

PENGARUH PENGINFEKSIAN *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)
DENGAN DOSIS YANG BERBEDA-BEDA TERHADAP WAKTU
KEMATIAN UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus Vannamei*) Di BALAI
BESAR PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU JEPARA JAWA
TENGAH

SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

Di Susun Oleh :
EMMA AZIZATUNNISA
0410810023



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2008

PENGARUH PENGINFEKSIAN *White Spot Syndrome Virus* (WSSV)
DENGAN DOSIS YANG BERBEDA-BEDA TERHADAP WAKTU
KEMATIAN UDANG VANNAMEI (*Litopenaeus Vannamei*) Di BALAI
BESAR BUDIDAYA AIR PAYAU JEPARA JAWA TENGAH

Di Susun Oleh :
EMMA AZIZATUNNISA
0410810023

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

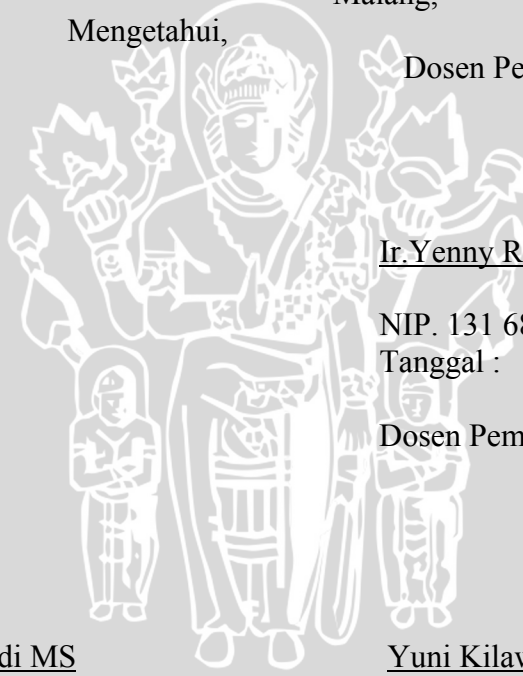
Malang,
Mengetahui,

Dosen Penguji I
Ir. Herawati Umi S. MS
DEA. Ph.D
NIP. 130 819 403
Tanggal :

Dosen Pembimbing I
Ir. Yenny Risjani
NIP. 131 683 817
Tanggal :

Dosen Penguji II
Ir. Mochammad Mahmudi MS
NIP. 131 573 693
Tanggal :

Dosen Pembimbing II
Yuni Kilawati SPi. MSi
NIP. 132 311 771
Tanggal :



Menyetujui,
Ketua Jurusan MSPL

Ir. Maheno Sri Widodo. MS

NIP. 131 573 963
Tanggal :

RINGKASAN

EMMA AZIZATUNNISA. Pengaruh Penginfeksi (White Spot Syndrome Virus) WSSV Dengan Dosis Yang Berbeda-beda Terhadap Waktu Kematian Udang vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara Jawa Tengah **(Dibawah bimbingan Ir. Yenny Risjani DEA.PhD dan Yuni Kilawati.Spi.MSi)**

Kehadiran varietas udang vannamei tidak hanya menambah pilihan bagi petambak tetapi juga menopang kebangkitan usaha pertambakan udang di Indonesia. Komoditas udang pernah menjadi pimdona perikanan budidaya, tetapi sekarang keadaan tersebut sulit untuk dipertahankan. Bahkan keadaan tersebut bertambah parah dengan adanya krisis multidimensi, gangguan lingkungan dan ancaman penyakit (Haliman dan Adijaya, 2006).

Dalam sejarah perkembangan budidaya udang vannamei di Indonesia dijumpai banyak kendala yang mengakibatkan produksi udang berfluktuasi. Kendala itu adalah berjangkitnya wabah penyakit yang berakibat pada kematian udang secara massal di tambak. Diantara jenis penyakit yang menyerang udang vannamei, penyakit viral adalah penyakit yang paling ganas dan mengakibatkan kerugian paling besar. Tercatat wabah penyakit bercak putih telah melanda pertambakan Indonesia dan mengakibatkan kematian udang berumur antara 1 - 2 bulan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2003). Penyakit (*White Spot Syndrome Virus*) WSSV sampai saat ini merupakan penyakit virus yang paling berbahaya dalam budidaya udang. Serangan dari virus WSSV bersifat akut dengan tingkat kematian 100% dalam waktu seminggu

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui perubahan perubahan tingkah laku akibat serangan virus WSSV dan seberapa besar tingkat kematian udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan dosis serangan yang berbeda-beda. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, Jawa Tengah pada bulan Februari – Maret 2008.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu cara melakukan percobaan-percobaan untuk menguji hipotesa serta menemukan hubungan kausal antara variable-variabel yang diselidiki. Sedangkan pengambilan data dengan cara observasi langsung, yaitu pengamatan dan pencatatan secara sistematis fenomena-fenomena yang diselidiki. Penelitian menggunakan 4 perlakuan, dan 5 kali ulangan dimana pada masing-masing perlakuan ditebar 5 ekor udang, sebagai perlakuan adalah konsentrasi penginfeksi WSSV yang berbeda yaitu Kontrol (konsentrasi 0 ml); perlakuan A (konsentrasi 0,1 ml); perlakuan B (konsentrasi 0,05 ml); perlakuan C (konsentrasi 0,025 ml).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan dengan pemberian dosis virus WSSV yang berbeda-beda memberikan pengaruh terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei. Pada penginfeksi virus WSSV dengan dosis 0,025 ml perubahan tingkah laku yang terjadi berupa gerakan yang lambat, tidak aktif bergerak dan respon terhadap rangsangan sangat rendah. Pada penginfeksi dengan dosis virus 0,05 ml perubahan tingkah laku yang terjadi berenang miring ke permukaan dan tampak lemah. Pada penginfeksi dengan dosis 0,1 ml Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah, pakan yang diberikan masih utuh, tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan, udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam, udang dalam keadaan lemas dan mengalami kematian

Serangan virus WSSV menyebabkan terjadinya kematian yang tinggi, dengan perlakuan pemberian dosis yang berbeda-beda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap waktu kematian udang vannamei. Semakin tinggi dosis maka waktu kematian udang semakin cepat yaitu pada pemberian dosis (0,1 ml) kematian terjadi pada 2070 menit pasca penginfeksi, sedangkan pada pemberian dosis virus (0,025 ml) atau dosis terendah kematian terjadi pada 3480 menit pasca penginfeksi

Parameter kualitas air selama penelitian pada media pemeliharaan masih dalam kisaran layak untuk kehidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan kisaran suhu antara 27,06 – 29,23 °C; salinitas berkisar 19,6 – 20,6 ppt ; oksigen terlarut berkisar antara 4,88 – 5,16 mg/L; pH berkisar 7,06 – 7,23 ; amonia berada pada kisaran 0,018 – 0,04 ppm; serta alkalinitas berkisar antara 108 – 122 ppm CaCO₃.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa dalam budidaya udang khususnya udang vannamei kualitas air harus selalu dikontrol dalam kisaran optimal supaya tidak menjadi pemicu timbulnya virus yang dapat mematikan udang.

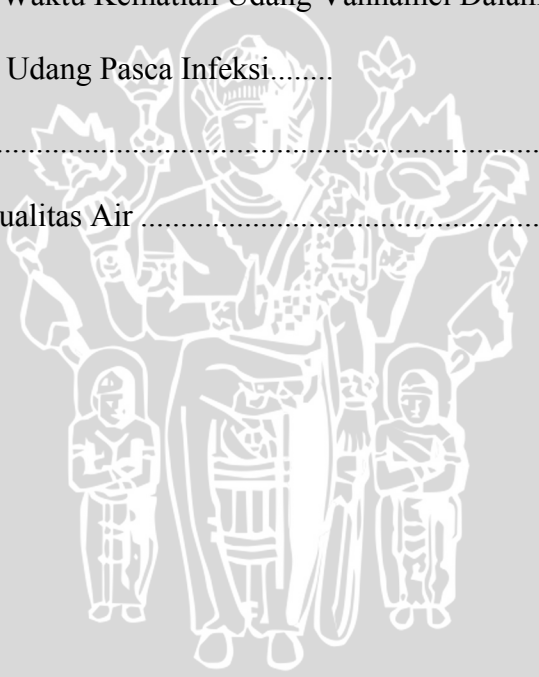
DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	7
1.4 Kegunaan	7
1.5 Hipotesis	8
1.6 Tempat dan Waktu	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Udang Vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	9
2.1.1 Klasifikasi Udang vannamei	9
2.1.2 Morfologi Udang Vannamei	9
2.1.3 Sifat Biologis Udang Vannamei	10
2.1.4 Kebiasaan Makan Udang Vannamei	12
2.1.5 Daur hidup	13
2.2 Penyakit Udang	14
2.2.1 Penyebab Timbulnya Penyakit	15
2.3 <i>White Spot Syndrome Virus</i> (WSSV)	17
2.4 Kualitas Air	19
2.6.1 Suhu	19
2.6.2 pH	20
2.6.3 Salinitas	21
2.6.4 Oksigen Terlarut	22
2.6.5 Amonia	23
2.6.6 Alkalinitas	24
2.5 Pengelolaan Kualitas Air	24
2.5.1 Kualitas Air Dengan Kesehatan Udang	25
2.5.2 Kualitas Air dan Sistem Kekebalan Tubuh Udang	26
2.6 Mekanisme Serangan WSSV	27
.....	27
3. MATERI DAN METODE	29
3.1 Materi Penelitian	29
3.2 Metode Penelitian	29
3.3 Rancangan Percobaan	30

3.4	Parameter Uji.....	31
3.4.1	Parameter Utama.....	31
3.4.2	Parameter Penunjang.....	31
3.5	Prosedur Penelitian.....	31
3.5.1	Pelaksanaan Penelitian.....	31
3.5.1.1	Hewan Uji	31
3.5.1.2	Media Uji	32
3.5.1.3	Tempat Uji	32
3.5.1.4	Pembuatan Stok Virus WSSV.....	32
3.5.1.5	Infeksi Virus WSSV ke Hewan Uji	32
3.5.1.6	Pengamatan Perubahan Tingkah Laku.....	33
3.6	Analisa	
Data	33
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Kondisi Udang Yang Sehat	36
4.2	Perubahan Tingkah Laku Pasca Infeksi.....	37
4.3	Pengaruh Perlakuan Terhadap Waktu Kematian Udang Vannamei.....	45
4.4	Pengamatan Kualitas Air	48
4.4.1	Suhu	49
4.4.2	Salinitas	50
4.4.3	pH	51
4.4.4	Oksigen Terlarut	52
4.4.5	Alkalinitas	52
4.4.6	Amonia	53
4.5	Manajemen Pencegahan Dan Pengendalian	
Penyakit	54
5.	PENUTUP	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

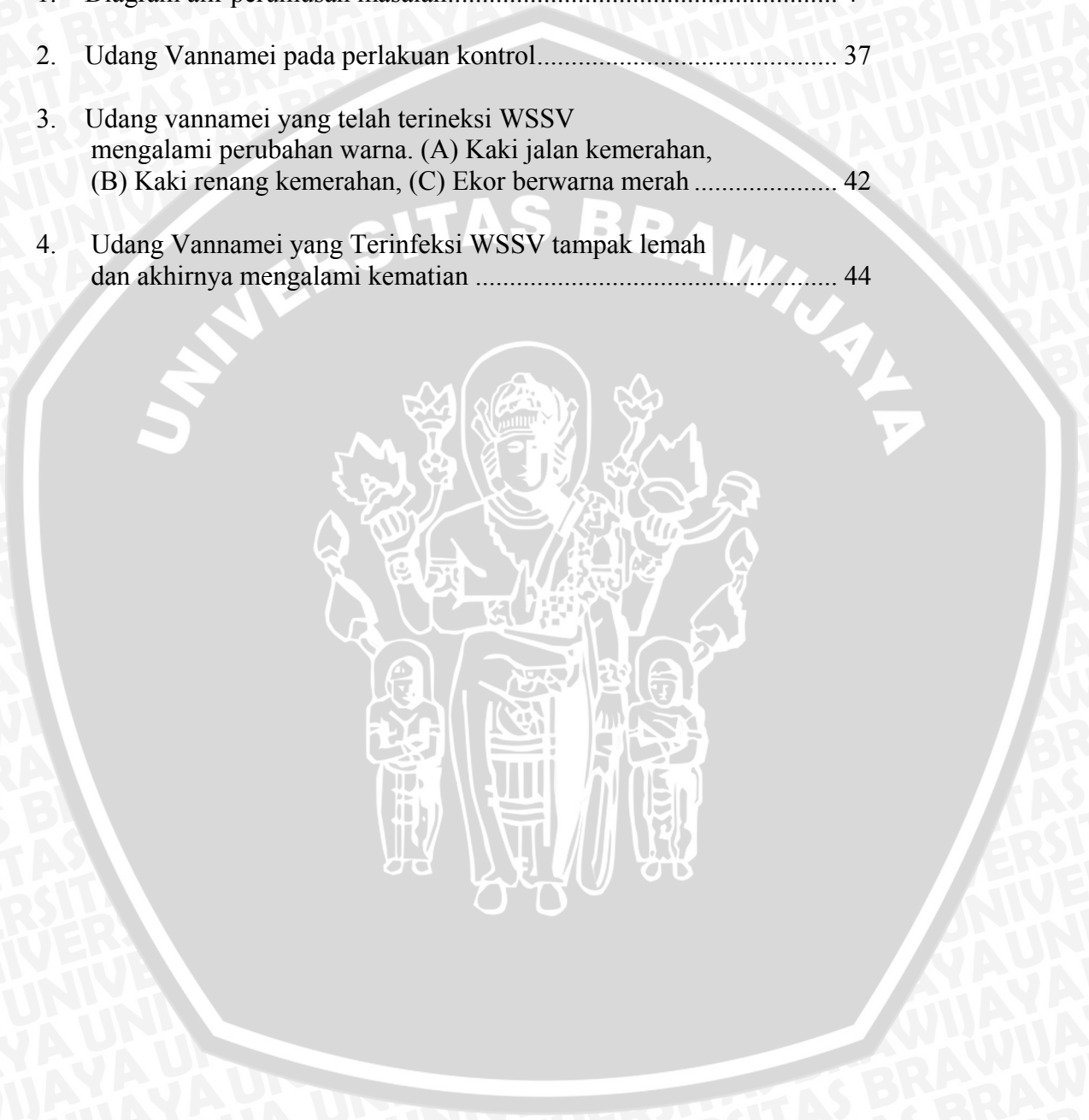
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perubahan Tingkah laku Udang Pasca Infeksi WSSV.....	35
2. Perhitungan Statistik Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei Pasca Infeksi.....	39
3. Sidik Ragam Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei Pasca Infeksi Tingkat Kematian Udang Pasca Infeksi.....	39
4. Hasil Uji BNT Perubahan Tingka Laku Udang Pasca Penginfeksian ..	40
5.....	Tingkat
Penginfeksian Terhadap Waktu Kematian Udang Vannamei Dalam Menit).....	45
6.	Tabel Sidik
Ragam Waktu Kematian Udang Pasca Infeksi.....	46
7. Hasil Uji BNT	46
8. Hasil Pengukuran Kualitas Air	48



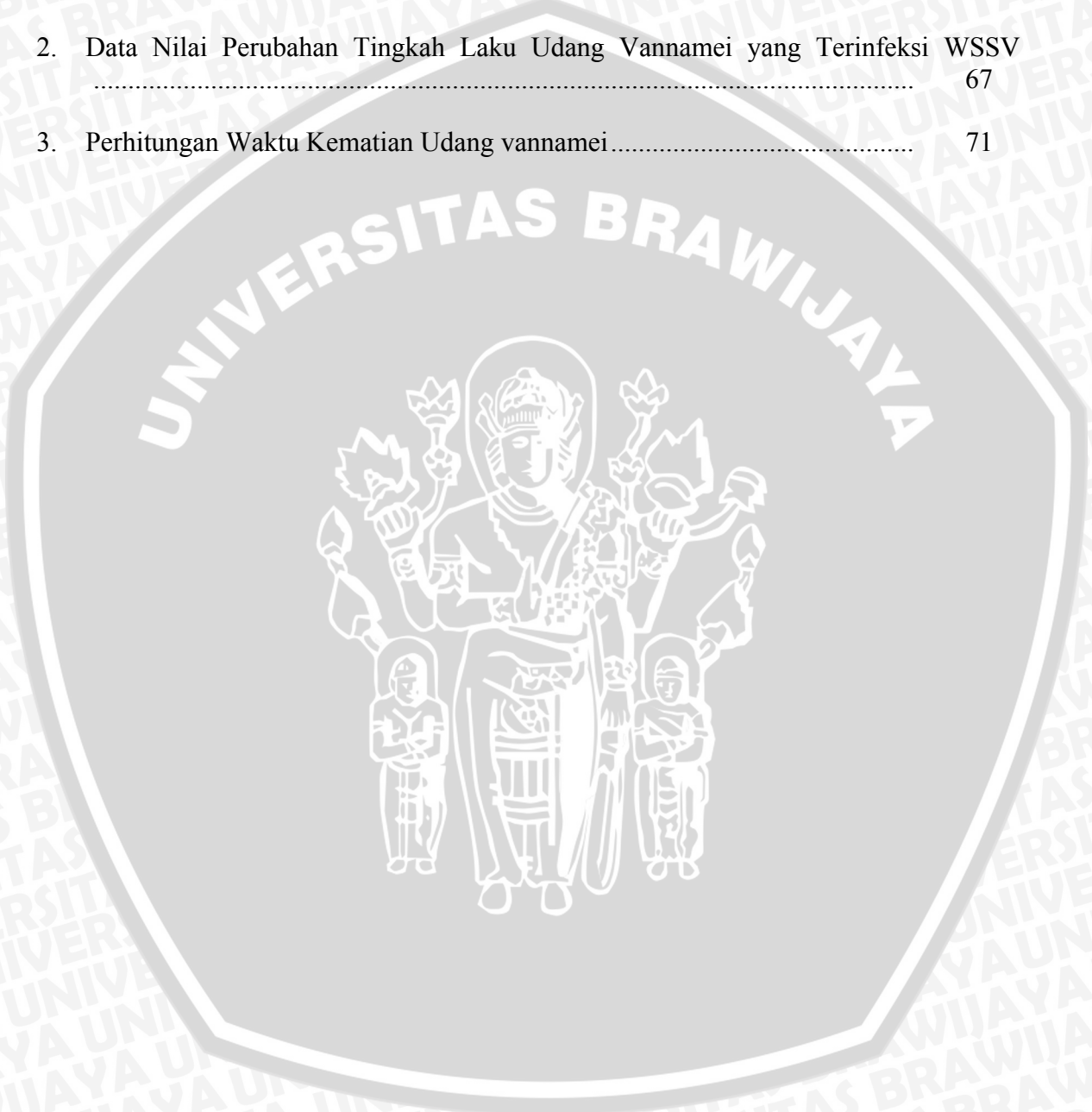
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir perumusan masalah.....	4
2. Udang Vannamei pada perlakuan kontrol.....	37
3. Udang vannamei yang telah terinfeksi WSSV mengalami perubahan warna. (A) Kaki jalan kemerahan, (B) Kaki renang kemerahan, (C) Ekor berwarna merah	42
4. Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV tampak lemah dan akhirnya mengalami kematian	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengukuran Kualitas Air.....	63
2. Data Nilai Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV	67
3. Perhitungan Waktu Kematian Udang vannamei.....	71



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak awal tahun 1990-an, budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) mengalami gagal panen sebagai rangkaian serangan penyakit, terutama WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) atau yang populer dengan sebutan SEMBV (*Systemic Ectodermal dan Mesodermal Baculovirus Virus*), yang hingga kini belum dapat ditanggulangi. Serangan penyakit menyebabkan produksi udang nasional mengalami penurunan drastis. Pada tahun 1992 ekspor udang Indonesia sebanyak 140.000 ton, mengalami penurunan hingga 53.000 ton tahun 1993. Kemudian mengalami kenaikan kembali yang pada tahun 2000 mencapai 65000 ton, tahun 2004 telah mencapai 143.550 ton dan tahun 2005 turun kembali menjadi 124.985 ton (Kordi, 2007). Sehubungan dengan hal tersebut diproduksi varietas udang vannamei yang diyakini bisa meningkatkan gairah pertambakan udang menjadi prospektif kembali dan memperoleh hasil yang cukup memuaskan. Setelah melalui serangkaian penelitian dan kajian akhirnya pemerintah secara resmi melepas udang vannamei sebagai varietas unggul pada 12 Juli 2000 melalui SK Menteri KP No. 41/2001. Udang putih Amerika *Litopenaeus vannamei* merupakan salah satu pilihan jenis udang yang dapat dibudidayakan di Indonesia, selain udang windu (*Penaeus monodon*). Udang vannamei di kalangan petambak semakin populer seiring menurunnya produksi udang windu akibat kondisi lingkungan yang buruk (Haliman dan Adijaya, 2006).

Dipilihnya udang vannamei karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya : produktivitasnya tinggi karena kelangsungan hidup (*survival rate*)-nya tinggi, lebih mudah dibudidayakan, waktu pemeliharaannya lebih pendek dan relatif lebih tahan penyakit serta pertumbuhannya cepat, tahan hidup pada kisaran salinitas yang luas dan bisa tumbuh dengan baik pada salinitas yang rendah. Harga pakan udang vannamei lebih murah dan telah dihasilkan induk yang tahan terhadap penyakit dan bebas penyakit (Kordi, 2007). Kehadiran varietas udang vannamei tidak hanya menambah pilihan bagi petambak tetapi juga menopang kebangkitan usaha pertambakan udang di Indonesia. Komoditas udang pernah menjadi pimdona perikanan budidaya, tetapi sekarang keadaan tersebut sulit untuk dipertahankan. Bahkan keadaan tersebut bertambah parah dengan adanya krisis multidimensi, gangguan lingkungan dan ancaman penyakit (Haliman dan Adijaya, 2006).

Dalam sejarah perkembangan budidaya udang vannamei di Indonesia dijumpai banyak kendala yang mengakibatkan produksi udang berfluktuasi. Kendala itu adalah berjangkitnya wabah penyakit yang berakibat pada kematian udang secara massal di tambak. Diantara jenis penyakit yang menyerang udang vannamei, penyakit viral adalah penyakit yang paling ganas dan mengakibatkan kerugian paling besar. Tercatat wabah penyakit bercak putih telah melanda pertambakan Indonesia dan mengakibatkan kematian udang berumur antara 1 - 2 bulan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2003). Penyakit viral salah satunya dapat menyebabkan terjadinya penyakit WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) yang diakibatkan oleh virus berbadan genetik yang berasal dari famili *nimvirridae*.

Penyakit WSSV merupakan jenis penyakit yang paling populer dan paling ganas dibandingkan dengan virus lainnya. Penyakit ini ditandai oleh adanya bintik putih pada bagian karapaks dan bagian tubuh lainnya dan dapat mengakibatkan kematian massal mencapai 100% dalam waktu yang sangat singkat yaitu hanya 2 hari sejak gejala pertama tampak. Udang yang terserang biasanya berenang ke tepi pematang, lemah, kehilangan nafsu makan dan akhirnya mati (Taslihan *et.al*, 2004). Akibat adanya serangan penyakit terhadap udang, terutama oleh WSSV banyak tambak udang mengalami kegagalan dan produksi udang menjadi menurun.

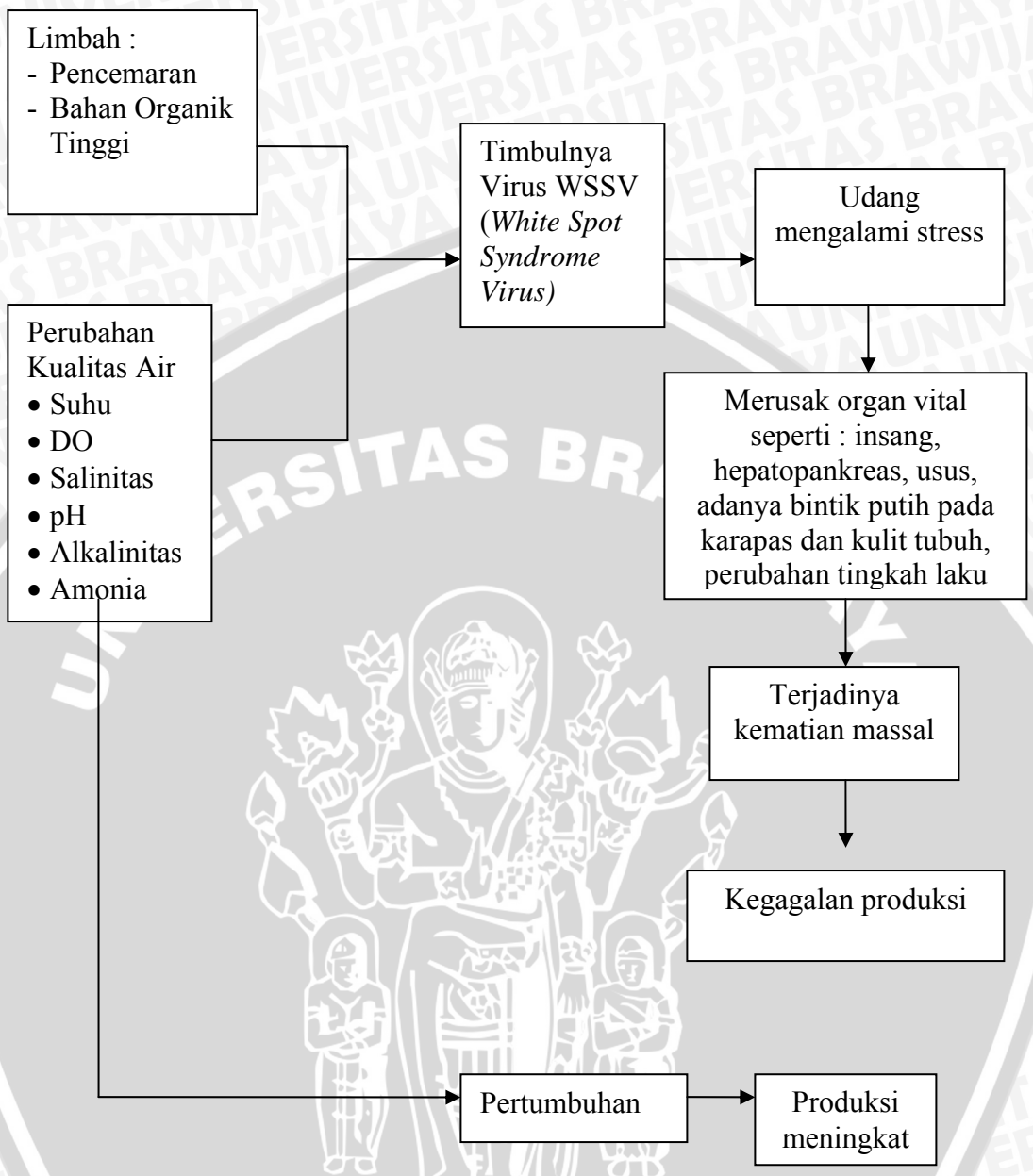
1.2 Perumusan Masalah

Muncul dan mewabahnya penyakit WSSV dapat dipicu oleh banyak faktor, terutama menyangkut kualitas dasar tanah, kualitas lingkungan budidaya tambak sebagai akibat dari masuknya limbah baik pabrik maupun limbah rumah tangga, atau terjadinya pencemaran oleh penggunaan pestisida yang berlebihan serta bahan organik yang tinggi. Kondisi stress akibat lingkungan yang kurang memungkinkan serta kondisi tubuh udang yang melemah, juga dapat memicu munculnya penyakit (Anshary *et.al*, 2005). Beberapa penyakit yang sering ditemukan dapat disebabkan oleh patogen virus, bakteri, parasit maupun jamur. (Herdikiawan, 2002) menyatakan bahwa jenis penyakit yang paling berbahaya saat ini adalah penyakit WSSV yang telah menyebar hampir diseluruh areal budidaya tambak udang Indonesia. Sebagai penyakit virus, penyakit ini sangat sulit dikendalikan, infeksi virus baru berakibat fatal pada udang yang telah berumur 1-2 bulan (Anshary *et.al*, 2005). Dengan adanya kondisi lingkungan yang buruk menyebabkan udang mudah terserang virus WSSV.

Penyakit ini ditandai oleh adanya bintik putih pada bagian karapaks dan menyerang semua organ vital pada udang seperti insang, hepatopankreas dan usus, sehingga dapat dalam waktu yang singkat menyebabkan kematian udang secara massal mencapai 100%. Serangan penyakit WSSV ini ditandai dengan beberapa gejala klinis dan diikuti dengan perubahan tingkah laku yang tidak normal. Udang yang terinfeksi dalam waktu 2-3 hari kemudian memperlihatkan gejala sakit dan kematian.

Oleh karena itu perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat kematian udang vannamei (*Litopennaeus vannamei*) setelah diinfeksi dengan WSSV dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada kondisi media pemeliharaan kualitas air optimal.





Gambar 1. Diagram alir perumusan masalah

Keterangan :

Pengelolaan Kualitas air yang baik yang mendukung pertumbuhan udang vannamei sehingga selalu terkoneksi baik akan memberikan hasil terhadap pertumbuhan udang vannamei sehingga produksi akan meningkat. Lain halnya dengan pengelolaan kualitas air yang buruk sehingga masukan ke dalam tambak atau media budidaya udang vannamei yang berupa limbah baik berasal dari pabrik atau rumah tangga serta sisa dari pertanian dan peternakan dapat menimbulkan pencemaran dan bahan organik tinggi. Kondisi ini akan mempengaruhi dinamika kualitas air dalam tambak atau media budidaya tersebut, sehingga menyebabkan kondisi lingkungan yang buruk dan mengakibatkan munculnya virus WSSV, kemudian udang akan mengalami stress akibat lingkungan yang buruk, sehingga virion-virion WSSV yang telah ada akan dengan mudah menyerang udang vannamei karena kondisi tubuh yang lemah. Penyakit WSSV ini dikenal ganas dan mematikan, yang menyerang organ-organ vital seperti : insang, hepatopankreas, usus. Gejala serangan penyakit ini ditandai adanya bintik putih pada karapaks dan adanya perubahan tingkah laku yang tidak normal. Perubahan tingkah laku udang seperti : berenang kepinggir, gerakan lambat dan nafsu makan menurun. Hal ini menyebabkan tingkat kematian karena penyebaran virus ini yang cepat atau dalam waktu yang singkat, sehingga menyebabkan produksi udang vannamei menurun bahkan dapat mengalami kegagalan.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi WSSV terhadap waktu kematian udang vannamei (*Litopennaeus vannamei*)
2. Mengetahui perubahan tingkah laku udang vannamei (*Litopennaeus vannamei*) yang terinfeksi WSSV

1.4 Kegunaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat :

1. Pemerintah : Memberikan informasi tentang akibat yang ditimbulkan oleh serangan WSSV sehingga dapat diambil kebijakan tentang sistem pengelolaan tambak yang berwawasan lingkungan.
2. Pembudidaya Udang : Memberi informasi mengenai waktu kematian udang vannamei yang terserang WSSV dan tanda-tanda serangannya.
3. Mahasiswa atau kaum intelektual : dapat memberikan ilmu pengetahuan sehingga dapat dicarikan solusi untuk mengatasi serangan WSSV pada budidaya udang vannamei

1.5 Hipotesis

H0 : Diduga dengan adanya perlakuan penginfeksi virus WSSV dengan dosis yang berbeda-beda tidak akan memberikan pengaruh terhadap waktu kematian udang yang berbeda-beda.

H1 : Diduga dengan adanya perlakuan penginfeksi virus WSSV dengan dosis yang berbeda-beda akan memberikan pengaruh terhadap waktu kematian udang yang berbeda-beda.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai Maret 2008, di Laboratorium Manajemen Kesehatan dan Hama Penyakit Ikan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara Jawa Tengah.



2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Vannamei

2.1.1 Klasifikasi Udang Vannamei

Klasifikasi udang vanamei adalah sebagai berikut : Udang vannamei termasuk dalam phylum arthropoda yaitu binatang berkaki ruas, dengan sub phylum crustacea yang berarti bahwa udang vannamei merupakan golongan binatang yang berkulit keras. Sedangkan untuk class termasuk dalam malacostraca yaitu kelompok udang-udangan tingkat tinggi, untuk sub classnya termasuk dalam denrobranchiata. Ordo dari udang vannamei yaitu decapoda yang berarti kelompok hewan berkaki sepuluh. Kemudian vannamei termasuk dalam famili penaeidae, dengan genus *litapenaeus*, dan mempunyai nama species *Litapenaeus vannamei* (Boone, 1931).

Menurut Komarudin dan Basyar, (2007), udang vannamei merupakan udang penaeid dengan nama ilmiah *Litapenaeus vanamei* udang ini memiliki beberapa nama lain seperti Whiteleg shrimp (Inggris), Cievettepattes blences (Perancis) atau Commaron patiblanco (Spanyol). Udang ini awalnya banyak dibudidayakan di wilayah Amerika latin seperti Equador, Meksiko, Panama, Kolombia, dan Hondorus.

2.1.2 Morfologi Udang Vannamei

Menurut Basyar, (2003), bahwa udang vannamei memiliki ciri-ciri warna putih mengkilap serta ukuran tubuh lebih kecil dibandingkan udang windu. Seperti pada bangsa crustacea lainnya, vannamei memiliki tubuh berbuku-buku dengan aktivitas berganti kulit luar secara periodik (moulting). Secara garis besar, tubuh udang vannamei terdiri dari dua bagian besar, kepala (cephalothorax) dan perut (abdomen).

Kepala udang vannamei terdiri dari antenuela, antenna, mandibula dan dua pasang maxillae. Kepala udang vannamei juga dilengkapi dengan tiga pasang maxilliped

dan lima pasang kaki berjalan (periopoda) atau kaki sepuluh (decapoda). Maxilliped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. Endopodite kaki berjalan menempel pada cephalothorax yang dihubungkan oleh coxa. Bentuk periopoda beruas-ruas yang berujung dibagian ductylus. Dactylus ada yang berbentuk capit (kaki ke-1, ke-2, dan ke-3) dan tanpa kaki capit (kaki ke-4 dan ke-5) diantara coxa dan ductylus terdapat ruang yang berturut-turut disebut basis, ischium, merus, carpus. Dan corpus. Pada bagian ischium terdapat duri yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi beberapa species penaeid dalam taksonomi. Pada bagian perut (abdomen) terdiri dari 6 ruas, terdapat 5 pasang kaki renang dan sepasang uropods (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama telson. Udang *vannamei* termasuk genus *penaeus*, namun yang membedakan dengan genus *penaeus*, namun yang membedakan dengan genus yang lainnya adalah mempunyai sub genus *litopenaeus* yang dicirikan oleh bentuk telikum terbuka tapi tidak ada tempat untuk penyimpanan sperma (Hadie dan Supriatna, 1988).

2.1.3 Sifat Biologis Udang *Vannamei*

Salah satu sifat yang penting dan perlu diperhatikan adalah sifat nocturnal yaitu sifat binatang yang aktif mencari makan pada waktu malam. Pada waktu siang lebih suka beristirahat membenamkan diri dalam lumpur atau menempel pada suatu benda. Dalam keadaan normal yaitu apabila keadaan lingkungan cukup baik, udang jarang menampakkan diri pada waktu siang hari, hal ini menunjukkan bahwa ada sesuatu yang tidak beres bisa karena makanan yang kurang, kadar garam meningkat, suhu naik, oksigen kurang, atau karena timbul senyawa beracun seperti H_2S (asam sulfide), zat asam arang (CO_2), amoniak (N_2H_3), atau bisa juga akibat serangan penyakit (Mudjiman dan Rochmatun, 2006). Sifat yang lain adalah kanibalisme umumnya terjadi pada udang yang sehat memangsa sesamanya yang terlihat lemah yaitu ketika mangsanya sedang

berganti kulit. Sifat kanibalisme mulai terlihat ketika udang berada pada stadium mysis (burayak). Oleh sebab itu diperlukan tempat persembunyian bagi udang ketika melakukan ganti kulit seperti rumpon atau berendam dalam lumpur. (Syahid *et.al*, 2006).

Genus penaeid mengalami pergantian kulit (moulting) secara periodik untuk tumbuh, termasuk udang vannamei. Proses moulting berlangsung dalam lima tahap yang bersifat kompleks yaitu postmoulting awal, postmoulting lanjutan, intermoul, persiapan moulting (pre-moult) dan moulting (ecdysis). Proses moulting diakhiri dengan pelepasan kulit luar dari tubuh (Haliman dan Adijaya, 2006). Ganti kulit (moulting), kulit luar udang merupakan kerangka keras dan tidak elastis. Hal ini akan berpengaruh ketika tubuh udang semakin bertambah besar. Badan udang akan tertahan oleh kerangka luarnya. Oleh sebab itu udang akan melakukan ganti kulit (moulting). Moulting akan lebih sering dialami oleh udang muda yang pertumbuhannya pesat dibandingkan udang dewasa. Pada masa ini udang butuh unsure Ca untuk menyusun kerangka luar tubuhnya (Syahid *et.al*, 2006).

Pertumbuhan udang vannamei tergantung 2 faktor yaitu frekuensi moulting (waktu antara moulting dan pertumbuhan). Tubuh udang mempunyai carapace terlepas, carapace baru pada awalnya lunak, tetapi jika sudah proporsional akan mengeras kembali, biasanya antara 1 sampai 2 hari. Frekuensi moulting erat kaitannya dengan ukuran udang, jika udang tumbuh frekuensi moulting meningkat. Pada stadia larva moulting terjadi setiap 30-40 jam pada temperature 28⁰C, juvenile udang ukuran 1-5 gram akan moulting stiap 4-6 hari, tetapi juvenile udang ukuran 15 gram akan moulting denga interval 2 minggu. Frekuensi moulting dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan nutrisi (Hadie dan Supriatna, 1988).

2.1.4 Kebiasaan Makan Udang Vannamei

Pemilihan terhadap jenis makanan sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur udang yang bersangkutan. Burayak tingkat nauplius masih belum perlu makan, karena masih mempunyai cadangan makanan yang terdapat pada kantung kuning telur. Setelah menjadi zoea mereka mulai mencari makanan sebab persediaan makan telah habis. Makanan zoea terdiri atas plankton nabati seperti diatome dan dinoflagelata. Pada tingkatan mysis mereka mulai suka makan plankton hewani seperti protozoa, rotifera, copepoda. Setelah burayak mencapai tingkat post larva dan juga udang muda (juvenile) mereka makan diatome dan cyanophyceae yang tumbuh di dasar perairan, anak tiram, anak udang-udangan, cacing anelida, dan juga detritus (sisa hewan dan tumbuhan yang membusuk) (Mudjiman dan Rachmatun, 1989).

Udang penaeid cenderung omnivorus atau detritus freeder, udang vanamei tidak makan sepanjang hari tetapi hanya beberapa waktu saja. Dengan tingkah laku makan seperti itu dapat diaplikasikan pada budidaya bahwa pemberian pakan dapat berupa pellet yang diberikan beberapa kali dalam 1 hari (Hadi dan Supriatna, 1988). Udang vaname mencari makan dengan sinyal kimiawi dengan organ sensor yang terdiri dari bulu-bulu halus yang berada diujung-ujung antenna, capit atau mulutnya. Kemudian dia bergerak mendekati sumber pakan dan dengan cara menjepit menggunakan kaki jalan, makanan dimasukkan ke dalam mulut. Pakan yang berukuran kecil langsung masuk ke kerongkongan dan eshopagus. Sementara pakan ukuran besar akan dicerna terlebih dahulu di dalam mulut. Pakan berupa pelet dapat diberikan mulai benih (benur) ditebar ditempat pembesaran (tambak) hingga udang siap panen. Ukuran dan jumlah pakan disesuaikan dengan ukuran dan biomassa udang yang dipelihara. Perhitungan pakan harus dilakukan secara cermat untuk menghindari kelebihan pakan (overfeeding) atau kekurangan pakan (under feeding). Kelebihan pakan dapat menyebabkan pemborosan

dan pencemaran air, sementara kekurangan pakan mengakibatkan pertumbuhan terlambat, keropos dan kanibalisme (Komarudin dan Basyar, 2007).

2.1.5 Daur Hidup

Secara alami udang vanamei termasuk jenis katadromus yaitu udang dewasa hidup di laut terbuka dan udang muda migrasi ke rah pantai (Hadi dan Supriatna, 1988). Udang vanamei lebih banyak melakukan aktivitas di malam hari (nocturnal) termasuk dalam hal perkawinan vanamei mencapai ukura induk (usia subur) pada berat 40gr per ekor atau panjang tubuh 17-18 cm. Jumlah telur yang dikandung (fekunditas) induk betina sekitar 100.000 butir. Perkawinan biasanya berlangsung pada sore sampai malam hari antara 19.00-22.00. (Komarudin dan Basyar, 2007). Proses perkawinan ditandai dengan loncatan betina secara tiba-tiba. Pada saat bersamaan, udang jantan mengeluarkan sperma sehingga sel telur dan sperma bertemu. Proses perkawinan berlangsung 1 menit (Haliman dan Adijaya, 2006). Satu ekor induk dapat melepaskan telur sebanyak 50.000-180.000 butir dalam satu perkawinan seperti halnya pada udang penaeid lainnya, siklus hidup udang vanamei dimulai dari stadia nauplius (telur yang menetas) kemudian zoea, mysis dan akhirnya post larva (PL). Nauplius adalah larva berukuran sangat kecil yakni 0,32-0,58 mm. Sistem pencernaan belum lengkap dan masih memiliki cadangan kuning telur sehingga belum perlu diberi pakan. Dalam waktu 15-24 jam naupli akan berubah menjadi zoea dengan ukuran panjang 4,05-3,30 mm. Terdapat 3 tahapan zoea yang dilalui selama 4-5 hari, yaitu zoea 1, zoea 2, zoea 3, stadia selanjutnya adalah mysis dengan ukuran panjang 2,00-4,80 mm. Pada tahap ini larva terdapat 3 subsadia mysis yakni 1,2,3 yang seluruhnya berlangsung dalam 3-4 hari. Tahap terakhir adalah stadia post larva (PL). Pada tahapan ini benih udang menyerupai

udang dewasa, organ tubuh lengkap dan gerakan lurus ke depan (Komarudin dan Basyar, 2007).

2.2 Penyakit Udang

Faktor lain yang ikut menentukan keberhasilan budidaya udang vannamei adalah keberhasilan dalam usaha mengendalikan hama dan penyakit (Soetomo, 2000). Penyakit adalah segala sesuatu yang dapat menimbulkan gangguan suatu fungsi atau struktur dari alat-alat tubuh atau sebagian alat tubuh, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada prinsipnya penyakit yang menyerang udang budidaya tidak datang begitu saja, melainkan melalui hubungan antara 3 faktor yaitu kondisi lingkungan (kualitas air) kondisi inang (udang) dan adanya jasad pathogen (jasad penyakit), dengan demikian timbulnya serangan penyakit itu merupakan hasil interaksi yang tidak serasi antara lingkungan, inang (udang) dan jasad atau organisme penyakit. Interaksi yang tidak serasi ini menyebabkan stress pada udang, sehingga mekanisme pertahanan diri yang dimilikinya menjadi lemah dan akhirnya mudah diserang penyakit (Kordi, 2006). Daya tahan tersebut akan semakin buruk keadaannya pada kondisi kadar oksigen yang rendah, perubahan suhu yang mendadak, salinitas dan pH air yang terlalu tinggi atau rendah serta kadar ammonia dan H₂S yang berada diatas ambang batas kenormalan (Sutaman, 1994).

2.2.1 Penyebab Timbulnya Penyakit

Menurut Sutaman (1994), penyakit yang terjadi pada udang biasanya disebabkan oleh penyebab tak hidup yang disebut penyakit non infeksi atau penyakit yang bukan disebabkan oleh agen penyakit dan penyebab hidup yang biasa disebut penyakit infeksi atau penyakit yang disebabkan agen penyakit :

A. Penyakit tak hidup (penyakit non infeksi), penyakit ini timbul karena adanya beberapa sebab yang dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Kerusakan fisik, yang dapat diakibatkan oleh :

- Perawatan yang kurang baik, misalnya perlakuan terhadap udang yang terlalu kasar
- Air media yang terlalu keruh akibatnya partikel (siltasi) sehingga menimbulkan akumulasi di dalam insang yang berakibat insang menjadi luka dan tidak efisien lagi dalam penyerapan O₂

2. Kualitas makanan yang tidak memenuhi syarat gizi misalnya kekurangan vitamin atau komponen gizi yang jelek pada bahan pakan

3. Kualitas air yang tidak memenuhi persyaratan bagi kehidupan dan pertumbuhan udang

B. Penyebab hidup (penyakit infeksi), penyakit ini timbul karena adanya organisme penyebab sakit yang menyerang udang windu baik sebagai parasit competitor maupun sebagai predator.

Menurut Haliman dan Adijaya (2006), beberapa jenis penyakit yang menyerang udang disebabkan oleh predator, parasit, bakteri, jamur, dan virus.

A. Predator

Adalah segala jenis hewan yang dapat memangsa udang yang dipelihara.

Beberapa jenis predator udang yaitu jenis ikan seperti ikan kakap dan kerong-kerongan. Jenis crustaceae seperti kepiting dan jenis reptil seperti ular. Di samping itu beberapa jenis udang liar juga dapat menjadi competitor dalam mencari pakan sehingga dikhawatirkan udang akan mengalami kekurangan pakan.

B. Parasit

Parasit mudah menyerang udang bila kualitas air kurang baik, terutama pada kondisi lingkungan bahan organik yang tinggi. Parasit akan menempel pada insang, kaki renang dan kaki jalan. Pada kondisi lebih parah, parasit akan menempel pada permukaan tubuh udang. Parasit akan terlepas dari tubuh bila udang tersebut mengalami molting. Pencegahan keberadaan parasit pada udang bisa dilakukan dengan pergantian air, pemakaian probiotik dan pemberian pakan. Beberapa jenis parasit yang sering menyerang udang diantaranya yaitu : zoothamium, vorticela, dan epistylis.

C. Bakteri dan Jamur

Bakteri umumnya uniseluler atau sel tunggal tidak mempunyai khlorofil, berkembangbiak dengan pembelahan sel. Jamur umumnya berbentuk filamen atau serat yang disebut dengan hifa atau miselia, tidak berkhlorofil. Bakteri dan jamur tumbuh optimal di perairan yang mengandung bahan organik tinggi (sekitar 50 ppm) dan tidak boleh melebihi batas tersebut. Jamur (cendawan) sering dijumpai pada udang yang sakit. Infeksi cendawan lebih sering menyerang tubuh udang bagian luar, seperti carapace dan insang bagian dalam. Jenis

cendawan yang umumnya menyerang udang antara lain : *Sinolpidium sp*, *Haliphthoros sp*, dan *Lagenidium sp*.

D. Virus

Virus merupakan salah satu jenis patogen obligat murni dengan salah satu ciri utama organisme ini tidak dapat hidup secara bebas di alam. Untuk kehidupannya virus ini tergantung sepenuhnya pada inangnya. Sifat virus yang demikian menyebabkan organisme ini mempunyai daya serang yang cukup berat (Wijayati dan Fahriss, 1999). Bentuk virus yaitu batang pendek, batang panjang, bulat dan polyhedral. Ukurannya sangat kecil bergaris tengah kira-kira 10-20 mikrometer dan panjang 20-400 mikrometer (Yanuhar, 2006).

Virus merupakan ancaman yang serius karena dapat menyebabkan kematian udang vannamei secara massal dalam waktu singkat. Faktor penyebab munculnya virus yaitu faktor nutrisi, lingkungan dan genetika. Beberapa virus yang perlu diwaspadai pada budidaya vannamei yaitu *white spot syndrome virus* (WSSV), *taura syndrome virus* (TSV), dan *infectious hypodermal hematopoietic necrosis virus* (IHHNV) (Haliman dan Adijaya, 2006).

2.3 Penyakit WSSV (*White Spot Syndrome Virus*)

Salah satu agen penyakit yang paling berbahaya adalah virus karena penularan virus sangat cepat dan dapat mengakibatkan kematian massal bagi ikan maupun udang. Virus resisten terhadap senyawa bahan kimia tertentu atau antibiotik karena partikel virus di dalam sel tubuh dilindungi oleh koagulasi protein plasma dan protein sel (Putri,

2006). Virus merupakan parasit obligate intraselluler, ukuran sangat kecil bergaris tegah kira-kira 10-20 mikrometer dan panjang 20-400 mikrometer (Yanuhar, 2006).

Virus penyebab penyakit pada udang vanamei adalah *baculo virus* (BP), *Monodon Baculo Virus* (MBV), *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Baculovirus Midgut Glant Necrosis* (BMN), *Infectious Hypodermal dan hematopoietic necrosis Virus* (IHHNV), *Hepatopancreatic Parvo Like Virus* (HPV) dan *Hepatopancreic Reo Like Virus* (HBVERO). *Monodon Baculovirus* (MBV) dan (Amri, 2006).

WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) biasa disebut dengan bintik putih (white spot), penyakit ini pertama kali menyerang udang budidaya di Sanghai Cina tahun 1993 (Kordi, 2006). Penyakit ini dapat menyerang udang windu maupun udang vanamei, gejala klinis yang muncul berupa bintik-bintik putih pada bagian carapak (Haliman dan Dian, 2006). Penyakit ini dapat mengakibatkan kematian massal waktu kematian sangat cepat umunya antara 2-3 hari. Tanda-tanda WSSV apabila bagian kepala terlihat adanya bercak putih. Udang yang terinfeksi virus biasanya berenang kepinggir kemudian mati. Kematian udang terjadi secara drastis, dimulai dari beberapa udang pada hari pertama dan meningkat hingga terjadi kematian massal. Udang yang mati terlihat sekujur tubuhnya dipenuhi bercak putih (Taslihan *et.al*, 2005).

Lightner, (1996), menyatakan bahwa WSSV disebabkan oleh virus SEMBV yang tergolong virus berbahan genetik DNA (Dioxyribonucleic Acid) berbentuk batang (Bacilliform) Secara morfologi, ukuran, patologi selular dan asam nukleat, WSSV (Pm NoBII-Type) dikelompokkan pada Non-occluded Baculovirus, subfamili Nudibaculoviridae dan famili Baculoviridae (Mahardika *et.al*, 2004). Kemudian virus ini mempunyai virion yang berupa partikel berbentuk batang dengan ukuran 305 30 x 127

11 nm, dan dalam nukleusnya terdapat satu nukle-osom yang akan bergabung awal replikasi (Wang *et.al*, 1997a).

Penyakit ini ditandai adanya bintik putih pada bagian carapak dan dapat menimbulkan kematian massal dalam beberapa hari setelah gejala pertama muncul. Penyakit ini muncul terutama pada umur 2 bulan pemeliharaan di tambak. Munculnya penyakit bintik putih dipicu oleh banyak faktor : kondisi stress akibat lingkungan yang kurang memungkinkan serta kondisi tubuh udang yang melemah, dapat memicu munculnya penyakit terutama bila pathogen WSSV masuk ke dalam system budidaya melalui berbagai cara yaitu melalui bibit, air, udara, serta karier pathogen, atau bisa juga berasal dari induk udang (Anshary *et.al*, 2004).

2.4 Kualitas Air

Habitat asli udang vannamei adalah dasar perairan cenderung berlumpur (Subaidah, 2003). Biasanya mulai dari garis pantai sampai kedalaman 72 meter, dan juga telah ditemukan pada perairan mangrove. Vannamei dapat beradaptasi dengan baik pada kedua suhu perairan tersebut (Elovaara, 2001). Sebagai hewan yang bersifat *euryhaline* udang vannamei mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas air, yaitu antara 5 – 30 ppt. Kandungan oksigen terlarut yang baik berkisar 4 – 6 ppm, suhu 26 – 32 °C (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.4.1 Suhu

Baik secara langsung maupun tidak langsung, suhu air mempunyai peran penting dalam menentukan pertumbuhan dan kehidupan udang yang dipelihara (Sutaman, 1994). Suhu air payau berpengaruh terhadap sifat fisika, kimia, dan biologis air tambak yang akibatnya mempengaruhi fisiologis kehidupan dan perkembangan udang windu. Secara

umum laju pertumbuhan udang meningkat sejalan dengan kenaikan suhu sampai batas tertentu. Suhu yang baik bagi kehidupan udang vanamei adalah berkisar antara 26-32⁰ C. Kenaikan suhu menyebabkan aktivitas metabolisme organisme air meningkat dan menyebabkan berkurangnya gas-gas terlarut dalam air yang berguna bagi kehidupan udang. Meningkatnya suhu yang tidak dikehendaki dapat mengganggu kehidupan udang, sekalipun udang mampu menyesuaikan diri terhadap kenaikan suhu. Akan tetapi, kenaikan melebihi 35⁰ C dalam waktu yang lama akan menambah daya racun terhadap udang yang dapat menimbulkan kematiannya (Sutaman, 2000).

Pada suhu di bawah 25⁰ C, nafsu makan udang berkurang sehingga perlu diambil solusi supaya nafsu makannya kembali membaik dan ketahanan tubuhnya meningkat. Beberapa cara yang dapat diaplikasi yaitu penambahan atraktan cara yang dapat diaplikasi yaitu penambahan atraktan (minyak ikan dan minyak cumi), imunostimulan (vitamin C dan peptidoglikan), serta pakan segar (cumi, kepiting, dan rebon) (Soetomo, 2000).

2.4.2 (Derajat Keasaman) pH

Derajat keasaman atau pH adalah cerminan dari derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hydrogen menggunakan rumus umum $\text{pH} = -\log \text{H}^+$. Air murni terdiri dari ion H^+ dan OH^- dalam jumlah yang berimbang sehingga pH air murni biasa =7 (Wirawan, 1995). Sifat senyawa-senyawa dalam air dapat berupa asam dan basa. Asam adalah senyawa yang menghasilkan ion hidrogen (H^+) bila dilarutkan dalam air, sedang basa adalah senyawa-senyawa yang menghasilkan ion hidroksil (OH^-) bila dilarutkan dalam air. Cirinya adalah larutan asam yang didasarkan atas aktivitas ion hidroksil (OH^-). Pedoman derajat keasaman air ditentukan oleh konsentrasi ion H^+ yang digambarkan dengan angka 1 sampai 14. Angka kurang dari 7 menunjukkan bahwa air

bersuasana alkalis atau basa. Jika pH kurang dari 5 maka akan menyebabkan terjadinya penggumpalan lender pada insang sehingga udang akan mati lemas. Apabila pH lebih besar dari 9 akan mengganggu kehidupan udang dan pertumbuhan makanan alami, bahkan nafsu makan udang menjadi menurun yang berarti pertumbuhan udang menjadi lambat (Soetomo, 2000). pH yang ideal untuk pertumbuhan udang vanamei antara 7,5-8,5 (Haliman dan Adijaya, 2006).

2.4.3 Oksigen Terlarut (O_2)

Oksigen adalah parameter yang sangat mendasar di suatu perairan O_2 sangat penting bagi semua organisme perairan yang bersifat aerobik (Wirawan, 1995). Sumber-sumber oksigen terlarut dalam air adalah : langsung dari atmosfer melalui permukaan secara difusi, hasil fotosintesis tumbuhan berklorofil. Absorpsi oksigen dari udara pada permukaan, proses ini biasanya relative lambat dan kurang efektif dalam memasok oksigen ke dalam lapisan air dan melalui bermacam-macam bentuk gerakan permukaan air misalnya : adanya gelombang baik dari pengadukan atau turbulensi (Subarijanti, 1990). Oksigen dibutuhkan udang untuk bernapas, ketersediaan oksigen di dalam air sangat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang. Oksigen bisa dimanfaatkan udang adalah oksigen terlarut dalam air. Kandungan oksigen yang baik untuk pertumbuhan dan kehidupan udang adalah 4-8 ppm (Amri, 2006).

Kadar O_2 dalam tambak pun dapat mengalami perubahan yang mendadak karena pengaruh proses penguraian bahan organik, pernapasan, dan pembusukan di dalam air tambak sehingga dapat menyebabkan habisnya persediaan oksigen terlarut. Apabila persediaan oksigen kurang dari 20 % dari kebutuhan normal udang maka gerakan operculumnya akan berhenti sehingga udang akan menggelepar-gelepar, meloncat-loncat dan akhirnya mati. Kebutuhan akan oksigen terlarut dipenuhi dengan cara

memperbanyak pemasukan air ke dalam tambak secara terus menerus dengan jertentu atau secara berkala dengan air baru yang bermutu dan segar, membuat kincir air, air mancur tambak, dan aerator atau penghembus udara (blower) di dalam tambak (Soetomo, 2000). Ada dua metode penentuan oksigen terlarut yang dapat diandalkan yakni metode winkler, metode winkler titrasi dilakukan dengan cara menghitung cairan titran (Amri, 2006).

2.4.4 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang (Haliman dan Adijaya, 2006). Kadar garam (salinitas) menggambarkan kandungan garam-garam yang terlarut dalam air yang membedakan jenis menjadi air tawar, payau, laut. Salinitas air yang mempunyai pengaruh langsung terhadap tekanan osmotik air semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Sutaman, 1994). Pengukuran salinitas dilakukan dengan alat salinometer (Murtidjo, 1991). Salinitas yang cocok bagi kehidupan dan pertumbuhan udang vaname adalah antara 15-30 promil (Taslihan *et.al*, 2005).

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

2.4.5 Amonia

Amonia merupakan produk dari proses mineralisasi atau amonifikasi bahan organik oleh bakteri dan juga hasil ekskresi proses metabolisme dari jasad hidup dalam air. Amonia bebas maupun ammonium kedua-duanya bersifat racun terhadap ikan atau udang, namun daya racun NH_3 lebih tinggi daripada ion ammonium (Wirawan, 1995). Amonia merupakan senyawa yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan udang. Munculnya ammonia di dalam tambak disebabkan oleh adanya sisa pakan yang tidak termakan, bangkai hewan dan tumbuhan, kotoran udang dan bahan organik lainnya yang membusuk missal ganggang (Amri, 2006).

Amonia yang masuk melalui ke tubuh melalui insang akan ikut beredar bersama darah dan merusak sel-sel darah sehingga darah membeku yang mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Dalam jumlah banyak ia dapat mematikan udang. Jumlah amonia didalam tambak akan bertambah sejalan dengan aktifitasnya proses perombakan dan meningkatnya suhu air dan pH semakin tinggi 0,45 ppm , amonia dapat menghambat pertumbuhan udang sampai 50 %. Agar udang tumbuh baik, ammonia yang terdapat di dalam air tidak boleh lebih dari 0,1 ppm (Amri, 2006).

Amonia akan mengalami proses nitrifikasi dan denitrifikasi sesuai dengan siklus nitrogen dalam air sehingga menjadi nitrit (NO_2) nitrat (NO_3). Proses ini akan berjalan lancar bila tersedia bakteri nitrobacter dan nitrosomonas. Nitrobacter berperan mengubah amonia menjadi nitrat dan bakteri nitrosomonas berperan mengubah nitrit menjadi nitrat. Salah satu cara meningkatkan jumlah bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi yaitu dengan aplikasi probiotik yang mengandung bakteri yang dibutuhkan (Haliman dan Adijaya, 2006).

2.4.6 Alkalinitas

Alkalinitas adalah konsentrasi total dari basa - basa yang terkandung dalam perairan dan dinyatakan dalam mg/l, yang setara dengan kalsium karbonat. Secara alamiah bentuk basa utama di perairan adalah ion karbonat (CO_3) dan bikarbonat (HCO_3) (Wirawan, 1995). Nilai alkalinitas yang optimal bagi pertumbuhan udang vannamei adalah 90-130 mg/l (Taslihan *et.al*, 2005).

Alkalinitas merupakan kapasitas suatu perairan dalam menyangga perubahan pH atau kapasitas dalam netralisasi asam. Tingkat alkalinitas yang tinggi berarti bahwa perairan tersebut sangat stabil dalam menghadapi perubahan pH. Perairan tawar memiliki tingkat alkalinitas sebesar kurang dari 5 mg/L pada air lunak (soft water) dan 500 mg/L pada air sadah (hard water). Pada air payau dan laut, tingkat alkalinitas berkisar antara 116 mg/L. Oleh karena itu, alkalinitas jarang menjadi permasalahan pada budidaya payau maupun laut (Hanggono, 2007).

2.5. Pengelolaan Kualitas Air

Air merupakan habitat (tempat hidup) udang maupun organisme lainnya, termasuk organisme patogen (penyakit), karena itu dalam pemeliharaan udang parameter air harus berada pada kisaran yang mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang (Kordi, 2007). Pengelolaan kualitas air adalah cara pengendalian kondisi air sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan fisik dan kimiawi bagi kehidupan dan pertumbuhan udang (Sutaman, 1994).

2.5.1 Kualitas Air dan Kesehatan Udang

Kualitas air terikat erat dengan kondisi kesehatan udang. Kesehatan udang salah satunya dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air yang baik mampu mendukung pertumbuhan secara optimal. Hal itu berhubungan dengan faktor stress udang akibat perubahan parameter kualitas air (Haliman dan Adijaya, 2006). Selama pemeliharaan udang vanamei mutu dan kuantitas air harus dipertahankan sehingga udang vanamei dan organisme dapat hidup dan berkembang secara baik. Berbagai usaha perlu dilakukan untuk meningkatkan mutu air dan lingkungannya serta mencegah pencemaran yang mungkin timbul, baik secara langsung maupun tidak langsung, pada sumber air tawar dan air payau (Soetomo, 2000). Beberapa parameter kualitas air primer yang harus selalu diperhatikan dan dipantau yaitu : suhu, salinitas, pH, O₂, dan ammonia. Parameter-parameter tersebut akan mempengaruhi proses metabolisme tubuh udang, seperti keaktifan mencari pakan, proses pencernaan dan pertumbuhan udang (Haliman dan Adijaya, 2006).

Kelalaian dalam pengelolaan air akan mengakibatkan masuknya bahan pencemar yang dapat mempengaruhi dan mengubah sifat air baik fisik maupun kimia dan biologinya. Hal ini sangat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan dan perkembangan udang serta organisme penunjang sehingga bobot per-ekor menurun dan presentase kematiannya tinggi (Soetomo, 2000). Kandungan salinitas air terdiri dari garam-garam mineral yang bermanfaat, kalsium berfungsi mempercepat pengerasan kulit udang setelah moulting. Kisaran salinitas yang optimal adalah 15-25 ppt. Suhu air erhubungan dengan nafsu makan dan proses metabolisme udang misalnya pada musim kemarau suhu air menurun hingga kurang dari 24 °C, pada kondisi ini nafsu makan udang dapat menurun. Tingkat kekeruhan dapat

berdampak negative dan positif terhadap udang, terutama dalam sumber pakan (Haliman dan Adijaya, 2006).

2.5.2 Kualitas Air dan Sistem Kekebalan Tubuh Udang

Bila nilai-nilai parameter kualitas air tidak sesuai standar maka udang akan mudah stress (Haliman dan Adijaya, 2006). Faktor pemicu munculnya penyakit pada udang tidak selalu disebabkan oleh munculnya organisme, faktor lingkungan seperti salinitas, kandungan O₂, kadar ammonia dan faktor kurangnya makanan juga menimbulkan stress pada udang (Amri, 2006). Faktor lingkungan ini mengakibatkan produksi antibodi berkurang sehingga imunitas atau kekebalan tubuh udang vannamei terhadap serangan penyakit menjadi berkurang (Soetomo, 2000). Pada prinsipnya penyakit yang menyerang udang budidaya tidak datang begitu saja, melainkan melalui proses hubungan antara tiga faktor yaitu kondisi lingkungan (kualitas air), kondisi inang (udang), dan adanya jasad patogen (jasad penyakit). Dengan demikian timbulnya serangan penyakit itu merupakan hasil interaksi yang tidak serasi antara lingkungan, inang, udang dan jasad organisme penyakit. Interaksi yang tidak seimbang ini menyebabkan stress pada udang, sehingga mekanisme pertahanan diri yang di milikinya menjadi lemah akhirnya mudah diserang penyakit (Kordi, 2007). Beberapa penyakit yang disebabkan oleh kualitas air yang jelek antara lain : *Monodon Baculo Virus (MBV)*, *White Spot Syndrom Virus (WSSV)*, dan *Taura Syndrome Virus (TSV)*. Usaha untuk meningkatkan daya tahan tubuh udang salah satunya yaitu aplikasi imunostimulan pada pakan, misal: vitamin C, kualitas air yang jelek segera diperbaiki agar daya tahan tubuh udang tidak terganggu (Haliman dan Adijaya, 2006).

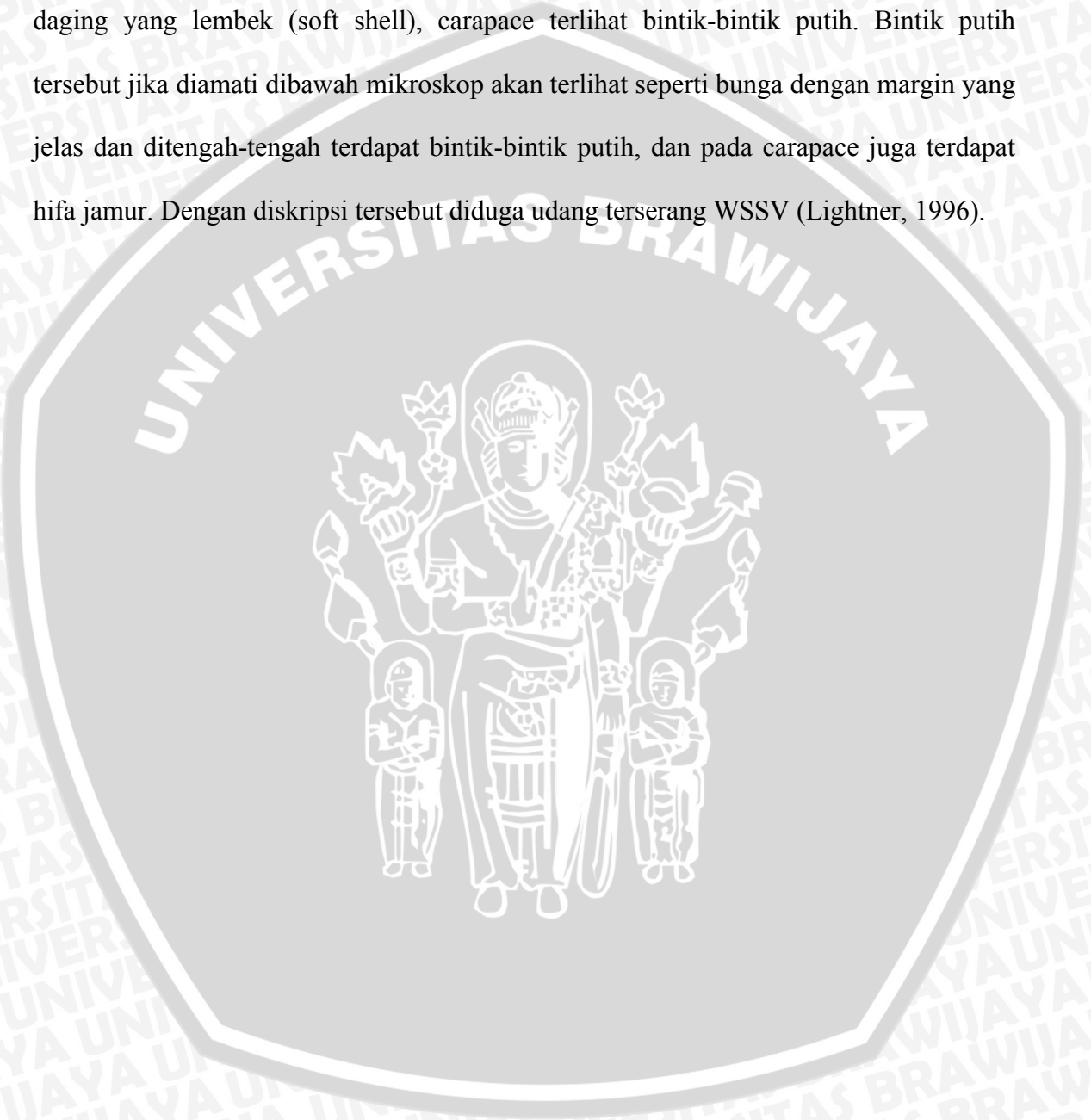
2.6 Mekanisme Serangan WSSV Terhadap Udang Vannamei

Sudha *et.al* (1998) menyatakan bahwa 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. Pada fase akut terdapat bercak-bercak putih pada karapas dengan diameter 0.5 - 3.0 mm (Mahardika *et.al.*, 2004) , dan bercak putih ini pertama kali muncul pada cephalothorax, segemen ke 5 dan ke 6 dari abdominal dan terakhir menyebar keseluruh kutikula tubuhnya (Wang *et.al.*, 1997a). Pada kasus WSSV adanya bintik atau spot putih pada bagian karapas sudah menjadi tanda umum (Wang *et.al.*, 1997b), tetapi pada induk udang warnanya menjadi merah (Mahardika *et.al.*, 2004). Organ-organ target yang diserang yang dapat dijadikan sebagai indikator serangan yaitu sel-sel insang, hepatopankreas dan usus. Udang yang terserang penyakit ini dalam waktu singkat udang dapat mengalami kematian (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2004).

Tahapan serangan WSSV pada tubuh udang vannamei dimulai dari perkembangbiakan virus dimulai dengan menempelnya virus tersebut pada permukaan sel insang. Kemudian terjadi penyerapan/penembusan virus utuh atau fusi pembungkus virus dengan sel insang. Di dalam sel, virus akan melepaskan asam nukleat yang akan membuatnya dapat dicapai enzim yang akan menyalin, menerjemahkan dan mereplikasinya. Asam nukleat akhirnya diterjemahkan untuk memproduksi kapsid telanjang dan direplikasi untuk memproduksi lebih banyak asam nukleat virus. Perakitan komponen virus menjadi nukleokapsid terjadi setelah replikasi asam nukleat virus. Setelah virus baru terbentuk maka virus-virus tersebut dilepas dengan cara lisis

(penghancuran) sel inang atau ditekan keluar dengan sel inang. Virus-virus tersebut selanjutnya akan menginfeksi sel-sel lainnya (Volk and Wheeler, 1988).

Pengamatan gejala klinis udang yang terkena serangan WSSV mempunyai daging yang lembek (soft shell), carapace terlihat bintik-bintik putih. Bintik putih tersebut jika diamati dibawah mikroskop akan terlihat seperti bunga dengan margin yang jelas dan ditengah-tengah terdapat bintik-bintik putih, dan pada carapace juga terdapat hifa jamur. Dengan diskripsi tersebut diduga udang terserang WSSV (Lightner, 1996).



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang diamati dalam penelitian ini adalah : pengamatan perubahan tingkah laku, udang vannamei yang terinfeksi WSSV, dan tingkat kematiannya, serta faktor kualitas air (pH, suhu, salinitas, Amonia, Alkalinitas,dan Oksigen terlarut) sebagai data pendukung.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen yang bertujuan untuk menyelidiki ada dan tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan akibat tersebut dengan cara memberi perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidikan kontrol untuk perbandingan (Nazir, 1989).

Teknik pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung atau dengan pengamatan secara langsung (Nazir, 1989). Data yang diperoleh adalah data yang dikumpulkan langsung di lapang oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya (Hasan, 2002). Observasi langsung berupa pengamatan symptom (perubahan tingkah laku), pengamatan terhadap tingkat kematian aecara berkala pada udang vannamei yang telah diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi yang berbeda-beda, pengukuran kualitas air secara periodik yang meliputi : pH, suhu, salinitas, Amonia, Alkalinitas,dan Oksigen terlarut.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), RAL merupakan satuan rancangan percobaan yang paling sederhana dan biasanya

perlakuan tidak harus sama, walaupun lebih baik bila sama (Sutjihno, 1992). Penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) perlakuan dan 1 kontrol untuk pembandingan. Dalam setiap bak fiber diisi 5 ekor induk udang vannamei 5 kali ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan pemberian dosis pada penyakit WSSV untuk menginfeksi induk udang vannamei dalam bak-bak fiber, dimana perbedaan dosis adalah sebagai berikut :

Perlakuan A (kontrol) = hewan uji diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi

0 ml

Perlakuan B = hewan uji diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi

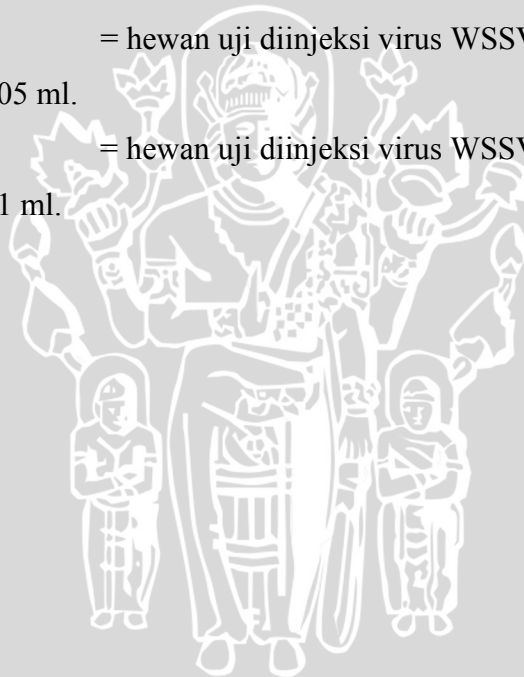
0,025ml.

Perlakuan C = hewan uji diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi

0,05 ml.

Perlakuan D = hewan uji diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi

0,1 ml.



3.4 Parameter Uji

Parameter yang diuji dalam penelitian ini meliputi parameter utama dan parameter pendukung.

3.4.1 Parameter Utama

a. Pengamatan Tingkat Kematian Udang Vannamei

Dilakukan pengamatan terhadap waktu kematian udang vannamei yang telah diinjeksi virus WSSV dengan konsentrasi yang berbeda-beda.

b. Pengamatan Terhadap Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei

Pengamatan terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei dilakukan selama penelitian berjalan, yaitu setelah dilakukan penginjeksian. Pengamatan tersebut meliputi : pergerakan, pola makan, respon terhadap rangsangan luar dan dalam.

3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang digunakan adalah pengukuran kualitas air yang meliputi salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO), alkalinitas, pH (derajat keasaman), amoniak (NH_3). (Lampiran 1)

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pelaksanaan Penelitian

➤ Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan yaitu calon induk udang vannamei berukuran 40 – 60 gr/ekor. Dimana udang vannamei tersebut dipelihara dalam bak-bak percobaan dengan kepadatan masing-masing bak percobaan 5 ekor.

➤ Media Uji

Media uji adalah air laut yang sudah disaring dan didesinfeksi menggunakan kaporit dengan kadar 30 ppm serta dibiarkan dengan aerasi kuat selama 2 – 3 hari.

➤ **Tempat Uji**

Tempat uji berupa bak fiber glass berukuran 500 liter, sebelum digunakan bak dibersihkan dari kotoran yang menempel pada dinding dengan cara disikat dan dicuci dengan air tawar. Selanjutnya bak diisi dengan air yang telah didesinfeksi dengan volume 150 liter.

➤ **Pembuatan stok virus WSSV**

Virus WSSV diperoleh dari udang vannamei yang telah terinfeksi virus WSSV. Udang vannamei diambil dari tambak dan mempunyai berat rata-rata 50 - 60 gr. Udang tersebut dipisah-pisahkan organ tangkai mata, kulit, insang dan daging. Masing-masing sampel dihaluskan menggunakan air laut steril (trisalt) dengan pengenceran 10 %. Sampel disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit kemudian disentrifugasi lagi dengan kecepatan 6000 rpm selama 15 menit. Supernatan yang dihasilkan disaring dengan miliopore 0,45 μm . Untuk menghindari kontaminasi dengan bakteri supernatan yang dihasilkan disaring lagi menggunakan milipore 0,20 μm . Hasil penyaringan inilah yang digunakan sebagai infektor pada hewan uji (Sano *et.al*, dalam Atmomarsono *et.al*, 1999).

➤ **Infeksi Virus WSSV ke hewan uji**

Virus diinfeksi ke tubuh udang vannamei dengan cara disuntikkan secara intramuscular dengan konsentrasi 0,025 ; 0,05 ; dan 0,1 ml. Sebagai kontrol hewan uji tidak dilakukan pemberian dosis virus WSSV.

Hewan uji sebelumnya telah diaklimatisasi selama 1 minggu di media uji, setelah hewan uji menunjukkan perilaku normal di media uji selanjutnya hewan uji diinfeksi dengan virus WSSV sesuai perlakuan.

➤ **Pengamatan Perubahan Tingkah Laku**

Setelah calon induk udang vannamei diinjeksi dengan masing-masing perlakuan, selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perubahan tingkah laku meliputi: pola makan, gerakan, respon terhadap rangsangan dari dalam maupun luar.

3.6 Analisa Data

Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan perubahan tingkah laku (symptom) yaitu dengan menggunakan metode deskriptif. Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data yang bersifat deskriptif berupa kata-kata, catatan lapangan (pengamatan), foto atau gambar, dokumen dan sejenisnya. Proses analisis data dimulai dengan menelaah seluruh data yang terkumpul dari berbagai sumber, yaitu dari pengamatan yang sudah dituliskan dalam catatan lapangan, dokumen, gambar, foto dan sebagainya. Analisa deskriptif merupakan metode analisa yang bertujuan mendeskripsikan atau menjelaskan sesuatu hal apa adanya (Irawan *dalam* Baroroh, 2008).

Dalam pengolahan data, jawaban yang diperoleh diberi simbol berupa angka. Simbol angka ini kita sebut kode, pada kode tersebut sudah ditentukan, misalnya ya diberi kode 1 dan tidak kode 0 (Singarimbun dan Sofian, 1989). Dalam hal pemberian coding, perlu juga dicatat konteks mana istilah itu muncul. Kemudian dilakukan klasifikasi terhadap coding yang telah dilakukan. Klasifikasi dilakukan dengan melihat sejauh mana satuan makna berhubungan dengan tujuan penelitian (Bungin, 2001).

Pemberian kode dalam penelitian ini berdasarkan tingkat infeksi terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei, yaitu untuk gejala ringan diberi kode 1, gejala

sedang kode 2-3, dan gejala berat diberi kode 4-5. Kategori dengan kode 1 yaitu gejala ringan perubahan tingkah laku udang pada segi luar tubuh, untuk gejala sedang perubahan tingkah laku dicirikan dengan terganggunya sistem organ dalam tubuh. Sedangkan pada gejala berat dicirikan udang sudah kehilangan sistem pertahanan tubuh yang berakibat udang menjadi lemah hingga mengalami kematian.

Setelah tahapan diatas dilakukan, data dianalisa sesuai dengan rancangan yang digunakan (RAL), model rancangan statistik yang digunakan berdasarkan Yitnosumarto (1991), yaitu :

$$Y_{ij} = \mu + d_i + ij$$

Dimana : Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = rata-rata

d_i = pengaruh perlakuan ke-i

ij = kesalahan (galat) percobaan pada perlakuan ke-i dan untuk ulangan ke-j

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan analisis statistik melalui uji sidik ragam atau anova (analisis of variabel), yaitu sebagai berikut :

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Perlakuan	P-1	JKP	KTP	KTP	
Galat	P(n-1)	JKG	KTG	KTG	
Total	Pn-1	JKT			

Keterangan :

p = jumlah perlakuan

n = jumlah ulangan

db = derajat bebas

KTP = kuadrat tengah perlakuan

KTG = jumlah kuadrat galat

JKG = jumlah kudrat galat

JKT = jumlah kuadrat total

JKP = jumlah kuadrat perlakuan

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan :

- Jika $F\text{-hitung} < F\text{-tabel } 5\%$, berarti perlakuan tidak berbeda nyata
- Jika $F\text{-hitung} > F\text{-tabel } 1\%$, berarti perlakuan berbeda sangat nyata
- Jika $F\text{-tabel } 5\% < F\text{-hitung} < F\text{-tabel } 1\%$, berarti perlakuan berbeda nyata

Jika data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh beda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*), maka untuk membandingkan nilai antara perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Udang Vannamei yang Sehat

Dari hasil penelitian diperoleh udang yang sehat menunjukkan perilaku yang normal seperti ditunjukkan pada perlakuan kontrol (tanpa perlakuan pemberian dosis virus) diantaranya udang aktif bergerak pada malam hari untuk mencari makan atau untuk memakan makanan yang telah diberikan, sedangkan pada siang hari udang vannamei cenderung berdiam diri di dasar kolam, dan bergerak didasar saja tanpa memunculkan diri di atas permukaan kolam. Perilaku udang yang lain ditunjukkan seperti respon udang terhadap rangsangan yang ada seperti : cahaya, bayangan dan sentuhan sangat responsif, hal ini terlihat pada malam hari ketika diberikan cahaya dari lampu senter maka udang akan mendekati sumber cahaya tersebut. Kemudian adanya bayangan menyebabkan udang akan berenang menjauh dari arah bayangan, begitu juga dengan adanya rangsangan berupa sentuhan maka udang akan segera berenang menjauh ke arah yang berlawanan terhadap rangsangan yang ada. Sedangkan untuk nafsu makan berlangsung secara normal, pakan yang diberikan yaitu pellet sebesar 2% dari berat tubuh per ekor habis tidak bersisa dan feses yang dihasilkan berbentuk memanjang berwarna cokelat dan mengendap di dasar.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Adiwijaya *et.al*, (2004) bahwa udang yang sehat dicirikan dengan tingkah laku yang normal (tidak terjadi penyimpangan) yaitu jika diamati secara visual maka akan menunjukkan ciri-ciri : nafsu makan berjalan normal, gerakannya aktif, berenang normal dan melompat bila anco diangkat, respon positif terhadap arus, cahaya, bayangan dan sentuhan, tubuh berwarna cerah berbelang putih

yang jelas, tubuh bersih licin tidak ada kotoran atau lumut yang menempel, tubuh tidak keropos dan anggota tubuh lengkap.



Gambar 2. Udang Vannamei pada perlakuan kontrol

4.2 Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei Pasca Perlakuan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap pengaruh pemberian dosis virus WSSV yang berbeda terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei diperoleh perubahan tingkah laku yang berbeda-beda pada setiap tingkatan dosis. Untuk dosis yang rendah perubahan tingkah laku yang ditunjukkan tidak begitu signifikan jika dibandingkan dengan pemberian dosis yang tinggi perubahan tingkah laku sangat berarti seperti disajikan pada table 1.

Tabel 1. Tabel Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei Pasca Infeksi Virus WSSV

No.	Dosis Virus (ml)	Tingkah Laku
1.	0	<ul style="list-style-type: none"> - Udang aktif bergerak pada malam hari - Cepat merespon gangguan - Nafsu makan normal - Diam didasar pada saat siang hari
2.	0,025	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang aktif bergerak pada malam hari - Gerakan lambat - Nafsu makan - Respon terhadap rangsangan sangat rendah
3.	0,05	<ul style="list-style-type: none"> - Udang berenang miring ke permukaan - Udang menjauhi aerator dan tampak lemas - Berkumpul dipinggir saling berdekatan - Ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan - Gerakan lambat
4.	0,1	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah - Pakan yang diberikan masih utuh - Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan - Udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam - Udang dalam keadaan lemas dan mengalami kematian

Berdasarkan tabel diatas jika dilakukan perhitungan statistik sebagai berikut :

Tabel 2. Perhitungan Statistik Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei Pasca Infeksi

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A (0 ml)	0	0	0	0	0	0
B(0,025 ml)	2	1	3	4	1	2,2
C (0,05 ml)	3	3	1	4	1	2,4
D (0,1 ml)	3	2	4	5	5	3,8
Total						8,4

Keterangan : Gejala ringan (skor 1)
Gejala sedang (skor 2-3)
Gejala Berat (skor 4-5)

Dari hasil perhitungan pada lampiran 3 didapatkan sidik ragam yang disajikan pada table 3.

Tabel 3. Tabel Sidik Ragam Infeksi

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	12,38	3,09	25,75**	3,06	4,89
2. Acak	15	1,76	0,12			
Total	19					

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

Pada tabel 3. terbukti bahwa pengaruh penginfeksi virus WSSV berbagai dosis terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei adalah berbeda sangat nyata.

Dari hasil perhitungan uji BNT pada lampiran 2. didapatkan nilai uji BNT yang disajikan pada table 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji BNT Perubahan Tingka Laku Udang Pasca Penginfeksi

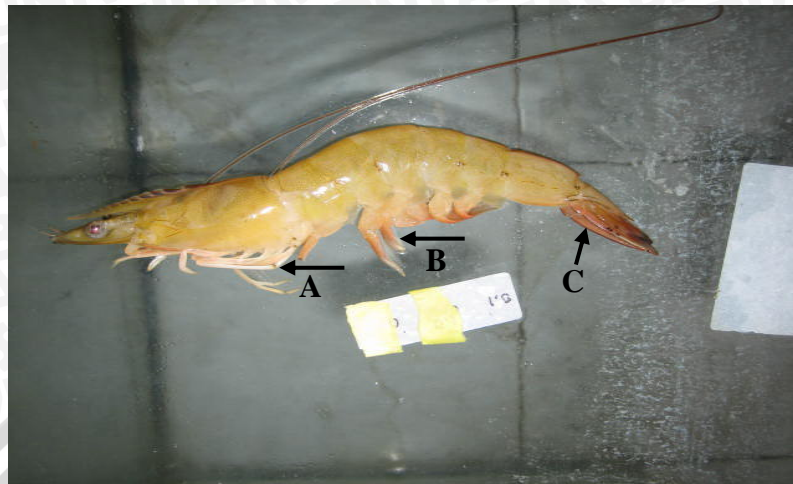
Rata-rata Perlakuan	A = 0	B = 1,60	C = 1,66	D = 2,05	Notasi
A = 0	0	-	-	-	a
B = 1,60	1,60**	0	-	-	b
C = 1,66	1,66**	0,06 ^{ns}	0	-	b
D = 2,05	2,05**	0,99**	0,39 ^{ns}	0	bc

Keterangan : ^{ns} (tidak berbeda nyata)
 * (berbeda nyata)
 ** (berbeda sangat nyata)

Pada uji BNT menunjukkan bahwa adanya perlakuan mempengaruhi perubahan tingkah laku terendah sampai tertinggi dengan transformasi data menggunakan rumus ($\sqrt{x+0,5}$) didapatkan pada perlakuan A (0 ml) atau B (0,025 ml), perlakuan C (0,05 ml) dan perlakuan D (0,1 ml). Perlakuan A (0 ml) dan perlakuan B (0,025 ml) memberikan pengaruh terhadap tingkah laku udang vannamei, pada perlakuan A (0 ml) perubahan tingkah laku udang tidak terjadi karena masih dalam taraf normal (udang sehat). Untuk perlakuan B (0,025 ml) perubahan tingkah laku yang terjadi antara lain : kurang aktif bergerak pada malam hari, gerakan lambat, nafsu makan, respon terhadap rangsangan sangat rendah. Untuk perlakuan C (0,05 ml) dan perlakuan D (0,05 ml) menunjukkan bahwa kedua perlakuan tidak berbeda nyata hal ini berarti bahwa pengaruh perlakuan terhadap perubahan tingkah laku pada kedua dosis sama pada perlakuan C (0,05 ml) perubahan tingkah laku yang terjadi meliputi : udang berenang miring ke permukaan, udang menjauhi aerator dan tampak lemas, berkumpul dipinggir saling berdekatan, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan. Pada perlakuan D (0,1 ml) perubahan tingkah laku yang terjadi sangat berat seperti ditunjukkan : tidak aktif bergerak (lambat)

berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah, pakan yang diberikan masih utuh, tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan, udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam, udang dalam keadaan lemas dan mengalami kematian. Untuk perlakuan B (0,025 ml) dan perlakuan D (0,1 ml) menunjukkan bahwa pada kedua perlakuan terjadi perbedaan pengaruh penginfeksi terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei, dari notasi ditunjukkan bahwa pada dosis terendah yaitu perlakuan B (0,025 ml) perubahan tingkah laku yang terjadi tergolong pada gejala yang ringan, sedangkan pada dosis tertinggi pada perlakuan (0,1 ml) perubahan tingkah laku yang terjadi tergolong gejala berat. Berdasarkan Henryyanto (2004), dikatakan bahwa serangan WSSV mengakibatkan terjadinya perubahan tingkah laku yang tidak normal pada udang vannamei dari tingkatan ringan sampai berat.

Dari hasil pengamatan pemberian dosis virus WSSV menyebabkan perubahan warna pada ekor, kaki jalan, kaki renang udang vannamei menjadi kemerahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Mohan *et.al*,1998) bahwa udang yang terserang WSSV akan mengalami perubahan warna pada tubuhnya. Perubahan warna tersebut terjadi akibat terjadinya pembesaran kromatofor kutikula, lapisan kutikula merupakan organ pertahanan warna sehingga udang yang terserang WSSV akan mengalami perubahan warna tubuh (Jonny, 1999), seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Udang vannamei yang telah terineksi WSSV mengalami perubahan warna. (A) Kaki jalan kemerahan, (B) Kaki renang kemerahan, (C) Ekor berwarna merah.

Adanya perubahan tingkah laku pada berbagai tingkat dosis virus yang diberikan seperti gerakan udang baik berenang atau mencari makan di malam hari kurang aktif, udang cenderung hanya berdiam diri di dasar kolam, hal ini menurut (Jony, 1999) penurunan aktivitas oleh udang vannamei dikarenakan energi yang ada dalam tubuh udang sangat rendah sebagai akibat dari penurunan nafsu makan.

Menurut Wang *et.al*, (1997a), serangan penyakit WSSV ini menyerang sel-sel pada organ-organ vital seperti hepatopankreas, insang, usus, lambung dan juga sistem syaraf. Adanya kerusakan sel pada sistem syaraf tersebut menyebabkan adanya gangguan sistem syaraf udang yang mempengaruhi kinerja dari sistem syaraf itu, sehingga udang yang terserang penyakit WSSV ini akan mengalami perubahan tingkah laku diantaranya respon udang vannamei terhadap rangsangan yang ada disekitarnya sangat rendah, jika ada cahaya, sentuhan atau bayangan sistem syaraf pada udang tidak segera merespon rangsangan tersebut untuk kemudian memerintahkan anggota tubuhnya menanggapi rangsangan yang ada.

Pada perlakuan pemberian dosis virus WSSV ditunjukkan beberapa perubahan tingkah laku seperti gerakan udang yang sangat lambat, dan udang cenderung berdiam diri di dasar kolam dalam keadaan lemah. Hal ini terjadi karena salah satu organ yang menjadi target sasaran penyakit WSSV yaitu insang, seperti diketahui bahwa insang adalah bagian yang sangat vital pada sistem pernapasan, pada jaringan insang udang vannamei yang terinfeksi WSSV, menunjukkan adanya perubahan jaringan yang ditandai dengan hipertropi inti (pembesaran inti) dan badan inklusi sel. Pada fase awal infeksi kerusakan sel ditandai dengan inti membesar dan kromatin meringgir, sedangkan pada fase lanjut sel akan kehilangan strukturnya. Kerusakan sel-sel pada insang ini akan menyebabkan gangguan sistem pernafasan, sehingga udang sering naik ke permukaan dan berenang ke pinggir tambak. Kerusakan sel-sel pada lamella insang akan menyebabkan kerja dari organel-organel sel menjadi terganggu, dalam hal ini mitokondria sebagai lokasi pernapasan aerob yaitu fosforilasi oksidatif. Dengan demikian pembentukan ATP diperlambat dan berhenti, sehingga menyebabkan kegagalan selaput aktif "pompa natrium", penimbunan natrium intrasel dan difusi kalium keluar. Bila hal ini terus berlanjut akan mengakibatkan kematian sel, dan pada akhirnya udang akan mengalami kematian.

Hepatopankreas merupakan organ tubuh yang identik dengan lambung udang dan merupakan pusat dari pencernaan udang yang terletak di bagian kepala dan pada kondisi normal berbentuk segitiga serta berwarna kecoklatan (Marindro, 2007). Pada jaringan hepatopankreas udang vannamei yang terinfeksi WSSV, menunjukkan adanya perubahan jaringan yang ditandai dengan hipertropi inti (pembesaran inti) dan badan inklusi berwarna basofilik yang dikenal dengan *Cowdry type-A inclusion body*. Setyowati (2006), menjelaskan beberapa tingkatan kerusakan infeksi sel WSSV pada

analisa histologis antara lain : Normal (inti sel ditengah), ringan (sel bengkak warna kemerahan), sedang (sel bengkak dan inti sel kepinggir), dan akut (sel pecah dan inti keluar dari sel). Kerusakan sel-sel pada hepatopankreas ini akan menyebabkan pembusukan sel dan lisis sel, sehingga mengganggu metabolisme tubuh. Dalam hal ini hepatopankreas berfungsi sebagai organ yang memproduksi enzim pencernaan, penyimpanan sari makanan dan pembuangan sisa. Akibatnya apabila sel-sel pada jaringan hepatopankreas rusak atau hancur karena infeksi penyakit proses metabolisme dalam tubuh udang akan terganggu, yang menyebabkan pertumbuhan normal udang terhenti dan pada akhirnya udang akan mengalami kematian.



Gambar 4. Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV tampak lemah dan akhirnya mengalami kematian

4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Waktu Kematian Udang Vannamei

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan udang vannamei yang telah diinfeksi virus WSSV dengan dosis yang berbeda, menunjukkan waktu kematian yang berbeda-beda, hal ini dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Tingkat Penginfeksi Terhadap Waktu Kematian Udang Vannamei (Dalam Menit)

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4	5		
A (0 ml)	0	0	0	0	0	0	0
B(0,025ml)	3480	4980	4980	6450	6960	5370	1230,51
C (0,05 ml)	3120	3480	4020	4020	4260	3780	417,42
D (0,1 ml)	2070	2820	3120	3120	3120	2850	406,94
Total	8670	11280	12120	13590	14340	3000	

Dari tabel 5. ditunjukkan waktu kematian akibat infeksi virus dengan dosis yang berbeda-beda yang dinyatakan dalam menit. Berdasarkan analisa dengan menggunakan table sidik ragam , rata-rata jumlah kematian pada udang vannamei dari tiap perlakuan diperoleh F hitung sebesar 2008,33 (tabel 6). Nilai tersebut berada diatas F tabel 1 % (4,89), sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan tersebut memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap waktu kematian, (data selengkapnya ada dilampiran 3.)

Dari hasil perhitungan pada lampiran 3 didapatkan sidik ragam yang disajikan pada table 6.

Tabel 6. Tabel Sidik Ragam Waktu Kematian Udang Pasca Infeksi

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	48,19	12,05	2008,33**	3,06	4,89
Acak	15	0,09	0,006			
Total	19					

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

Pada tabel 3 terbukti bahwa pengaruh penginfeksi virus WSSV pada berbagai tingkatan dosis berpengaruh terhadap waktu kematian udang vannamei.

Dari hasil perhitungan uji BNT pada lampiran 3 didapatkan nilai uji BNT yang disajikan pada table 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji BNT

Rata-rata Perlakuan	A = 0	B = 3,71	C = 3,57	D = 3,45	Notasi
A = 0	0	-	-	-	a
B = 3,71	3,71**	0	-	-	b
C = 3,57	3,57**	0,14*	0	-	c
D = 3,45	3,45**	0,26**	0,12*	0	d

Keterangan : * (berbeda nyata)

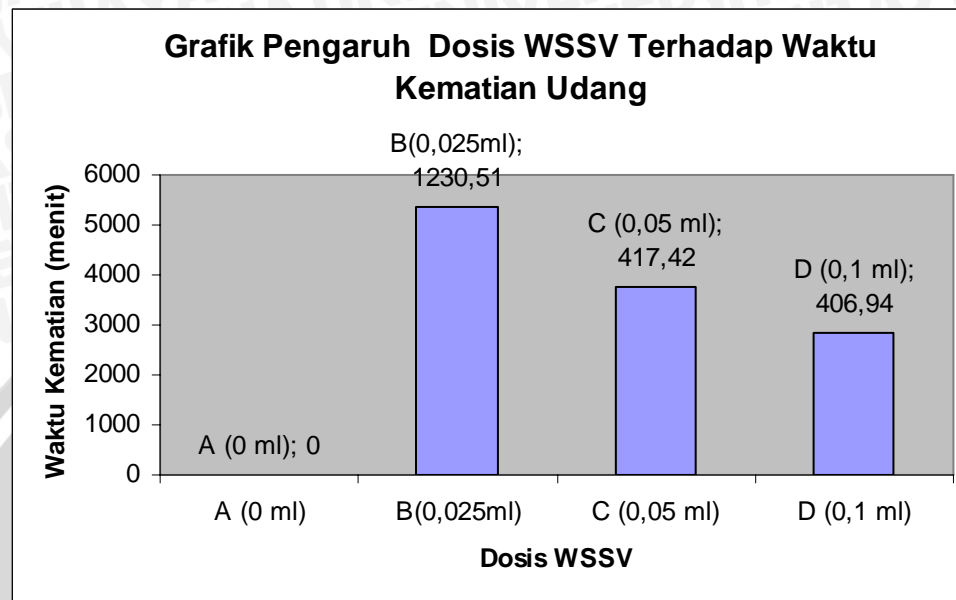
** (berbeda sangat nyata)

Dari tabel notasi BNT diatas, diperoleh kesimpulan bahwa antara kontrol, perlakuan A, perlakuan B dan perlakuan C masing-masing terdapat pengaruh yang nyata terhadap waktu kematian udang vannamei. Notasi pada tabel uji menunjukkan bahwa udang vannamei pada perlakuan D (dosis 0,1 ml) memberikan nilai yang tertinggi

terhadap waktu kematian udang vannamei yang ditunjukkan dengan waktu kematian tercepat yaitu dalam waktu 2070 menit pasca penginfeksi udang vannamei mengalami kematian untuk pertama kali. Kemudian diikuti perlakuan C (dosis 0,05 ml) waktu kematian sebesar 3120 menit lalu perlakuan B (0,025 ml) sebesar 3480 menit pasca penginfeksi, dan terendah yaitu pada kontrol (sehat) tidak terjadi kematian. Dengan adanya perbedaan notasi pada tiap perlakuan yang diberikan dapat disimpulkan, bahwa pada dosis WSSV yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya kematian udang vannamei dengan waktu yang relatif singkat.

Menurut Sudha *et.al.* (1998), bahwa infeksi WSSV dengan dominasi bintik putih pada karapasnya, tingkat infeksi jaringan tinggi, dan menimbulkan kematian dalam waktu 7 – 10 hari dikategorikan dalam tipe I (*acute* sampai *subacute*). Tipe II (*preacute*) dengan gejala klinis udang menjadi merah dan infeksi pada jaringan sangat tinggi sudah dapat menyebabkan kematian dalam waktu 2 – 3 hari. Sedangkan tipe III (kronis) infeksi yang dialami oleh jaringan rendah, bercak putih dan kemerahan pada udang tidak tampak, kematian terjadi lebih lama yaitu 15 – 28 hari.

Pengaruh antara penginfeksian WSSV dengan waktu kematian udang vannamei dapat digambarkan dalam grafik sebagai berikut



Gambar 5. Grafik Pengaruh Dosis WSSV Terhadap Waktu Kematian Udang Vannamei

Dari hasil ini menunjukkan bahwa udang yang diinfeksi dengan konsentrasi isolat virus WSSV yang tinggi, akan menyebabkan kematian pada udang lebih cepat, tanpa menampilkan tanda bintik putih pada udang. Hal ini dikarenakan infeksi pada jaringan sangat tinggi sehingga udang sudah mengalami kematian sebelum muncul bintik putih pada tubuhnya. Sedangkan semakin rendah konsentrasi isolat virus WSSV yang diinfeksi ke dalam tubuh udang, akan menyebabkan kematian udang lebih lama sehingga akan muncul tanda bintik putih pada udang yang disebabkan oleh terganggunya penimbunan kalsium ke carapace karena kerusakan sel ektodermal (Lightner, 1996).

Di dalam penelitian ini diketahui bahwa waktu kematian 5 udang berlangsung lebih cepat, dibandingkan waktu kematian pada penelitian (Sudha *et.al*, 1998) yaitu 10080 menit – 14400 menit, (Alifudin *et.al*, 2004) yaitu 24 menit - 27360 menit, (Hendryanto, 2004) yaitu 4320 menit – 15840 menit sedangkan pada penelitian (Wille,

2008) waktu kematian terjadi pada 2070 menit – 14400 menit. Hal ini disebabkan pada penelitian ini kami menggunakan metode penginfeksi dengan suntikan pada tubuh udang disegmen ke-3 maka dari itu waktu kematian terjadi sangat cepat yaitu pada 2070 menit -6960 menit pasca penginfeksi.

Beberapa faktor yang menjadi pemicu timbulnya penyakit WSSV pada kondisi di alam antara lain; blooming fitoplankton kemudian mengalami kematian secara mendadak, kadar oksigen terlarut rendah, terjadi fluktuasi pH harian yang besar, rendahnya temperatur air, turun hujan secara mendadak, serta pengelolaan pakan yang kurang baik (Departemen Perikanan dan Kelautan, 2008).

4.3 Pengamatan Kualitas Air

Dari hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan selama penelitian berlangsung meliputi : suhu, pH, DO, alkalinitas, amonia. Pengukuran ini dilakukan pada setiap bak pemeliharaan, pengamatan tersebut turut diperhatikan sebagai penunjang dalam penelitian karena air mempengaruhi kehidupan ikan itu sendiri. Pemberian perlakuan yang berbeda guna mengetahui tingkat kematian dan perubahan tingkah laku yang ada harus didukung dengan kualitas air yang layak untuk hidup dan tumbuh secara normal. Hasil pengukuran kualitas air yang meliputi : suhu, pH, DO, alkalinitas, amoniak selama penelitian menunjukkan nilai yang tidak berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa pada perlakuan yang berbeda pada beberapa kali ulangan tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas air media. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai kualitas air selama perlakuan adalah homogen. Hasil pengukuran kualitas air disajikan dalam tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	a ± Standar Deviasi (SD)	Kisaran Parameter	Parameter Optimal	Referensi
Suhu (°C)	27,26 °C ± 0,17	27,26 ± 27,43	25 - 32°C	(Taslihan <i>et.al</i> , 2005)
Salinitas (ppt)	19,79 ppt ±0,59	19,79 ± 20,38	19-25 ppt	(Taslihan <i>et.al</i> , 2005)
Oksigen Terlarut (mg/L)	5,02 mg/L± 0,077	5,02 ± 5,09	> 4 ppm	(Tsai, 1989)
pH	7,23 ±0,11	7,23 ± 7,34	7,5 – 8,5	(Komarudin, 2004)
Alkalinitas (ppm)	140,63 ppm±3,5	140,63 ± 144,13	> 108 ppm	(Taslihan <i>et.al</i> , 2005)
Amonia (mg/L)	0,03 mg/L±0,005	0,03 ± 0,0035	< 0,1 mg / L	(Komarudin, 2004)

4.3.1 Suhu

Suhu pada penelitian ini diukur setiap hari selama penelitian, yaitu pagi dan sore hari. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Hasil pengukuran suhu berkisar antara 27,26 – 27,2607 °C, suhu yang diperoleh merupakan kisaran suhu yang dapat mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang vannamei karena menurut (Taslihan *et.al*, 2005), bahwa nilai suhu yang memenuhi syarat bagi kehidupan udang berkisar antara 25 – 32°C. Suhu dapat dianggap sebagai faktor paling utama yang mempengaruhi produksi budidaya. Suhu air menentukan produktivitas alami dari suatu ekosistem perairan, dan secara langsung atau tidak mempengaruhi seluruh variabel kualitas air lainnya. Udang merupakan hewan "pokilotherm" atau berdarah dingin, artinya suhu tubuh udang lebih kurang sama dengan temperatur lingkungannya (air). Apabila temperatur lingkungannya berubah, maka suhu tubuh udang pun akan berubah bergantung kepada temperatur. Dalam batas toleransi, laju metabolisme akan meningkat dua kali lipat setiap terjadi peningkatan temperatur sebesar 10 ° C. Implikasi

dari meningkatnya suhu akan berpengaruh terhadap meningkatnya konsumsi oksigen hingga pada level tertentu (Komarudin, 2004). Apabila suhu turun sampai 18°C , dapat mengakibatkan aktivitas udang menurun. Suhu air mempengaruhi pertukaran zat atau proses metabolisme dari organisme hidup. Metabolisme adalah proses biokimiawi dalam tubuh yang bertujuan untuk menghasilkan energi untuk pertumbuhan maupun untuk aktifitas kehidupan lainnya (Andayani, 2005).

4.3.2 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang. Pada penelitian ini salinitas diukur setiap hari selama penelitian, yaitu pagi dan sore hari. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Kisaran salinitas selama penelitian adalah $19,79 - 20,8$ ppt, dalam (Kordi, 2007) dinyatakan bahwa salinitas yang optimum untuk pertumbuhan udang vannamei antara $15 - 25$ ppt. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas pada bak-bak percobaan merupakan kisaran salinitas yang dapat mendukung pertumbuhan udang. Dalam (Komarudin, 2004) dinyatakan bahwa setiap species biota air memiliki kisaran nilai salinitas yang optimum untuk hidup, bila kondisinya berada diluar kisaran tersebut dapat berakibat stres, mengganggu pertumbuhan dan reproduksi, bahkan mengakibatkan kematian. Salinitas yang tinggi juga akan mengurangi kelarutan-kelarutan gas-gas, dengan meningkatnya salinitas maka kelarutan oksigen dan ammonia akan menurun. Salinitas memiliki kaitan erat dengan sistem osmoregulasi pada hewan air, pada ikan dan udang dapat kita ibaratkan bahwa cairan tubuh merupakan suatu larutan, sementara air disekelilingnya adalah larutan lain. Secara alami pelarut (air) atau larutan yang lebih encer akan bergerak masuk ke dalam larutan yang lebih pekat atau kental, sampai terjadi sebuah keseimbangan. Demikian pula yang terjadi pada hewan air (ikan dan udang).

Species tawar memiliki cairan tubuh lebih kental dari lingkungannya, mereka bersifat "hypersaline" atau "hypertonic" terhadap lingkungannya, sehingga air cenderung masuk kedalam tubuh udang. Untuk itu species air tawar harus melepaskan cairan tubuh melalui urine dan mempertahankan ion-ion dalam tubuhnya. Pada species hewan laut, kondisinya justru terbalik, cairan tubuhnya bersifat "hyposaline" atau "hypotonic" sehingga mereka cenderung kehilangan cairan. Untuk itu, species air laut harus "minum" air dan mengeluarkan kelebihan garam-garam untuk mempertahankan kestabilan osmoregulasinya (Komarudin, 2004).

4.3.3 (Derajat Keasaman) pH

(Derajat keasaman) pH dalam penelitian ini diukur setiap hari selama penelitian, yaitu pagi dan sore hari sebelum pergantian air. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Hasil pengukuran pH berkisar antara 7,23 – 8,37, hal ini berarti pH tersebut masih dalam kisaran pH yang dibutuhkan udang vanamei untuk dapat tumbuh dengan baik. Amri (2003), menyatakan pada nilai pH di atas 10 dapat membunuh udang, sementara nilai pH di bawah 5 mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Nilai pH akan bervariasi sepanjang hari, sejalan dengan proses fotosintesis di dalam air yang memicu perubahan konsentrasi karbondioksida (CO_2). Fluktuasi pH harian sangat bergantung kepada kapasitas buffer dan laju fotosintesis dan respirasi yang terjadi di dalam air. Perairan yang subur dengan fitoplankton dan miskin "buffer" fluktuasi pHnya sangat besar bisa mencapai 6 pada pagi hari dan 11 pada siang hari. Ikan dan udang yang hidup di air payau sering mengalami perubahan pH yang cukup besar, sehingga lebih tahan terhadap perubahan pH (Komarudin, 2004). pH merupakan faktor yang sangat penting dalam perairan karena dapat berpengaruh langsung terhadap produksi udang, pengaruh langsungnya yaitu bahwa ion H^+ dapat mengikat absorpsi

oksigen dari air. Kestabilan pH perlu dipertahankan karena pH dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme air, mempengaruhi ketersediaan unsur P dalam air dan mempengaruhi daya racun amoniak dan H₂S dalam air (Haliman dan Adijaya, 2006).

4.3.4 Oksigen terlarut (O₂)

Oksigen terlarut pada penelitian ini diukur setiap hari selama penelitian, yaitu pagi dan sore hari. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Hasil pengukuran oksigen terlarut pada media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 5,02 – 5,81 mg/L, kisaran oksigen tersebut dapat mendukung kehidupan udang karena oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang adalah 4-8 ppm (Amri, 2005). Oksigen terlarut diperlukan untuk menghasilkan energi bagi aktifitas organisme. Kandungan oksigen terlarut pada wadah budidaya dipengaruhi oleh beberapa faktor : transfer oksigen dari udara dan proses fotosintesis yang terjadi di dalam air (Komarudin, 2004). Udang (crustacea) memiliki respon yang mirip terhadap kandungan oksigen rendah. Tingkat oksigen mematikan pada udang penaeid berkisar antara 0,5-1,0 mg/l bergantung kepada : species, ukuran, dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Kondisi oksigen rendah dalam waktu yang berkepanjangan dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, menurunkan efisiensi pakan, serta berkurangnya frekuensi moulting. Beberapa kajian menunjukkan bahwa pertumbuhan udang penaeid akan terganggu bila kandungan oksigen terlarut kurang dari 4-5 mg/l (Komarudin, 2004). Dalam (Boyd, 1982), dinyatakan bahwa kelarutan oksigen dalam air akan menurun dengan meningkatnya suhu, daya larut oksigen dalam air juga menurun dengan meningkatnya kadar garam (salinitas).

4.3.5 Alkalinitas

Alkalinitas dalam penelitian ini diukur setiap hari, yaitu pagi dan sore hari sebelum pergantian air. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Hasil pengukuran alkalinitas pada media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 112,5 – 119,75 ppm CaCO_3 , dalam (Kordi, 2007) dinyatakan bahwa nilai alkalinitas yang optimum bagi pertumbuhan udang adalah lebih dari 80 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa alkalinitas air media layak bagi pertumbuhan udang. Secara fisiologis, biota air (ikan atau udang) sebetulnya tidak memiliki kebutuhan nyata terhadap bikarbonat dan karbonat di dalam air. Total alkalinitas menjadi cukup penting karena berinteraksi dengan parameter kualitas air yang lain: antara lain menentukan kesuburan air dan menjaga kesehatan hewan air. Alkalinitas merupakan penyedia buffer yang sangat berguna mencegah terjadinya perubahan pH di dalam air. Alkalinitas antara 10-20 mg/l dinyatakan sebagai nilai standar minimum yang diperlukan untuk menstabilkan pH dan menjaga kesuburan perairan (Komarudin, 2004).

4.3.6 Amonia (NH_3)

Amonia dalam penelitian ini diukur setiap hari selama penelitian, yaitu pagi dan sore hari sebelum pergantian air. Kemudian hasilnya dirata-rata dan digunakan sebagai data harian. Hasil pengukuran amonia pada media pemeliharaan selama penelitian berada pada kisaran 0,03 – 0,039 mg/L ppm, standar ammonia yang optimum bagi udang sekitar kurang dari 0,1 mg/l (Kordi, 2007). Pada tubuh hewan budidaya ammonia dihasilkan selama proses katabolisme protein. Peningkatan amonia umumnya sebanding dengan tingkat pemberian pakan. Hampir seluruh nitrogen sisa metabolisme pada hewan air dibawa darah dalam bentuk ammonia, dan dibuang melalui insang. Ketikan kandungan ammonia lingkungan sekitar (air) cukup rendah, maka amonia dengan mudah

dapat dilepaskan dari darah ke dalam air. Sejalan kandungan amonia di air rendah, maka energi yang dikeluarkan untuk pelepasan metabolit nitrogen tubuh (ammonia) dari darah yang cukup rendah. Namun sebaliknya jika konsentrasi amonia di air cukup tinggi, maka amonia akan tertahan di dalam darah dan jaringan tubuh, sehingga menyebabkan gangguan fisiologis yang serius. Bahkan bila kandungan amonia di air cukup tinggi, proses difusi akan berjalan sebaliknya amonia di air bisa masuk melalui insang dan meracuni darah. Gejala umum dari keracunan amonia dimulai dari hiperaktivitas, kemudian lemas, hilang keseimbangan, dan akhirnya koma. Hal ini menunjukkan bahwa racun ammonia menyerang sistem syaraf pusat dari hewan air (Komarudin, 2007).

4.4 Manajemen Pengendalian dan pencegahan Penyakit WSSV

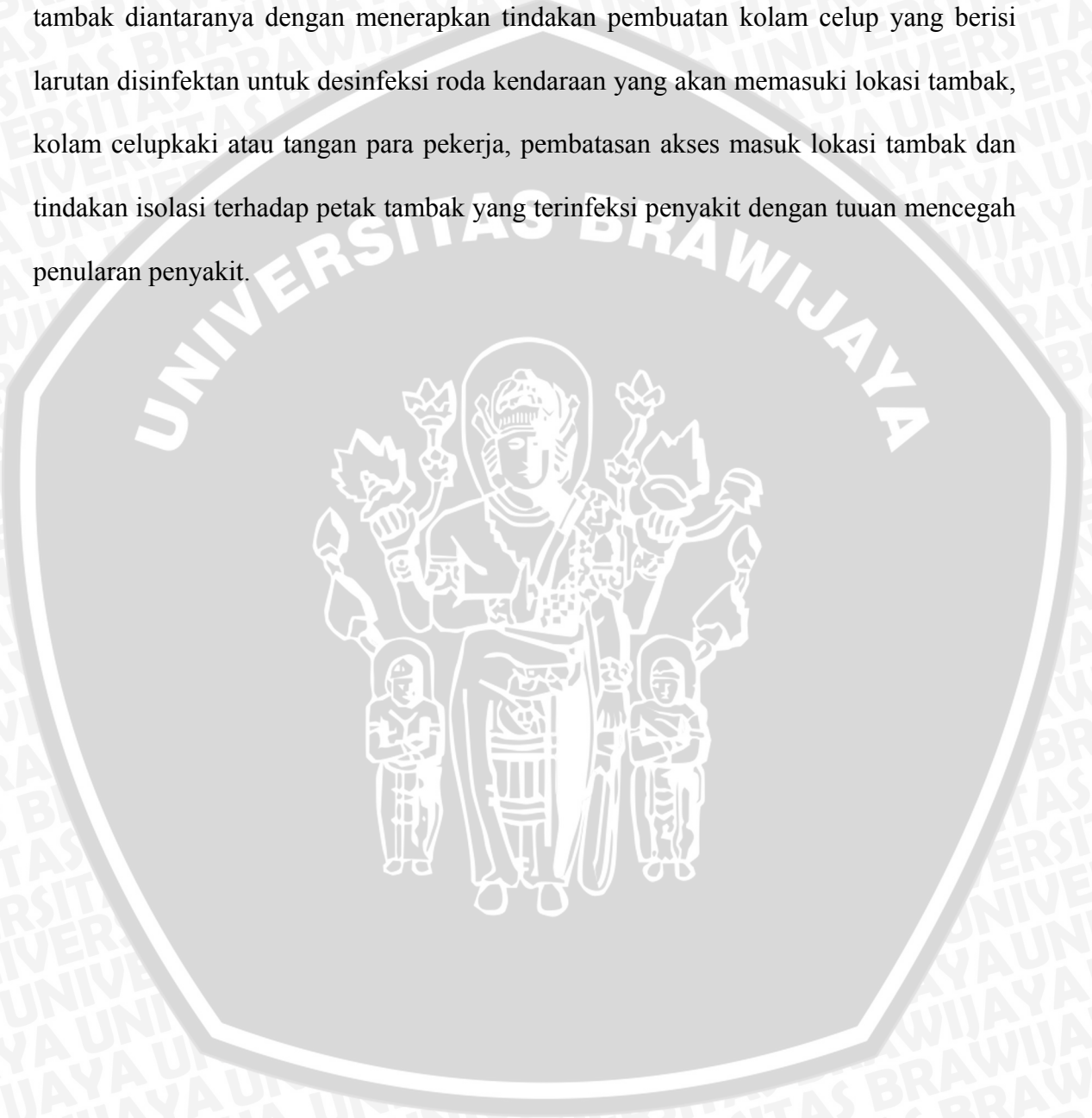
Seperti halnya penyakit lain yang disebabkan oleh virus penyakit WSSV ini tidak ada obatnya. Namun demikian ada beberapa tindak pencegahan yang cukup efektif. Penyebaran WSSV bisa secara vertikal yaitu dari induk ke anak dan secara horizontal dari lingkungan yang tercemar, oleh karena itu penanganan WSSV harus dilaksanakan secara terpadu dan menyeluruh pada setiap level produksi udang, yaitu sejak benur hingga pembersaran di Tambak. Kombinasi tes PCR dan formalin merupakan salah satu strategi terbaik untuk mencegah kasus WSSV di tambak pembersaran. Status WSSV di tambak diperiksa secara periodik dengan PCR pada hari ke-25 dan ke-55. PCR secara kuantitatif menunjukkan infeksi ringan, sedang, berat. Bila terdapat infeksi WSSV ringan, budidaya udang dapat dilanjutkan dengan memperbaiki kondisi lingkungan. Pencegahan wabah WSSV juga dapat dilakukan dengan cara meningkatkan daya tahan tubuh udang dengan menggunakan vitamin C dan immunostimulan. sebaliknya bila terdapat infeksi berat harus dilakukan panen secepatnya. Bila telah terjadi wabah WSSV

maka tambak yang terserang harus didesinfeksi dengan chlorine 30 ppm untuk membunuh udang yang terinfeksi dan semua carrier. Udag yang mati sebaiknya dikubur atau dibakar. Air tambak minimal didiamkan dalam chlorine 30 ppm selama 4 hari sebelum dibuang. Seluruh peralatan yang digunakan di tambak termasuk pakaian pekerja tambak tersebut harus didesinfeksi, untuk mencegah penyebaran ke tambak atau daerah lain, dilarang membawa udang dari daerah terinfeksi ke daerah yang masih bebas WSSV.

Kemampuan mengendalikan faktor penyebab stress dan antisipasi yang tepat terhadap potensi gejala sakit akan menentukan kualitas dan kuantitas udang pada masa akhir pemeliharaan hingga panen. Kunci manajemen kesehatan udang adalah pencegahan, tetapi terapi udang dengan menggunakan obat-obatan merupakan langkah dini, agar virulensi penyakit dapat dihambat bahkan rantai penyebaran dan serangan penyakit dapat dimusnahkan. Menurut (Adiwijaya, 2004) Ada beberapa kegiatan monitoring kesehatan dan perlakuan udang selama pemeliharaan diantaranya : pengamatan rutin yang dilakukan dalam anco setiap saat untuk melihat populasi dan abnormalitas udang seperti perubahan tingkah laku yang tidak normal dan juga morfologi udang yang bermasalah sehingga mengindikasikan bahwa udang bermasalah atau terserang suatu penyakit, adanya pengamatan visual meliputi pengamatan morfologi dan juga tingkah laku udang secara kontinue. Sehingga diharapkan dengan adanya monitoring ini serangan terhadap penyakit dapat dihindari. Untuk tindakan pencegahan dapat dilakukan beberapa langkah diantaranya : penggunaan air pemeliharaan diusahakan bebas kontaminasi virus dengan kaporit atau pengendapan dan filtrasi dengan biofilter, pemberian vitamin dan immunostimulan, penggunaan induk dan benih

yang bebas virus, menerapkan manajemen budidaya yang baik seperti pada pemberian pakan, monitoring kualitas air agar tetap stabil sehingga udang tidak mengalami stres.

Prinsip bioscurity juga dapat diterapkan guna memperkecil serangan virus ke tambak diantaranya dengan menerapkan tindakan pembuatan kolam celup yang berisi larutan disinfektan untuk desinfeksi roda kendaraan yang akan memasuki lokasi tambak, kolam celup kaki atau tangan para pekerja, pembatasan akses masuk lokasi tambak dan tindakan isolasi terhadap petak tambak yang terinfeksi penyakit dengan tujuan mencegah penularan penyakit.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

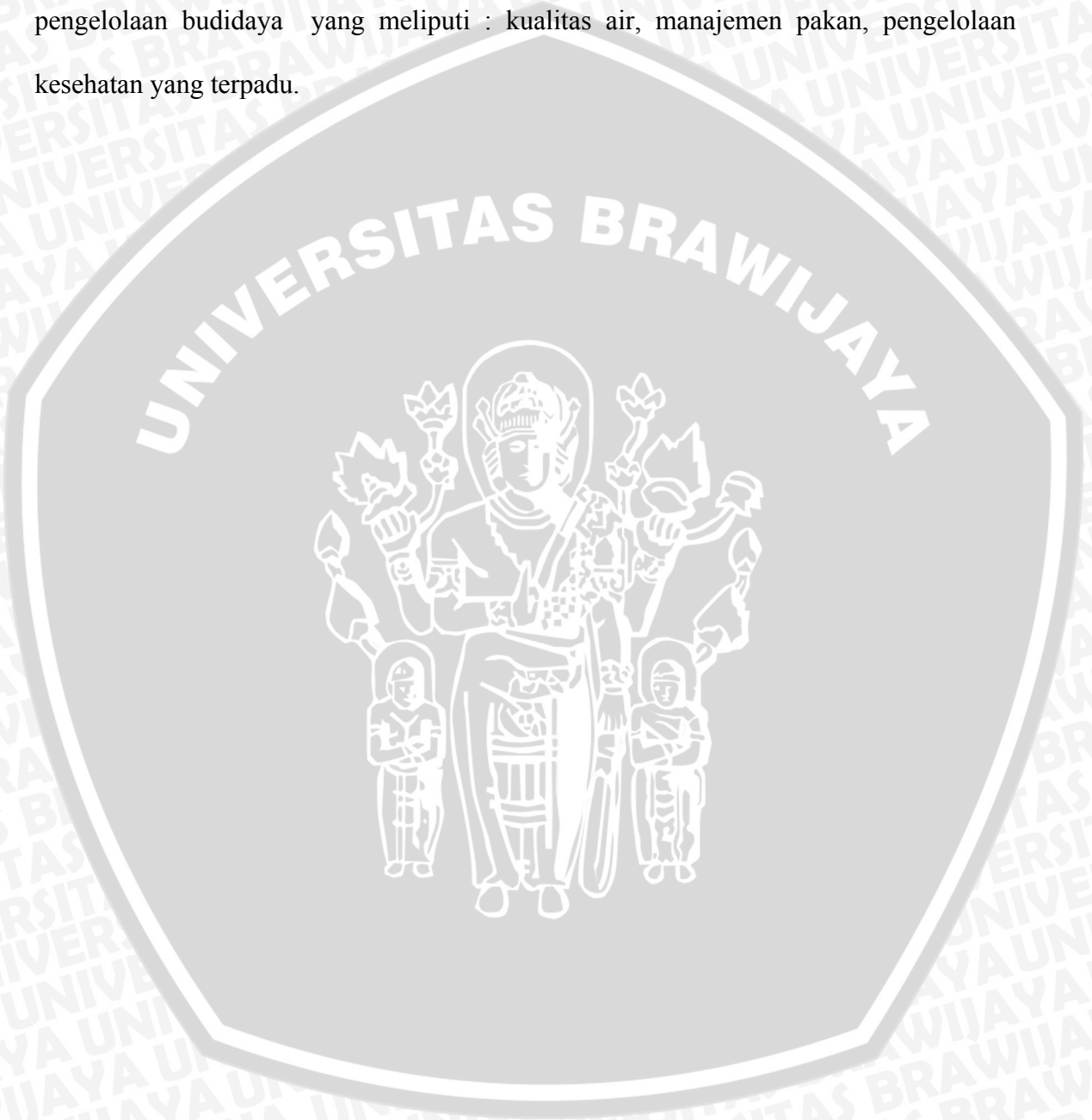
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian dosis virus WSSV yang berbeda-beda memberikan pengaruh terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei. Pada penginfeksi virus WSSV dengan dosis 0,025 ml perubahan tingkah laku yang terjadi berupa gerakan yang lambat, tidak aktif bergerak dan respon terhadap rangsangan sangat rendah. Pada penginfeksi dengan dosis virus 0,05 ml perubahan tingkah laku yang terjadi berenang miring ke permukaan dan tampak lemah. Pada penginfeksi dengan dosis 0,1 ml Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah, pakan yang diberikan masih utuh, tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna kemerahan, udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar ke dasar kolam, udang dalam keadaan lemas dan mengalami kematian.
2. Serangan virus WSSV menyebabkan terjadinya kematian yang tinggi, dengan perlakuan pemberian dosis yang berbeda-beda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap waktu kematian udang vannamei. Semakin tinggi dosis maka waktu kematian udang semakin cepat yaitu pada pemberian dosis (0,1 ml) kematian terjadi pada 2070 menit pasca penginfeksi, sedangkan pada pemberian dosis virus (0,025 ml) atau dosis terendah kematian terjadi pada 3480 menit pasca penginfeksi.

5.2 Saran

Adanya serangan virus WSSV yang dapat menyebabkan kematian yang tinggi hingga mencapai 100% dalam waktu yang singkat maka diperlukan sebuah manajemen pengelolaan budidaya yang meliputi : kualitas air, manajemen pakan, pengelolaan kesehatan yang terpadu.



DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya. *et.al.* 2004. Budidaya Udang Vanamei (*Litopenaeus vanamei*) Intensif Yang Berkelanjutan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara
- Alifudin, Dana, Eidman, Msalole, Pasaribu. 2004. Patogenese Infeksi Virus White Spot Pada Udang Windu (*Penaeus Monodon*). Seminar Nasional Purwokerto
- Amri.K. .2006. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Anshary.H .2005. Analisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Berjangkitnya WSSV pada (Udang Windu) Di Pertambakan Sulawesi Selatan. Kabupaten Pinrang dan Kabupaten Baru Sulawesi Selatan. [http: balitbangda@litbangda-sulsel.go.id](http://balitbangda@litbangda-sulsel.go.id), diakses tanggal 25 April 2008
- Arfiati .2005. Kimia Air. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Atmomarsono,m., Madeali, M.Imuham dan A.Tempo. 1999. Pemantauan Mikroba Patogen Pada Udang Windu di Sul-sel. Balai Penelitian Perikanan Maros. Sulawesi Selatan. <http://www.uns.ac.id>
- Badan Penelitian Pengembangan Pekerjaan Umum.. 1989. Panduan Pengambilan Contoh Uji Kualitas Penelitian Air. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum.
- Baroroh, A. 2008. Trik-trik Analisis Statistik dengan SPSS 15. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Boone, .1931. Whiteleg shrimp.[http: www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).Diakses tanggal 25 April 2008
- Bungin, B. 2001. Metodologi Penelitian Kualitatif (*Aktualisasi Metodologi ke Arah Ragam varian Kontemporer*). Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Departemen Kelautan dan perikanan. 2003. Jenis Penyakit Udang Pada Budidaya Air Payau. Belawan Medan. <http://www.dkp medan.go.id>, diakses tanggal 25 April 2008
- Departemen Perikanan Dan kelautan. 2004.Penyakit Utama Penyebab Kematian Udang di Tambak dan Cara Penanggulangannya. Tanggal akses, 25 April 2008 www.dkp.go.id.
- Departemen Perikanan Dan kelautan. 2006. Standar Operasional Prosedur pengukuran Kualitas Air Pada Budidaya Udang. Balai Besar Budidaya Air Payau Jepara

Departemen Perikanan Dan Kelautan. 2008. Cegah Bercak Putih (WSSV) yang Menyerang Udang di Tambak. Keluarga Alumni Perikanan UNDIP. <http://kerapu-jakarta.org/blogwp/2008/02/22/cegah-bercak-putih-wssv-yang-meny Serang-udang-di-tambak>. Diakses : Tanggal 03 Juli 2008.

Elovaara, E.K. 2001. *Shrimp Farming Manual: Practical Technology For Intensive Shrimp Production (British West Indies: Carribean Press Ltd)*.

Fakultas Perikanan. 2004. *Petunjuk Praktikum Limnologi*. Universitas Brawijaya. Malang.

Gasperzt.V.1991. *Metode Perancangan Percobaan*.CV Armico.Bandung

Haliman.R.W, Dian.A.S.2006. *Budidaya Udang Vanamei*. Swadaya. Jakarta

Hanggono, B. 2007. *Parameter Kualitas Air Dalam Akuakultur*. Laboratorium Kesehatan Ikan Dan Lingkungan Balai Budidaya Air Payau Situbondo.

Hariyadi, S, Suryadiputra, I.N.N, dan Widigdo, B. 1992. *Penuntun Praktikum dan Metode Analisis Kualitas Air*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Hemtanon, P. ; Direkbusarakom, S. ; Bunyaviwat, V. 2005. *Application of Spirulina platensis for prevention of white spot syndrome virus in post larvae and juvenile black tiger shrimp (Penaeus monodon)*.27 (1) : 253-263

Hendry yanto. 2004. *Diagnosa dan Identifikasi Penyakit Udang Asal Tambak Intensif dan Panti Benih Kalimantan*. Pontianak. *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*. 7 (1) : 7-32

Jony, 1999 *Proper Pond Management Of Prevention Of White Spot Part 1*. *Aquaquulture Magazine* september / Oktober : 92-95

Koentjaraningrat. 1999. *Metode Penelitian Masyarakat*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Kordi.G .2006. *Pemeliharaan Udang Vanamei*. Indah.Surabaya

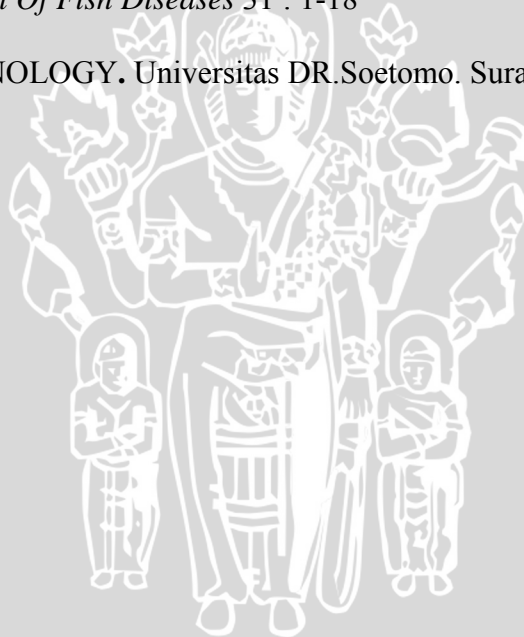
Lightner, D.V, 1996. *A Handbook Of Phatology And Diagnostic Procedures For Disease Of Penaeid Shrimp*. The World Aquaquulture Society

Mahardika, K., Zafran dan I. Koesharyani. 2004. *Deteksi White Spot Syndrome Virus (WSSV) Pada Udang Windu (Penaeus monodon) di Bali dan Jawa Timur Menggunakan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR)*. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10 (1): 55-60

Marzuki. 1983. *Metodologi Riset*. Bagian Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas

- Rahman, 2007. Differences In Virulence Between Wite Spot Syndrome (WSSV) Isolates and Testing Of Some Control Strategies In WSSV Infected Shrimp. Faculty Of Veterinary Medicine. Ghent University
- Mudjiman dan Suyanto, 2003. Budidaya Udang Windu. Swadaya. Jakarta
- Mulyanto. 1995. Laporan Penelitian Makrozoobenthos Sebagai Indikator Biologi Perubahan Kualitas Air di Sungai Amprong Malang. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang Islam Indonesia. Yogyakarta
- Murtidjo. 1991. Tambak Air Payau Budidaya Udang dan Bandeng. Kanisius. Yogyakarta
- Singarimbun, M. dan Sofian E. 1989. Metode Penelitian Survai. Pustaka LP3ES Indonesia. Jakarta
- Subarijanti, H.u. 1990. Limnologi. Diktat Kuliah. LUW/UNIBRAW/FISH. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Soetomo. H. 2000. Tenik Budidaya Udang Windu. Algesindo. Jakarta
- Subaidah.S, Susetyo.P, Mizab.A.T.I.N, Gede.S, Petrich.N, Sri.C.2006. Pembenuhan Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*). Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Air Payau. Situbondo
- Sudha, P. M., C. V. Mohan, K. M. Shankar and A. Hedge. 1998. Relationship Between White Spot Syndrome Virus Infection and Clinical Manifestation in Indian Cultured Penaeid Shrimp. *Aquaculture*, 167: 95-1001.
- Sudaryanti, S. 1997. Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologi. Buku II Materi Pelatihan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang
- Sunarto, 2000 Manajemen Penyakit Viral Pada Udang. Laboratorium Riset Kesehatan Ikan. BRKP Lampung
- Suryabrata. 1988. Metodologi Penelitian. Rajawali Press. Jakarta
- Sutaman. 1994. Budidaya Udang Windu Skala Rumah Tangga. Kanisius. Yogyakarta
- Syahid.N, Ali, Rochim.A.2006. Budidaya Udang Organik Secara Polikultur. Swadaya. Jakarta
- Taslihan, Supito, Erik, Richard. 2005. Teknik Budidaya Udang Secara Benar. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara
- Volk dan Wheeler, 1989. Mikrobiologi dasar. PT. Gramedia. Jakarta.

- Wang, C. S., K. F. J. Tang, G. H. Kou, and S. N. Chen. 1997a. Light and Electron Microscopic Evidence of White Spot Disease in the Giant Tiger Shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricus), and the Kuruma Shrimp, *Penaeus japonicus*(bate), Cultured in Taiwan. *Journal of Fish Disease*, 20: 323-331.
- Wang, C. S., Y. J. Tsai, G. H. Kou and S. N. Chen. 1997b. Detection of White Spot Syndrome Disease Virus Infection in Wild Caught Greasyback Shrimp, *Metapenaeus ensis* (deHaan) in Taiwan. *Fish Pathology*, 32 (1): 35-41.
- Wijayati dan Fahrnis, 1999. Teknik Deteksi Serangan Virus. Pelatihan Petugas Pengamatan Penyakit. Balai Besar Budidaya Air Payau. Jepara Jawa Tengah.
- Wille, 2008. Areview On The Morphology, Molecular Characterization, Morphogenesis And Pathogenesis Of White Spot Syndrome Virus. *Jurnal Of Fish Diseases* 31 : 1-18
- Wirawan. I. 1995. LIMNOLOGY. Universitas DR. Soetomo. Surabaya



Lampiran 1

1. Pengukuran Kualitas Air

1.1 Fisika

a. Suhu air (Anonymous, 2004)

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer Hg. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi termometer yang digunakan
- Dimasukan keseluruhan termometer kedalam perairan dengan membelakangi sinar matahari selama 2 – 5 menit
- Ditunggu sampai air raksa dalam termometer berhenti pada skala tertentu atau menunjukkan angka yang stabil
- Dilakukan pembacaan dengan mengangkat termometer dari badan air tanpa bersentuhan dengan kulit

1.2 Kimia :

a. pH (Tingkat Keasaman)

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH-meter. Tahapan kerjanya adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan beaker glass 100 ml, tuang sampel ke dalam beaker glass kira-kira 50 ml
- Membuka tutup pH meter, tekan tombol on/off.
- Menyelupkan pH meter ke dalam sampel yang akan diukur, tunggu sampai stabil.
- Mencatat hasil yang tertera pada layar pH meter.

- Mengangkat pH meter dari sampel, lalu cuci dengan aquadest dan keringkan dengan tissue.
- Menutup kembali pH meter dan matikan dengan menekan tombol on/off.

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).

b. Salinitas

Salinitas diukur dengan menggunakan Refraktometer. Cara penggunaannya adalah sebagai berikut :

- Mengkalibrasi Refraktometer dengan larutan aquades (salinitas = 0 ppt)
- Mengambil air sampel menggunakan pipet tetes, buka tutup refraktometer lalu teteskan dua tetes sampel diatas lensa, kemudian tutup kembali.
- Membaca skala yang tertera
- Mencatat hasil yang didapat
- Membersihkan sisa sampel dengan menyemprot aquadest dan keringkan dengan tissue.

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).

c. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut diukur dengan menggunakan DO meter, dimana prosedur penggunaannya adalah sebagai berikut :

- Menekan tombol on/off, tunggu sampai stabil
- Mengeluarkan probe dari chamber
- Mencilupkan probe ke dalam sampel yang akan diukur oksigennya, tunggu sampai stabil
- Membaca hasil pengukuran oksigen yang tertera pada layar

- Mengangkat probe dari sampel, lalu cuci probe dengan aquadest dan keringkan menggunakan tissue
- Meletakkan kembali probe ke dalam chamber, lalu matikan alat dengan menekan tombol on/off.

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).

d. Amonia

- Bila sampel keruh, maka saring menggunakan kertas saring 0,45 μ yang ditempatkan pada filter holder
- Mengambil 50 ml sampel menggunakan gelas ukur 50 ml, bila diperkirakan konsentrasi amonia tinggi maka lakukan pengenceran
- Menuang ke dalam erlenmeyer 50 ml
- Menambah 2 ml larutan phenol
- Menambah 2 ml larutan nitropusside
- Menambah 5 ml larutan oxidizing
- Mendinginkan pada temperature ruang selama 1 jam
- Menutup erlenmeyer dengan parafilm selama beberapa waktu
- Membaca nilai amonia dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 640 nm.

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).

e. Alkalinitas

- Pipet air sampel sebanyak 50 ml, masukkan ke dalam erlenmeyer
- Menambahkan indikator MO (Methyl Orange) 3 – 4 tetes

- Mentitrasi dengan HCl hingga terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah fanta
- Mencatat volume titran yang digunakan
- Menghitung alkalinitas dengan rumus :

$$\frac{V \text{ titran} \times N \text{ titran} \times \frac{100}{f} \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

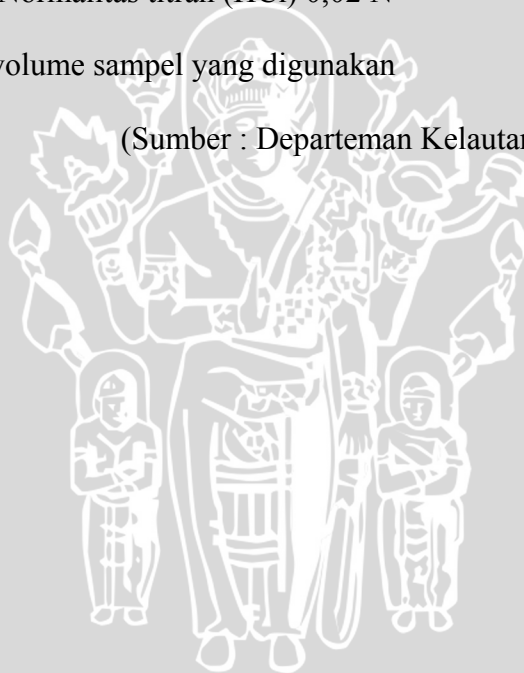
Keterangan :

V titran : volume titran yang digunakan

N titran : Normalitas titran (HCl) 0,02 N

Ml sampel : volume sampel yang digunakan

(Sumber : Departemen Kelautan dan Perikanan, 2006).



Lampiran 2. Data Nilai Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV

Data Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A (0 ml)	0	0	0	0	0	0
B(0,025 ml)	2	1	3	4	1	2,2
C (0,05 ml)	3	3	1	4	1	2,4
D (0,1 ml)	3	2	4	5	5	3,8
Total						8,4

Data Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV di Transformasi dalam ($\sqrt{\quad}$)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
A	0	0	0	0	0	0	0
B	1,58	1,22	1,87	2,12	1,22	8,01	1,60
C	1,87	1,87	1,22	2,12	1,22	8,3	1,66
D	1,87	1,58	2,12	2,35	2,35	10,27	2,05
Total						26,58	

$$FK = \frac{(26,58)^2}{5} = 35,32$$

Lampiran 2. (Lanjutan)

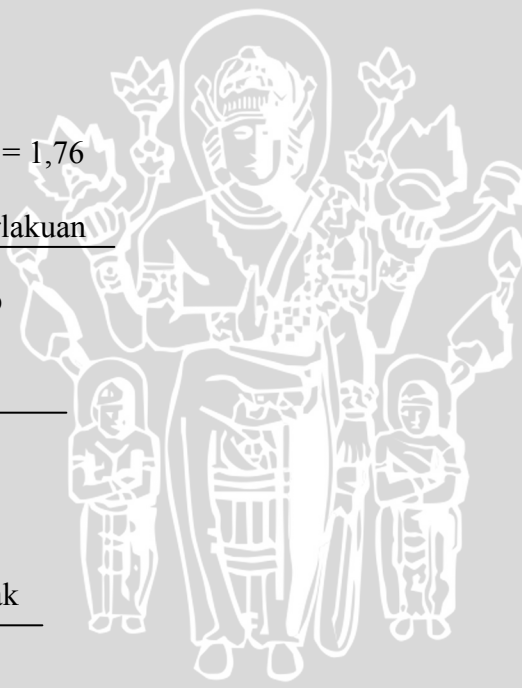
$$\begin{aligned}
 \text{JK total} &= (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (1,58)^2 + (1,58)^2 + (1,87)^2 + (1,87)^2 + (1,87)^2 \\
 &+ (1,87)^2 + (1,22)^2 + (1,22)^2 + (1,22)^2 + (1,22)^2 + (2,12)^2 + (2,12)^2 + (2,12)^2 + \\
 &(2,35)^2 + (2,35)^2 + (2,35)^2 - \text{FK} \\
 &= 14,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK perlakuan} &= \frac{(8,01)^2 + (8,3)^2 + (10,27)^2}{5} - \text{FK} \\
 &= 35,32
 \end{aligned}$$

$$\text{JK acak} = 35,32 - 14,14 = 1,76$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT perlakuan} &= \frac{\text{JK perlakuan}}{\text{db}} \\
 &= \frac{35,32}{4} \\
 &= 8,83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT acak} &= \frac{\text{JK acak}}{\text{db}} \\
 &= \frac{1,76}{15} \\
 &= 0,12
 \end{aligned}$$



Lampiran 2. (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{\text{KT perlakuan}}{\text{KT acak}} \\
 &= \frac{3,09}{0,12} \\
 &= 25,75
 \end{aligned}$$

Tabel Keragaman

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	12,38	3,09	25,75**	3,06	4,89
Acak	15	1,76	0,12			
Total	19					

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2 \times \text{KT acak}}{5}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 0,12}{5}} \\
 &= 0,22
 \end{aligned}$$

$$\text{BNT } 5 \% = (\text{db } 15) \times \text{SED} = 0,46$$

$$\text{BNT } 1 \% = (\text{db } 15) \times \text{SED} = 0,63$$

Lampiran 2. (Lanjutan)

Tabel Uji BNT

Rata-rata Perlakuan	A = 0	B = 1,60	C = 1,66	D = 2,05	Notasi
A = 0	0	-	-	-	a
B = 1,60	1,60 ^{**}	0	-	-	b
C = 1,66	1,66 ^{**}	0,06 ^{ns}	0	-	b
D = 2,05	2,05 ^{**}	0,99 ^{**}	0,39 ^{ns}	0	bc

Keterangan : ** (Berbeda Sangat Nyata)



Lampiran 3. Perhitungan Waktu Kematian Udang Vannamei Yang terinfeksi WSSV

Data Waktu Kematian Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV (dalam menit)

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A (0 ml)	0	0	0	0	0	0
B(0,025 ml)	3480	4980	4980	6450	6960	5370
C (0,05 ml)	3120	3480	4020	4020	4260	3780
D (0,1 ml)	2070	2820	3120	3120	3120	2850
Total						12000

Data Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV di Transformasi dalam (log)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5		
A	0	0	0	0	0	0	0
B	3,54	3,69	3,69	3,81	3,84	18,57	3,71
C	3,49	3,54	3,60	3,60	3,63	17,86	3,57
D	3,32	3,45	3,49	3,49	3,49	17,24	3,45
Total						53,67	

$$FK = \frac{(53,67)^2}{5} = 144,02$$

Lampiran 3. (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 JK \text{ total} &= (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (3,54)^2 + (3,69)^2 + (3,69)^2 + (3,81)^2 + (3,84)^2 \\
 &\quad + (3,49)^2 + (3,54)^2 + (3,60)^2 + (3,60)^2 + (3,63)^2 + (3,32)^2 + (3,45)^2 + (3,49)^2 + \\
 &\quad (3,49)^2 + (3,49)^2 + (3,49)^2 - FK \\
 &= 48,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ perlakuan} &= \frac{(18,57)^2 + (17,86)^2 + (17,24)^2}{5} - FK \\
 &= 48,19
 \end{aligned}$$

$$JK \text{ acak} = 48,28 - 48,19 = 0,09$$

$$KT \text{ perlakuan} = \frac{JK \text{ perlakuan}}{db}$$

$$\begin{aligned}
 &= 48,19 \\
 &\hline
 &4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12,05 \\
 &\hline
 &15
 \end{aligned}$$

$$KT \text{ acak} = \frac{JK \text{ acak}}{db}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,09 \\
 &\hline
 &15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,006
 \end{aligned}$$



Lampiran 3. (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 F \text{ hitung} &= \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ acak}} \\
 &= \frac{12,05}{0,006} \\
 &= 200
 \end{aligned}$$

Tabel Keragaman

Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	48,19	12,05	2008,33**	3,06	4,89
Acak	15	0,09	0,006			
Total	19					

Keterangan : ** (berbeda sangat nyata)

$$\begin{aligned}
 SED &= \sqrt{\frac{2x \text{ KT acak}}{5}} \\
 &= \sqrt{\frac{2x 0,006}{5}} \\
 &= 0,049
 \end{aligned}$$

$$BNT \ 5 \% = (db \ 15) \times SED = 0,10$$

$$BNT \ 1 \% = (db \ 15) \times SED = 0,14$$



Tabel Uji BNT

Rata-rata Perlakuan	A = 0	B = 3,71	C = 3,57	D = 3,45	Notasi
A = 0	0	-	-	-	a
B = 3,71	3,71**	0	-	-	b
C = 3,57	3,57**	0,14*	0	-	c
D = 3,45	3,45**	0,26**	0,12*	0	d

Keterangan : * (berbeda nyata)
 ** (berbeda sangat nyata)

