, pasir, arang, dan ijuk.
2. Bak tandon air tawar dan air laut, yaitu bak penampung air laut dan air tawar yang terbuat dari beton dengan volume minimal 30% dari kapasitas total bak pemeliharaan.
3. Bak pemeliharaan larva, yaitu bak tempat pemeliharaan larva yang terbuat dari semen maupun fiber plastik dengan volume minimal 10 m³.
4. Bak kultur fitoplankton, yaitu tempat kultur fitoplankton sebagai penyedia pakan untuk larva yang berbentuk persegi empat dengan volume 20% - 40% dari bak larva.
5. Penetasan kista artemia, yaitu untuk menetasakan telur artemia sebagai makanan larva udang yang berbahan *fiber glass* maupun plastik dengan volume 0,02 m³.
6. Tenaga listrik, dapat disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) di daerah lokasi budidaya.

7. Pompa air atau sarana penyedia air: pompa air laut dengan kapasitas pompa yang dapat memompa air laut dengan volume minimal 30 % per hari dari total volume air yang dibutuhkan dalam bak pemeliharaan benih udang, dan pompa air tawar dengan kapasitas minimal 5 % dari total volume air bak.
8. Aerasi *blower* atau *hi blow*, selang aerasi dan batu aerasi (Heryadi dan Sutadi, 1993)

2.6.2.2. Fasilitas Pendukung

1. Peralatan lapangan antara lain seser, saringan pembuangan air, kantong saringan air, gelas piala, sepatu lapangan, senter, gayung, ember, timbangan, selang, saringan pakan, alat sipon dan peralatan panen.
2. Peralatan laboratorium antara lain pengukur kualitas air (termometer, refraktometer, pH meter atau kertas pH) dan mikroskop.
3. Generator. Peralatan ini sangat dibutuhkan, meskipun unit pembenihan mempergunakan sumber listrik PLN, khususnya jika terjadi gangguan listrik PLN (Heryadi dan Sutadi, 1993).

2.6.3. Kegiatan Pemeliharaan Larva

2.6.3.1. Persiapan Bak dan Media Pemeliharaan Larva

Bak yang akan digunakan untuk kegiatan pemeliharaan larva sebelumnya harus dibersihkan dan diberi desinfektan. Bak dibersihkan menggunakan air bersih dan detergen dengan cara menyikat seluruh permukaan dinding bak. Hal tersebut

bertujuan untuk membuang seluruh kotoran yang ada dalam bak pemeliharaan. Kemudian diberi desinfektan berupa *hypochlorite* sebanyak 20 – 30 ppm, dan dibilas menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa dari klorin, kemudian bak yang sudah dibersihkan dijemur. Bak yang berada di luar ruangan dan bak yang berukuran kecil dapat disterilisasi dengan cara penjemuran terhadap bak tersebut bak yang akan digunakan untuk tempat pemeliharaan larva dibersihkan menggunakan *bleaching powder*, kemudian dibilas menggunakan air tawar dan dijemur selama 24 jam. Sebagian dari bak pemeliharaan diisi air laut, selanjutnya dilakukan pemasangan aerasi pada beberapa titik bak pemeliharaan. sebelum bak pemeliharaan larva digunakan untuk siklus selanjutnya, bak harus dicuci menggunakan larutan *Hydrochloric Acid* (HCl) kemudian dibilas menggunakan air tawar atau air laut (Subaidah, 2006).

Air yang masuk ke unit pembenihan harus dibersihkan dan diberi desinfektan berupa klorin dan dilakukan proses filtrasi sebelum didistribusikan ke area pembenihan seperti panti benih , kultur plankton, artemia, dan lain-lain. Air yang digunakan untuk kegiatan pembenihan di panti benih harus difilter dan ditreatmen untuk mencegah masuknya organisme yang membawa penyakit dan patogen yang terbawa oleh air. Air yang akan digunakan, biasanya diberi desinfektan berupa klorin. Kemudian air disaring menggunakan *filter bag* dan terakhir didesinfektan kembali menggunakan sinar ultraviolet (UV) atau ozon. Air laut dalam bak pemeliharaan larva ditreatmen menggunakan EDTA sebanyak 10 ppm dan *trefflan* sebanyak 0,1 ppm (Subaidah, 2006).

2.6.3.2. Penebaran Naupli

Naupli ditebar setelah persiapan bak dan media pemeliharaan larva selesai dilakukan. Padat penebaran naupli maksimal adalah 100 ekor per liter dengan ukuran naupli yaitu 0,5 mm. naupli yang akan ditebar pada bak pemeliharaan harus mempunyai kualitas yang baik, berikut adalah ciri naupli yang mempunyai kualitas baik :

1. Warna coklat orange
2. Gerakan berenang aktif, periode bergerak lebih lama dibandingkan dari periode diam
3. Kondisi organ tubuh lengkap, ukuran dan bentuk normal serta bebas pathogen
4. Respon terhadap rangsangan bersifat fototaksis positif

Kepadatan larva yang ditebar dalam bak pemeliharaan larva paling sedikit adalah 75 ekor naupli per liter. Naupli yang ditebar dalam bak pemeliharaan larva mempunyai kepadatan 100 sampai dengan 150 ekor naupli per liter atau 100.000 sampai dengan 150.000 ekor naupli per ton. Penebaran naupli dilakukan pada pagi hari dengan tujuan untuk menghindari perubahan suhu yang terlalu tinggi dengan cara aklimatisasi. Sebelum naupli ditebar pada bak pemeliharaan larva, harus dilakukan aklimatisasi. Aklimatisasi yang dilakukan berupa penyesuaian suhu dan salinitas air terhadap naupli. Proses aklimatisasi ini dilakukan hingga menunjukkan naupli sudah dapat beradaptasi dengan media air dalam bak pemeliharaan larva (Elovaara, 2001).

2.6.3.3. Pengelolaan Pakan

A. Pakan Alami

Pakan alami yang diberikan kepada larva udang adalah fitoplankton dan zooplankton. Beberapa jenis fitoplankton yang digunakan untuk makanan larva udang adalah *Skeletonema costatum*, *Tetraselmis chuii*, dan *Chaetoceros calcitrans*. Sedangkan naupli artemia merupakan zooplankton yang banyak diberikan pada larva udang. Hal ini dikarenakan naupli artemia banyak mengandung nilai nutrisi yang dibutuhkan oleh larva udang (Edhy *et al.*, 2003).

Pemberian pakan alami berupa *Chaetoceros* diberikan mulai dari stadia *zoea* 1 sedangkan pada stadia naupli belum diberikan pakan, karena pada stadia ini larva udang masih memanfaatkan kuning telur sebagai pensuplai makanan. Pada stadia naupli belum memerlukan makanan karena masih mempunyai cadangan makanan berupa egg yolk selama 36 – 72 jam. Stadia *zoea* larva udang diberi makanan *Skeletonema* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Thalassiosira* (Edhy *et al.*, 2003).

Pemberian algae berupa *Chaetoserros* dan *Thalassiosiosira* pada stadia naupli diberikan sebanyak 60.000 sel/ml, stadia *zoea* 1 sebanyak 80.000 sel/ml, pada stadia *zoea* 2 diberikan sebanyak 80.000 – 100.000 sel/ml, stadia *zoea* 3 – *mysis* 1 diberikan sebanyak 100.000 sel/ml, dan pada stadia *mysis* 2 - 3 diberikan sebanyak 80.000 sel/ml (Edhy *et al.*, 2003).

Kultur *Artemia* sebelumnya menentukan banyaknya *Artemia* yang dibutuhkan sebagai pakan larva, setelah itu dilakukan kultur *cyste Artemia* dengan menebarkan *cyste Artemia* dan memberikan aerasi yang kuat dalam tank kultur untuk mempercepat penetasan. Setelah *cyste* menetas dilakukan pemisahan antara cangkang *Artemia* dengan nauplianya, kemudian dilakukan pemanenan *Artemia* (Harefa, 2003)

Pemberian pakan artemia dilakukan enam kali dalam satu hari yaitu pada pukul 00.00, 04.00, 08.00, 12.00, 16.00, dan 20.00. Greece dan Fox (2000), menyatakan bahwa naupli *Artemia* yang baru menetas diberi aerasi kemudian diberikan untuk larva. Hal ini dilakukan agar naupli dalam penampungan sementara tetap dalam kondisi hidup. Selanjutnya naupli *Artemia* diberikan menggunakan *beaker glass* dengan cara ditebarkan secara merata (Harefa, 2003).

B. Pakan Buatan

Kriteria pakan buatan yang berkualitas baik adalah sebagai berikut:

1. Kandungan gizi pakan terutama protein harus sesuai dengan kebutuhan larva udang
2. Diameter pakan harus lebih kecil dari ukuran bukaan mulut larva udang
3. Pakan mudah dicerna
4. Kandungan nutrisi pakan mudah diserap tubuh
5. Memiliki rasa yang disukai larva udang
6. Kandungan abunya rendah
7. Tingkat efektivitasnya tinggi

Pakan buatan yang biasa diberikan untuk larva udang adalah pakan yang berbentuk bubuk, cair dan *flake* (lempeng tipis) dengan ukuran partikel sesuai dengan stadianya. Kadungan nutrisi pada pakan buatan larva udang terdiri dari protein minimum 40 %

Pakan buatan yang akan diberikan sebelumnya disaring menggunakan saringan berukuran 10 – 80 mikron. Pada stadia *mysis* pakan buatan diberikan dengan cara disaring menggunakan saringan berukuran 50 – 150 mikron, Pakan buatan yang diberikan pada stadia PL 1 – PL 8 sebelumnya disaring menggunakan saringan berukuran 200 – 300 mikron, sedangkan pada stadia PL 9 sampai dengan panen sebelumnya disaring menggunakan saringan dengan ukuran 300 – 500 mikron (Kordi, 2010).

2.6.3.4. Pengelolaan Kualitas Air

Menjaga kualitas air pada media pemeliharaan larva dapat dilakukan dengan penyiponan dan pergantian air. Penyiponan pada dasar bak dilakukan pada saat larva masuk stadia *zoea* 2 – 3 selama pemeliharaan larva. Sisa pakan yang tidak termakan dan hasil metabolisme yang berupa feses dibuang dari dasar bak pada waktu – waktu tertentu (penggunaan probiotik akan mengurangi penyiponan). Jika dalam dasar bak pemeliharaan sudah terlihat kelebihan endapan, buang endapan ke dalam seser kemudian pindahkan muatan yang tersaring ke dalam ember. Apabila pada saat proses penyiponan terdapat larva yang terbawa dari bak pemeliharaan, larva dapat dimasukkan kembali ke dalam bak pemeliharaan (Wardiningsih, 1999).

Pergantian air selama pemeliharaan larva perlu dilakukan tergantung dari kepadatan larva, stadia larva, dan kondisi kualitas air pada bak pemeliharaan larva. Pergantian air dilakukan untuk mempertahankan kondisi parameter kualitas air dalam bak pemeliharaan agar tetap stabil. Air yang digunakan pada proses pergantian air, harus mempunyai kualitas yang lebih baik dari air pemeliharaan yang ada dalam bak. Air yang akan digunakan harus sama dengan temperatur, salinitas, dan derajat keasaman (pH) untuk menghindari stres pada larva akibat dari perubahan parameter secara mendadak (Wardiningsih, 1999).

Pada umumnya bak pemeliharaan larva hanya diisi 50% dari kapasitas maksimal. Kemudian selama stadia *zoea*, dilakukan penambahan secara berangsur-angsur sekitar 10% per hari dari kapasitas maksimal air yang baru (termasuk jumlah plankton yang digunakan) sampai bak terisi penuh dan dilakukan hingga mencapai stadia *mysis*. Pada stadia *zoea* tidak dilakukan pergantian air. Pada waktu masuk stadia *mysis* dilakukan pergantian air sebanyak 10 – 30 % per hari. Pada stadia awal larva, dilakukan pergantian air tetapi volume pergantian air lebih besar daripada stadia sebelumnya, pada PL 1 – 4 dilakukan pergantian sebanyak 30 – 40% dan pada PL 5 – 8 dilakukan pergantian air sebanyak 40 – 50 %. Setelah stadia PL yang lebih besar perlu dilakukan pergantian air sebesar 50 – 80 % per hari pada PL 9 – 12 dan 60 – 90 % per hari pada PL 13 – 16. yang berhubungan dengan parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut dilakukan pengecekan atau pengukuran dua kali dalam satu hari yaitu pada pagi dan sore hari. Hal tersebut

dilakukan karena pada waktu-waktu tersebut terjadi fluktuasi parameter yang signifikan (Treece *et al.*, 2000).

2.6.3.5. Monitoring Pertumbuhan

Pengamatan pertumbuhan larva udang dilakukan bertujuan untuk mengontrol pertumbuhan larva. Apabila pertumbuhan larva lambat dapat dipacu dengan pemberian pakan yang berkualitas. Apabila pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi, dan kondisi lingkungan mendukung, maka dapat dipastikan laju pertumbuhan udang akan lebih cepat sesuai yang diharapkan. Sedangkan untuk mengamati kesehatan larva perlu dilakukan dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis antara lain yaitu :

a. Pengamatan Makroskopis

Pengamatan makroskopis dilakukan secara visual dengan mengambil sampel langsung dari bak pemeliharaan sebanyak 1 liter *becker glass* kemudian diarahkan ke cahaya untuk melihat kondisi tubuh larva, pigmentasi, usus, sisa pakan kotoran atau feces dan butiran-butiran yang dapat membahayakan larva.

b. Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil beberapa ekor larva dan diletakkan di atas gelas objek, kemudian diamati dibawah mikroskop. Pengamatan ini dilakukan

untuk mengamati morfologi tubuh larva, keberadaan parasit, patogen yang menyebabkan larva terserang penyakit (Subaidah dan Pramudjo, 2008).

2.6.3.6. Pengendalian Penyakit

Penyakit merupakan salah satu permasalahan yang memerlukan penanganan secara khusus. Timbulnya penyakit dapat bersumber dari berbagai aspek, seperti: air sebagai media pemeliharaan, peralatan pemeliharaan, pengaruh kontaminasi pakan, lingkungan, maupun sanitasi dari masing-masing pelaksana produksi yang secara langsung berhubungan dengan aktivitas pemeliharaan larva. *Vorticella* merupakan salah satu jenis protozoa yang menyerang larva dengan cara menempel pada permukaan tubuh larva atau insang pada semua stadia dalam kegiatan pemeliharaan larva udang. Ketika permukaan tubuh, alat gerak, atau insang banyak terdapat *Vorticella*, maka larva akan kesulitan dalam melakukan pergerakan, mensuplai makanan, *moulting*, dan respirasi (Subaidah dan Pramudjo, 2008).

Penyakit yang paling serius mempengaruhi stadia larva udang disebabkan oleh jamur, bakteri, dan virus. Pengobatan harus segera dilakukan untuk mencegah terjadinya penyebaran penyakit. Apabila tingkat kematian larva terlihat lebih banyak, larva harus diamati dengan cara mengambil beberapa ekor larva untuk dijadikan sampel agar dapat diketahui penyebabnya. Apabila teridentifikasi terdapat penyakit yang menyerang harus dilakukan perlakuan. Perlakuan dilakukan dengan cara pemberian *trefflan* dan EDTA (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.7. Manajemen Kesehatan Udang

2.7.1 Biosekuritas

Konsep biosekuritas biasanya diterapkan pada instalasi karantina atau instalasi produksi pemurnian kultur jaringan. Upaya pengamanan sistem budidaya dari kontaminasi patogen yang berasal dari karir patogen luar dengan cara-cara yang tidak merusak lingkungan. Hal-hal yang diterapkan antara lain :

- a. Seluruh lingkaran luar unit usaha diberi pagar untuk mencegah hewan masuk ke dalam unit tambak yang dapat menyebabkan penularan penyakit ke udang.
- b. Air pasok dipompa masuk ke petak tandon, disaring menggunakan kantung *plankton net* dengan diameter 50 cm sepanjang 4 – 5 m sebanyak 3 – 5 buah di atur paralel agar tidak mudah robek.
- c. Saluran keliling dilapisi kain kasa (waring) untuk menjamin tidak adanya organisme lain yang masuk atau keluar.
- d. Roda kendaraan yang mungkin telah berjalan di atas pematang tambak lain harus melalui dua kolam yaitu kolam pembersihan dan kolam disinfeksi untuk menghindari adanya kontaminasi.
- e. Peralatan panen, jala, ember, pompa dan kincir bahkan pekerja selalu diberi disinfektan pada saat baru dikeluarkan atau akan dipakai di salah satu tambak.
- f. Setiap pekerja ataupun pengunjung melakukan disinfeksi terhadap tubuhnya dan menggunakan pakaian dan peralatan yang sudah disterilkan (BBPBAP Jepara, 2007).

2.7.2. Pemilihan Benih

2.7.2.1. Penentuan Panti Pembenihan Udang

- a. Menentukan pembenihan yang telah bersertifikat dan melaksanakan uji *polymerase chain reaction* (PCR) terhadap induk udang windu yang dipakai dan benih yang akan dijual.
- b. Menentukan pembenihan yang tidak menggunakan pakan yang bersifat karier penyakit untuk pakan induknya seperti kepiting, rajungan, dan udang mentah, serta bebas antibiotik yang berbahaya.
- c. Menentukan pembenihan yang telah menerapkan konsep biosekuriti.
- d. Memilih pembenihan yang mencuci dan memilah sebagian benih yang dijualnya dengan formalin 200 ppm selama 30 menit.
- e. Memilih pembenihan yang menerapkan SNI Pembenihan Udang Windu.

2.7.2.2. Pemilihan Benih

- a. Benih yang layak tebar telah mencapai ukuran PL12
 1. Kepadatan benih di bak relatif konstan mulai PL8 - PL12.
 2. Benih abnormal secara visual kurang 1 % dari populasi
- b. Pada stadia PL10, benih lolos uji salinitas :
 1. Seratus ekor PL direndam dalam air tawar.
 2. Lima belas menit kemudian seluruh udang dikembalikan pada air laut.
 3. Pengamatan hingga 15 menit dan dihitung persentase udang yang hidup.
 4. Jika lebih dari 20 % populasi udang mati, pilih benih dari bak lain.

- c. Kelompok benih yang terpilih melalui uji salinitas selanjutnya diuji dengan perendaman formalin dengan bahan aktif 37 % *formaldehyde* 200 ppm dengan cara :
1. Minimum 100 ekor PL yang baru ditangkap dimasukkan kedalam ember atau toples yang diberi aerasi lalu ditetesi formalin 200 ppm.
 2. Setelah 30 menit, air diputar dan hitung udang yang stres dan mati.
 3. Bila jumlah udang yang mati lebih dari 5 % benih tidak dipilih.

2.7.2.3. Persyaratan Kualitatif Benih yang Dapat dilihat dan diuji

- a. Warna : warna tubuh transparan, kecoklatan atau kehitaman, punggung tidak berwarna keputihan atau kemerahan.
- b. Gerakan : gerakan berenang aktif, menentang atau menyongsong arus, cenderung mendekat ke arah cahaya (fototaksis positif).
- c. Kesehatan dan kondisi tubuh : kondisi tubuh benih udang yang sehat setelah mencapai ukuran PL 10 organ-organ tubuhnya lengkap, maxilla, mandibulla, antenulla dan ekor membuka, hepatopankreas transparan, usus penuh dan gelap.
- d. Responsif terhadap rangsangan: benih udang akan menjentik menjauh dengan adanya kejutan atau jika wadah sampel benih udang diketuk, dan akan berenang mendekati sumber cahaya jika ada rangsangan cahaya, serta responsif terhadap pakan yang diberikan (BBPBAP Jepara, 2007).

2.7.3. Manajemen Lingkungan Budidaya

Pengawasan lingkungan merupakan faktor penting dalam penentu keberhasilan suatu budidaya (Lio-Po *et al.*, 2001). Kegiatan pembenihan udang windu dengan metode intensif mengakibatkan benih udang udang yang dibudidayakan menjadi mudah stres karena padat tebar yang tinggi, penanganan, dan turunnya mutu kualitas air (Hendrajat *et al.*, 2007).

Parameter kualitas air media harus berada pada kondisi yang optimal. Parameter yang berpengaruh dalam budidaya tersebut adalah pH, oksigen terlarut, nitrat, amonia, bahan organik, suhu, salinitas, dan nitrit. Tingkat optimum serta kisaran kualitas air yang mampu diterima oleh udang windu (Boyd, 2001).

Tabel 2. Kualitas Air Pembenihan Udang Windu

Komponen	Kisaran Optimal
Salinitas	15 – 30 ppt
pH	7,5 – 8,7
Suhu	28 – 31,5°C
Alkalinitas	90 – 150 ppm
Bahan Organik	45 – 55 ppm
PO ₄	0,1 – 0,5 ppm
NH ₃	0,03 – 0,25 ppm

(BBPBAP Jepara, 2007)