

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Morfologi Udang Vannamei

4.1.1 Kondisi Morfologi Udang Vannamei Yang Sehat

Berdasarkan pengamatan kondisi morfologi udang vannamei menunjukkan perilaku yang normal diantaranya pada siang hari udang terlihat berdiam diri di dasar perairan dan bergerak di dasar saja tanpa memunculkan diri diatas permukaan air. Sedangkan pada malam hari udang terlihat bergerak aktif memakan makanan yang telah diberikan. Kondisi udang vannamei yang normal ini ditunjukkan pada perlakuan kontrol (salinitas optimal dan tanpa pemberian dosis virus). Perilaku udang yang lain ditunjukkan seperti respon udang terhadap rangsangan yang ada seperti cahaya dan sentuhan. Hal ini terlihat pada malam hari ketika diberikan cahaya dari lampu senter maka udang akan mendekati sumber cahaya. Begitu juga dengan adanya rangsangan sentuhan maka udang akan segera berenang menjauh ke arah yang berlawanan terhadap rangsangan yang ada.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Kilawati (2011), udang vaname yang sehat memiliki ciri-ciri warna tubuh cerah, tidak terdapat bintik putih pada bagian tubuh udang, bergerak dengan aktif dan cepat menerima respon pada gangguan. Menurut Adiwijaya (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, bergerak aktif, berenang normal, melompat bila *anco* diangkat, respon positif terhadap arus, cahaya, bayangan dan sentuhan, tubuh bewarna cerah berbelang putih secara jelas, tubuh bersih licin tidak ada kotoran atau lumut yang menempel, tubuh tidak keropos dan anggota tubuh lengkap.

4.1.2 Perubahan Tingkah Laku Udang Vannamei yang Terinfeksi WSSV

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap pengaruh perbedaan kisaran salinitas perendaman virus WSSV yang berbeda terhadap perubahan tingkah laku udang vannamei diperoleh tingkah laku yang berbeda-beda pada setiap salinitas. Tabel perubahan tingkah laku udang vannamei pasca infeksi virus WSSV disajikan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Tingkat infeksi Udang Vannamei Pasca Infeksi WSSV dengan pengamatan morfologi

No	Waktu Perendaman	Tingkah Laku
1	24 ppt (Kontrol)	<ul style="list-style-type: none"> • Udang aktif bergerak pada malam hari • Cepat merespon gangguan bergerak aktif • Nafsu makan normal • Terlihat segar dan utuh
2	5 ppt	<ul style="list-style-type: none"> • Gerakan lambat • Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon rendah • Pakan yang diberikan tersisa sebagian • Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna merah muda • Bintik putih sangat samar terlihat • Udang berenang ke permukaan dan sangat lemah • Udang dalam keadaan lemas dan mengalami kematian
3	15 ppt	<ul style="list-style-type: none"> • Gerakan lambat • Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon sangat rendah • Pakan yang diberikan masih utuh • Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna sudah kemerahan • Udang berenang ke permukaan dan sangat lemah kemudian tergelepar kedasar kolam • Udang mengalami kematian
4	25 ppt	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak aktif bergerak (lambat) berdiam diri didasar kolam dan respon rendah • Pakan yang diberikan tersisa sebagian • Tidak nampak bintik putih • Tubuh, ekor, kaki jalan, kaki renang berwarna merah muda • Udang berenang ke permukaan

4.2 Tingkat Infeksi Virus WSSV Berdasarkan Skoring

Penelitian pengaruh penginfeksi WSS terhadap morfologi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada kisaran salinitas yang berbeda menggunakan parameter utama kondisi morfologi udang vaname dan perbedaan kisaran salinitas pada masing-masing perlakuan. Data diperoleh dengan cara skoring, pemberian kode dalam penelitian ini berdasarkan tingkat infeksi terhadap morfologi udang vanamei, yaitu untuk infeksi ringan diberi skor 1 (+), infeksi sedang skor 2 (++) , dan infeksi berat diberi skor 3 (+++). Penjelasan tentang kategori kode dapat dilihat pada uraian dibawah ini yaitu :

Skor 1 (+) = infeksi ringan yang terjadi pada morfologi udang vanamei dicirikan belum adanya perubahan morfologi yang nampak selain perubahan tingkah laku yang tidak normal pada udang serta perubahan warna pada tubuh udang vanamei. Menurut Sudha *et al.*, (1981) dalam Yanto (2006), menyebutkan bahwa bila udang yang terserang WSSV tetapi belum terdapat tanda bintik putih, dikategorikan infeksi ringan (kronis) dimana infeksi yang dialami oleh jaringan rendah sehingga bintik putih dan kemerahan pada udang tidak tampak.

Skor 2 (++) = infeksi sedang yang terjadi yaitu perubahan warna pada bagian tubuh dan ekor menjadi merah muda serta timbulnya bintik putih antara 1–3 buah pada karapas dan ekor gerimpis. Menurut Wang *et al.*, (1993) dalam Yanto (2006), pada kasus WSSV adanya bintik atau spot putih pada bagian karapas sudah menjadi tanda umum, dan Mahardika *et al.*, (2004) dalam Yanto (2006), menjelaskan pada induk udang warnanya menjadi merah muda.

Skor 3 (+++) = infeksi bersifat berat yang dicirikan bintik putih sudah menyebar ke bagian tubuh udang serta adanya perubahan warna menjadi kemerahan pada ekor dan tubuh udang, selain itu ekor gerimpis,

antenna patah dan mata rusak. Ditjen Perikanan Budidaya (2006), menjelaskan infeksi berat (akut), udang mengalami perubahan warna tubuh kemerahan yang lebih tegas warna merah dapat dilihat pada ekor serta Departemen Kelautan dan Perikanan (2003), bila sudah parah bercak putih menyebar sampai ke seluruh bagian tubuh.

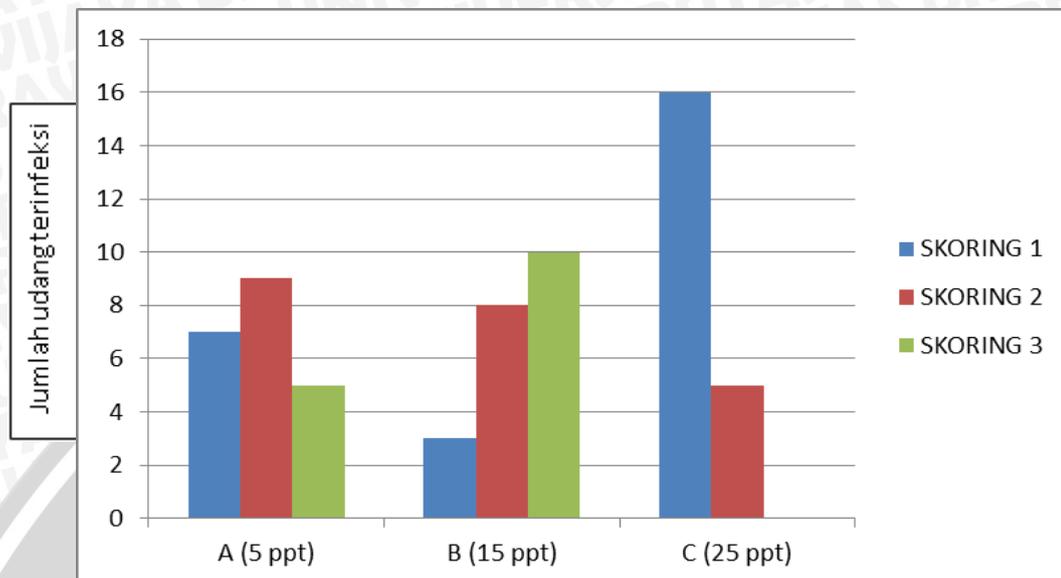
Dari data hasil pengamatan morfologi udang vannamei selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada lampiran 2, dimana hasil pengamatan morfologi dalam bentuk kode (nilai rata-rata) yang diberi skor disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Tingkat infeksi Udang Vannamei Pasca Infeksi WSSV dengan skoring.

No	Perlakuan	Ulangan	Jumlah udang yang terkena WSSV dengan skoring :		
			+	++	+++
1	A (Salinitas 5 ppt)	1	12	9	0
		2	6	9	6
		3	3	9	9
	Total		21	24	15
	Rata - rata		7	9	5
Persentase		33%	44%	23%	
2	B (Salinitas 15 ppt)	1	3	3	31
		2	3	12	12
		3	3	9	9
	Total		9	24	30
	Rata - rata		3	8	10
Persentase		14%	38%	48%	
3	C (Salinitas 25 ppt)	1	21	0	0
		2	21	0	0
		3	6	15	0
	Total		48	15	0
	Rata - rata		16	5	0
Persentase		76%	24%	0%	

Berdasarkan Tabel 2 total tertinggi udang yang terinfeksi virus WSSV pada perlakuan salinitas 15 ppt dengan skoring 3 sebesar 30 ekor , perlakuan salinitas 5 ppt dengan skoring 2 sebanyak 24 ekor dan pada perlakuan salinitas 25 ppt dengan skoring 1 sebesar 48 ekor. Dari analisis data tersebut didapatkan

grafik rata-rata jumlah udang yang terinfeksi virus WSSV pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik Jumlah Udang vannamei yang terinfeksi WSSV

Dari hasil grafik diatas disimpulkan bahwa rata-rata kematian pada skoring 3 (infeksi berat) tertinggi pada perlakuan salinitas 15 ppt sebesar rata-rata 8 ekor. Kematian udang tertinggi terjadi pada perlakuan B yakni salinitas 15 ppt, diduga merupakan akibat udang mengalami *stress* sehingga untuk *recovery* dan *moulting* mengalami waktu yang lambat sehingga WSSV lebih mudah menyerang. Sedangkan untuk perlakuan salinitas 5 ppt dan 25 ppt didapatkan nilai rata-rata rendah dikarenakan salinitas 25 ppt mendekati nilai salinitas optimal udang vaname dan pada salinitas 5 ppt udang lebih sering melakukan *moulting* sehingga spot-spot infeksi WSSV tidak nampak terlihat. Tingkat *stress* pada udang dapat mengakibatkan menurunnya daya tahan tubuh yang akhirnya memudahkan agen penyakit untuk menginfeksi inangnya. Kondisi udang yang *stress* dan lemah akibat perubahan lingkungan akan mempermudah serangan penyakit pada udang (Rachmawati, 2012).

Menurut Poernomo (1989), salinitas yang terlalu tinggi dapat menghambat terjadinya proses ganti kulit *moulting* yang merupakan indikasi

pertumbuhan udang. Sebaliknya pertumbuhan udang *moulting* akan lebih cepat pada salinitas rendah. Menurut hasil survey yang dilakukan oleh Tendencia *et al.*, (2010), infeksi WSSV pada udang windu dipicu oleh salinitas rendah kurang dari sama dengan 15 ppt, dan jumlah *vibrio* yang tinggi. Penyesuaian salinitas tersebut secara terus menerus dapat meningkatkan replikasi WSSV dalam tubuh udang dan hilangnya kemampuan *self*-adaptif selama terjadi stres. Menurut Mahardika (2004), pada kadar salinitas 15–20 ppt virus WSSV menginfeksi udang secara optimal. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada saat penelitian yaitu infeksi WSSV pada skoring 3 (tertinggi) pada salinitas 15 ppt. Udang vaname yang sehat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Udang vannamei yang sehat

Menurut Kilawati (2011), udang vannamei yang sehat memiliki ciri-ciri warna tubuh cerah, tidak terdapat bintik putih pada bagian tubuh udang. Dan menurut Adiwijaya *et al.*, (2004) bahwa udang yang sehat dicirikan dengan tingkah laku yang normal (tidak terjadi penyimpangan) yaitu jika diamati secara visual tubuh berwarna cerah berbelang putih yang jelas, tubuh bersih licin, tidak keropos dan anggota tubuh lengkap.

Udang vaname yang terinfeksi virus juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang baik (terkontrol) sehingga daya tahan tubuh udang tidak cepat melemah. Kualitas air (suhu dan salinitas) selama pengamatan berada pada kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan udang yaitu dengan suhu antara 27–30 °C dan salinitas optimal 24 ppt. Namun jika penginfeksi dilakukan dengan cara injeksi intra muscular dan secara oral yaitu melalui pakan, kematian 100 % akan tercapai dalam waktu 48–120 jam. Karena kedua metode tersebut memungkinkan virus langsung masuk kedalam tubuh udang, sehingga dengan cepat dapat mencapai organ target. Udang vaname yang terinfeksi virus WSSV bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Udang vanamei yang terinfeksi WSSV

Udang vanamei yang terinfeksi WSSV menunjukkan tanda-tanda, timbulnya bercak-bercak putih pada *karapaks*, antena patah, mata rusak, warna tubuh berubah menjadi kemerahan, berenang ke pinggir dan permukaan. Tanda-tanda penyerangan tersebut bersesuaian dengan pernyataan oleh Rahayu (2002), yaitu terbentuknya bercak putih seperti panu pada bagian

cepalothorax dan udang berenang ke tepi dekat pematang, lemas dan kehilangan nafsu makan merupakan gejala klinis karena serangan penyakit yang disebabkan oleh virus.

Menurut Lightner (1996), udang yang terinfeksi virus WSSV menunjukkan tanda-tanda seperti pergerakan lambat dan perubahan warna diseluruh tubuh menjadi kemerahan yang disertai dengan bintik-bintik putih. Hal tersebut juga disampaikan oleh Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan (2005), udang yang terinfeksi virus WSSV dengan kondisi akut menunjukkan tanda-tanda seperti pergerakan tidak aktif, *eksoskeleton* menjadi longgar dan didalam kutikula terdapat tanda seperti bintik-bintik putih serta perubahan warna pada tubuh udang menjadi merah. Menurut Kilawati (2011), infeksi ringan pada udang yang terserang virus WSSV ditandai dengan terdapat bintik putih hanya pada bagian karapas, warna tubuh, kaki renang dan kaki jalan menjadi merah muda serta udang berenang miring kepermukaan, menjauhi aerator dan terlihat lemas.

Menurut Wang *et al.*, (1997), serangan penyakit WSSV ini menyerang sel-sel pada organ-organ vital seperti 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 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.

Hal ini diperjelas oleh Departemen Kelautan dan Perikanan (2004), bahwa penyakit WSSV adalah virus SEMBV (*Systemic Ectodermal and Mesodermal Baculo Virus*). Virus ini merupakan virus berbahan genetic DNA

(*Dioxyribonucleic Acid*), berbentuk batang (*bacilliform*). Organ yang terinfeksi virus adalah kaki renang, kaki jalan, insang, lambung, otot abdomen, gonad, intestinum, karapas, dan jantung sehingga menimbulkan infeksi yang sistematis (menyeluruh).

4.3 Analisis Deteksi WSSV dengan Metode PCR pada Udang Vannamei

4.3.1 Hasil Analisis DNA Udang Vannamei

Hasil data yang didapat pada kondisi morfologi udang vaname dalam keadaan yang terinfeksi oleh virus WSSV diperkuat dengan dilakukan uji genetik pada DNA udang vaname. Sebelum dilakukan teknik PCR pada DNA sampel, perlu diketahui keberadaan DNA udang vaname dengan mengetahui kuantitas dan kualitas DNA pada hasil *ekstraksi* yang telah dilakukan. Kuantitas DNA diuji secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer NanoDrop dan kualitas DNA diuji secara kualitatif menggunakan elektroforesis gel agarose. Hasil kuantitatif DNA pada Tabel 3. menunjukkan nilai konsentrasi DNA total yang diperoleh.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuantitatif Sampel DNA udang

Sampel	Konsentrasi DNA (ng/μl)	Kemurnian DNA (260/280)
Aa	199.40	2.14
Ab	235.91	2.16
Ac	1.78	1.46

Keterangan :

Aa : Sampel DNA pada skoring 1

Ab : Sampel DNA pada skoring 2

Ac : Sampel DNA pada skoring 3

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi DNA dari masing-masing sampel berbeda yaitu berkisar antara 1.78 ng/μl–235.91 ng/μl. Ini menunjukkan hasil dari ekstraksi DNA pada sampel udang sudah dapat digunakan dalam proses PCR untuk mendeteksi virus WSSV pada DNA udang

vannamei. Durand *et al.*, (1997), menyatakan penggunaan metode nested PCR lebih efisien daripada menggunakan metode one step PCR, nested PCR dapat mendeteksi virus pada sampel yang mengandung 3,8 pikogram total DNA (1 ng = 1000 pg). Hal tersebut juga disampaikan oleh Nelson dan Lightner (2001) hasil ekstraksi DNA pada bagian tubuh dari udang penaeid yang terinfeksi oleh WSSV dapat berisi hingga 1010 molekul genom WSSV dalam 1 gr DNA ekstraksi. Sedangkan untuk hasil kuantitatif DNA menunjukkan nilai kemurnian DNA sebesar 2,01–2,04 pada nilai rasio *optical density* ($OD_{260/280}$). Menurut Maryani (2003) hasil isolasi DNA dikatakan murni jika nilai rasio $A_{260}/280$ antara 1,8 hingga 2,0. Hal ini menunjukkan kemurnian DNA tidak ada kontaminasi RNA dan protein.

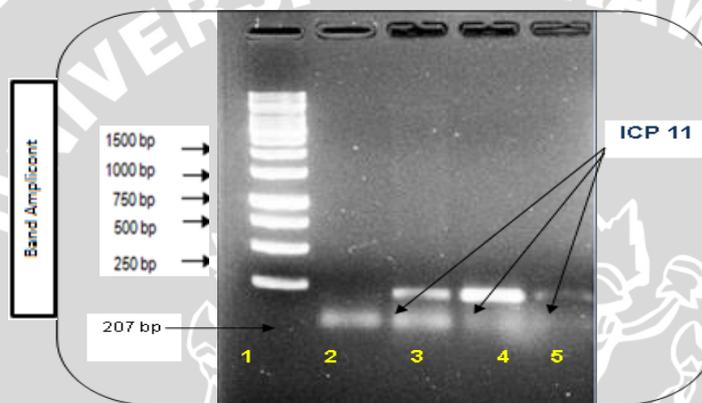
Maryani (2003) menyatakan bahwa perbedaan konsentrasi DNA yang diperoleh pada masing-masing sampel dapat ditentukan oleh perlakuan fisik yang diberikan serta kemampuan buffer ekstraksi dalam memecah sel. Proses pengeluaran sel secara fisik dengan penggerusan sampel dapat mempermudah buffer ekstraksi dalam memecah sel. Selain itu buffer ekstaksi yang digunakan dapat menentukan konsentrasi DNA yang dihasilkan.

4.3.2 Hasil Analisis PCR Udang Vannamei

Untuk mendukung data morfologi udang vaname dilakukan uji laboratorium dengan menggunakan analisis PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang berfungsi untuk mengetahui ekspresi genetik pada udang vaname. PCR yang digunakan yakni PCR secara konvensional menggunakan *ICP 11* yang tersusun atas DNA virus WSSV. Sampel yang digunakan adalah udang vannamei yang terinfeksi virus WSSV dan dikelompokkan berdasarkan skoring. Pengambilan sampel untuk uji DNA pada PCR dilakukan pada bagian perut

udang vannamei, hal ini dikarenakan menurut Lightner (1996) dalam Priatni (2006), virus paling berat menginfeksi perut.

Menurut Wang *et al.*, (2008) dalam Kilawati dan Win (2009) menegaskan bahwa *ICP11* adalah protein non struktural yang disandi oleh gen *ICP11* dan diduga kuat sangat berperan dalam penginfeksi WSSV. Pada level transkripsi dan translasi yang terjadi pada sel inang yang telah terserang virus WSSV terekspresi suatu protein. Protein ini bersifat nonstructural dan yang disebut *ICP11*. Hasil amplifikasi gen *ICP11* ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 8. Hasil amplifikasi gen *ICP11*

Keterangan :

- 1) Marker
- 2) Kontrol negatif (-), berisi ddH₂O
- 3) Sampel udang dengan salinitas 5 ppt
- 4) Sampel udang dengan salinitas 15 ppt
- 5) Sampel udang dengan salinitas 25 ppt

Berdasarkan gambar visualisasi DNA diatas terlihat 5 sumuran. Sumuran 3–5 terdapat *amplicont* 207 bp, menunjukkan bahwa 3 kelompok sampel terserang virus WSSV. Pada sumuran 1 berisi *marker*. Sumuran 2 berisi *ddH₂O* dengan tujuan untuk meyakinkan tidak ada kontaminasi pada gel yang akan di running. Sumuran 3 berisi DNA udang yang terinfeksi WSSV dengan perlakuan salinitas 5 ppt. Sumuran 4 berisi DNA udang yang terinfeksi WSSV dengan salinitas 15 ppt. Sedangkan sumuran 5 berisi DNA udang yang terinfeksi WSSV dengan salinitas 25 ppt. Nampak *band amplicont* paling jelas pada sumuran 4

dibandingkan sumuran 5 dan 3. Hal ini disebabkan konsentrasi DNA cukup tinggi disekitarnya.

Hasil PCR sampel 3, 4 dan 5 adalah positif WSSV, hal ini sejalan dengan tingkat infeksi secara morfologi yang timbul pada masing-masing perlakuan. Hasil yang tampak pada sampel 5 yang sangat tipis bukan tanpa pendaran *band amplicont* melainkan seperti *smear* (materi ikutan lain). Sedangkan hasil PCR pada sampel perlakuan salinitas 5 ppt nampak pendaran *band amplicont* juga tipis namun lebih terang daripada perlakuan salinitas 25 ppt. Menurut Dwinanti (2006), hasil PCR konvensional dengan pendaran redup (*smear*) dapat disebabkan karena jumlah kopian DNA yang tidak mencukupi dan tingkat infeksi yang terlalu rendah sehingga pita DNA berpendar redup atau bahkan tidak berpendar.

Menurut Maryani (2003) hasil isolasi DNA dikatakan murni jika nilai rasio A260/280 antara 1,8–2,0. Hal ini menunjukkan kemurnian DNA tidak ada kontaminasi RNA dan protein. Dan menurut Poernomo (1989), salinitas yang baik untuk pemeliharaan udang adalah 20–30 ppt. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan kondisi morfologi dan keberadaan virus melalui PCR konvensional pada udang vaname pasca infeksi WSSV, menunjukkan skoring yang rendah pada perlakuan salinitas 25 ppt.

Sedangkan hasil PCR dengan pendaran *band amplicont* paling terang terdapat pada perlakuan salinitas 15 ppt. Sejalan dengan Maharani *et al.* (2005) hal itu sudah mencapai tahap *patent*, yaitu suatu keadaan yang menyebabkan kematian karena virus mereplikasikan diri secara berulang-ulang didalam organ target lainnya. Hal ini juga sejalan dengan Haq *et al.*, (2012), konsentrasi virus yang terinfeksi harus mencapai 10–100 kali lipat dari batas deteksi untuk terjadi WSSV. Virus WSS pada udang menginfeksi pada tingkat rendah dan beberapa tingkatan. Infeksi rendah jika DNA virus hanya ada pada pendaran band pada

296 bp yang berarti 20 *copies*. Infeksi sedang pada band 650 bp dan 296 bp yang berarti 200 *copies*. Infeksi WSSV pada tingkatan berat terdapat pendaran band pada 910, 650, dan 296 bp yang berarti 2000 *copies*.

4.4 Parameter Kualitas Air

Air merupakan habitat (tempat hidup) udang vannamei maupun organisme lainnya. Karena itu, dalam pemeliharaan udang vannamei parameter air harus berada pada kisaran yang mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang. Sekalipun udang vannamei mempunyai kemampuan mentolerir beberapa parameter kualitas air yang cukup luas. Maka kisaran kualitas air optimum perlu diperhatikan (Kordi dan Ghufan, 2007).

Pengukuran kualitas air selama pemeliharaan udang penting dilakukan untuk mengetahui gejala yang terjadi akibat perubahan salah satu parameter kualitas air. Dengan mengetahui gejala tersebut maka dapat diambil suatu tindakan untuk mengatasi perubahan-perubahan yang kurang baik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang yang dipelihara Ahmad (1991) dalam Suwoyo (2009).

Pada pengamatan penelitian ini nilai suhu terendah berada pada 23.5 °C nilai tertinggi pada 26.5 °C dan cukup baik untuk pertumbuhan udang. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordi, 2005). Selain itu Taslihan *et al.*, (2005) menjelaskan bahwa nilai suhu yang memenuhi syarat bagi kehidupan udang berkisar 23–32°C. Suhu dapat dianggap sebagai factor yang mempengaruhi produksi budidaya. Suhu air menentukan produktivitas alami dari ekosistem

perairan, dan secara langsung atau tidak mempengaruhi seluruh variabel kualitas air lainnya. Hasil kualitas air Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. Kisaran Kualitas Air Pada Saat Penelitian

Kode	Kisaran suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kisaran pH	Kisaran Nilai DO (mg/L)	Salinitas (ppt)
K-S	24.0–25.9	6.65–7.73	5.10–7.97	24 (optimal)
A-S-1	23.5–26.0	7.34–8.09	5.41–8.30	5
A-S-2	23.9–25.8	7.42–8.16	5.78–8.50	5
A-S-3	23.8–25.8	7.68–8.65	5.72–8.51	5
B-S-1	23.9–25.7	7.50–7.88	6.15–8.51	15
B-S-2	23.8–25.9	7.50–7.98	5.54–8.51	15
B-S-3	24.4–25.7	7.40–7.92	5.47–8.23	15
C-S-1	24.0–25.8	7.28–7.58	5.41–7.97	25
C-S-2	23.9–26.5	7.23–7.71	5.35–7.98	25
C-S-3	24.7–25.7	7.40–7.75	5.41–8.17	25

Jika suhu air naik maka laju metabolisme tubuh juga naik yang berarti semakin besar oksigen yang dibutuhkan. Jika suhu air turun hingga dibawah 23°C , daya cerna udang terhadap makanan yang dikonsumsi berkurang. Sebaliknya, jika suhu naik hingga lebih dari 30°C , udang akan mengalami stress karena dibutuhkan oksigennya semakin tinggi. Sementara itu, jika suhu air berada dibawah 14°C , udang bisa mengalami kematian. Karena itu harus dihindari perubahan suhu secara mendadak karena akan berpengaruh langsung terhadap kehidupan udang (Amri, 2003)

Nilai pH pada saat penelitian terendah 6.65 dan nilai tertinggi yaitu pada 8.65, nilai ini masih dalam kondisi normal dan optimum untuk kehidupan udang vaname. Seperti menurut Amri (2003), menyatakan pada nilai pH diatas 10 dapat membunuh udang, sementara nilai pH dibawah 5 mengakibatkan pertumbuhan

udang terhambat. Prajitno (2008), menyatakan bahwa udang sangat peka terhadap perubahan air. Dan pada prinsipnya perguncangan pH akan membuat udang stress. Oleh karena itu, kisaran pH pada media pemeliharaan harus dipethanakan agar pertumbuhan udang tetap optimal.

Derajat keasaman atau pH merupakan faktor yang sangat penting dalam perairan karena dapat berpengaruh langsung terhadap produksi udang, pengaruh langsungnya yaitu bahwa ion H^+ dapat menghambat 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 H_2S dalam air (Haliman dan Dian, 2006). Menurut Law (1988) dalam Budiardi (2008), perairan dengan pH yang ekstrim dapat membuat udang tertekan, pelunakan karapas serta kelangsungan hidup rendah. Mortalitas tinggi pada udang terjadi pada pH perairan dibawah 6,0 sedangkan pada pH 3,0 dalam 20 jam terjadi kematian 100 %.

Hasil pengukuran oksigen terlarut pada media pemeliharaan selama penelitian didapatkan hasil nilai DO terendah pada 5.10 ppm dan nilai DO terbesar yaitu 8.51 ppm dan tergolong baik untuk tingkat pertumbuhan udang karena oksigen terlarut yang baik untuk kehidupan udang adalah 4–8 ppm. (Amri, 2004). Kelarutan oksigen dalam air khususnya untuk pemeliharaan udang vannamei harus diperhatikan. Sekalipun udang vannamei mempunyai kemampuan mentolerir beberapa parameter air yang cukup luas, namun kisaran kualitas air optimum perlu diperhatikan. Kisaran oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan yaitu 3–7 ppm, optimumnya yaitu >4 ppm (Kordi dan Ghufuran, 2007). Menurut Amri (2003), Oksigen dalam perairan bersumber dari difusi ataupun hasil proses fotosintesis organisme produsen. Oksigen dikonsumsi secara terus menerus oleh tumbuhan dan hewan dalam aktivitas respirasi.

Udang (crustacea) memiliki respon yang mirip terhadap kandungan oksigen rendah. Tingkat oksigen mematikan pada udang berkisar antara 0,5–1,0 ppm bergantung pada spesies, ukuran, dan faktor lingkungan lainnya. Kondisi oksigen rendah dalam waktu yang berkepanjangan dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, menurunnya efisiensi pakan, serta berkurangnya frekuensi moulting (Amri, 2004)

Sebagai parameter perlakuan utama pada saat penelitian ini menggunakan ketetapan salinitas 5 ppt, 15 ppt dan, 25 ppt. Seperti menurut Trobos (2011), udang merupakan hewan euryhaline, yaitu mampu beradaptasi pada kisaran salinitas/kadar garam yang besar, mulai hampir 0,5 ppt sampai 50 ppt. Karena itu udang vannamei bisa dibudidayakan pada salinitas sangat rendah, bahkan mendekati tawar. Tetapi buka berarti udang vaname bisa dipelihara ditanah pedalaman. Selama ini udang tersebut dipelihara dikolam pesisir dengan air tawar atau bersalinitas rendah.

Setiap spesies biota air memiliki kisaran nilai salinitas yang optimum untuk hidup, bila kondisinya berada diluar kisaran tersebut dapat beakibat stress, mengganggu pertumbuhan dan reproduksi, bahkan mengakibatkan kematian. Salitas yang tinggi juga dapat mempengaruhi kelarutan-kelarutan 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, semetara air disekelilingnya adalah larutan lain. Secara alami pelarut (air) atau larutan yang lebih encer akan bergerak masuk kedalam larutan yang lebih pekat atau kental, sampai terjadi keseimbangan. Demekian pula spesies tawar memiliki cairan tubuh lebih kental dari lingkungannya, mereka bersifat hypersaline atau hypertonic terhadap lingkungannya, sehingga air cenderung masuk kedalam tubuh udang (Amri, 2004). Salinitas berhubungan erat dengan

osmoregulasi hewan air, apabila terjadi penurunan salinitas secara mendadak dan dalam kisaran yang cukup besar, maka akan menyulitkan hewan dalam pengaturan osmoregulasi tubuhnya sehingga dapat menyebabkan kematian (Anggoro, 1992).

