

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Budidaya

Secara umum terdapat empat jenis sistem budidaya yang dapat diterapkan pada budidaya udang yaitu tradisional, semi intensif, intensif, dan super intensif. Perbedaan umum yang ada diantaranya adalah pada spesifikasi kolam, pemberian pakan dan pengelolaan kualitas air dan tambak. Menurut Mahmud *et al.*, (2007), sistem budidaya tradisional memiliki konstruksi tambak seperti bentuk dan ukuran petakan tidak teratur, kedalaman air dipelataran tambak tradisional adalah 30-50 cm. Pada budidaya tambak udang dengan sistem tradisional tidak sering dilakukan pergantian air dan secara normal hanya dilakukan dua kali dalam satu bulan.

Sistem budidaya semi-intensif memiliki ciri-ciri bentuk petakan lebih teratur, dengan tujuan lebih memudahkan dalam pengelolaan airnya. Kepadatan tebar benih antara 10-25 ekor/m² dengan kombinasi makanan tambahan dan pakan alami. Pengelolaan air cukup baik, yaitu selain pasang surut juga digunakan pompa. Hasil panen yaitu 2,5-6 ton/ha/musim. Hasil udang yang dipanen memenuhi syarat untuk ekspor yaitu 25-30 ekor/kg dengan lama pemeliharaan 4-5 bulan (Libriyanto, 2008). Menurut Andriyanto *et al.* (2013), jumlah benur yang ditebar pada tambak semi intensif lebih besar dibandingkan pada tambak dengan teknologi sederhana, dan pakan yang digunakan tidak sepenuhnya pakan buatan tetapi masih ditambah pemupukan dasar kolam untuk menumbuhkan pakan alami.

Menurut Andriyanto *et al.* (2013), teknologi intensif tidak dilakukan pemupukan, atau pemupukan hanya ketika penebaran benur karena pakan sepenuhnya menggunakan pakan buatan. Pergantian air dilakukan secara

teratur sehingga diperlukan pompa air. Untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air digunakan aerator seperti kincir air. Menurut Fuady *et al.* (2013), nilai parameter kualitas air pada sistem budidaya intensif lebih baik dibandingkan dengan semi intensif. Hal tersebut dikarenakan adanya pengelolaan kualitas air yang baik pada sistem budidaya intensif yang dapat meningkatkan nilai dari parameter kualitas air tambak. Menurut Arifin *et al.* (2005) dalam Nababan *et al.* (2015), budidaya vaname dengan menggunakan teknologi intensif dapat mencapai padat tebar yang tinggi berkisar 100-300 ekor/m².

Menurut Herdianti *et al.* (2015), budidaya udang vaname dengan pola super intensif adalah salah satu sistem budidaya masa depan dengan padat tebar yang tinggi dan produktivitas yang tinggi untuk memenuhi tingginya permintaan udang. Menurut Syah *et al.* (2017), teknologi tambak superintensif (TSI) berkembang untuk udang vaname dengan padat tebar mencapai 1250 ekor/m² dan menghasilkan produktivitas 12,6 ton/1000 m². Menurut Banun *et al.* (2008), pada budidaya super intensif, padat tebar udang dapat mencapai lebih dari 500 ekor/m² dan tinggi air berkisar antara 1,5 – 2 meter dengan dasar petakan biasanya berupa plastik atau semen dan pemberian pakannya dikontrol sangat ketat.

2.2 Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Yustianti *et al.* (2013), udang vaname merupakan salah satu jenis udang introduksi di Indonesia yang saat ini banyak digemari oleh masyarakat. Udang vaname menjadi udang dengan perkembangan yang cukup pesat di Indonesia. Udang vaname dapat menjadi salah satu komoditi ekspor andalan bagi pemerintah untuk menambah devisa.

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Amri dan Kanna (2008), klasifikasi udang vaname adalah sebagai berikut:

Filum : Arthropoda

Kelas : Crustacea

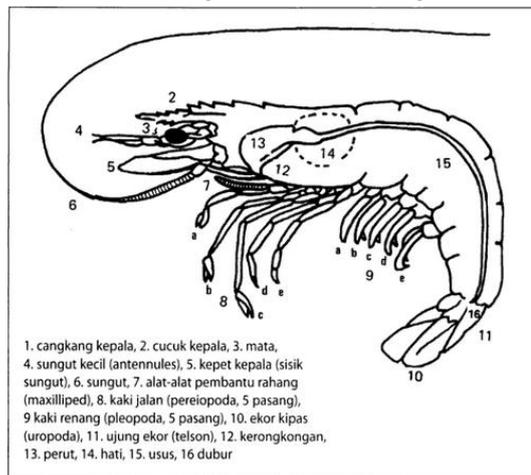
Ordo : Decapoda

Famili : Penaeidae

Genus/Marga : *Litopenaeus*

Spesies/Jenis : *Litopenaeus vannamei*

Nama lokal : Udang vaname, udang kaki putih, udang putih Amerika



Gambar 1. Morfologi Udang (Suryanto dan Enny, 2009)

Menurut Sutrisno *et al.* (2010), *Litopenaeus vannamei* atau yang kita kenal dengan udang vaname adalah jenis krustasea yang tergolong kedalam ordo decapoda seperti lobster dan kepiting. Hewan ini juga memiliki karapas yang berkembang menutupi bagian kepala dan dada yang menjadi satu (*cephalothorax*). Udang vaname juga memiliki 10 kaki karena itu digolongkan dalam ordo decapoda.

Ciri-ciri fisik yang dimiliki udang vaname yang berbeda dengan udang lainnya adalah penampakan luar berwarna putih transparan dengan disertai

warna agak gelap kebiruan akibat dominannya kromatofor warna biru yang terkonsentrasi dekat telson dan uropod. Berbeda dengan udang windu yang dapat menyimpan sperma karena mempunyai telikum yang terbuka (Subaidah dan Harjono, 2003).

Menurut Yuniasari (2009), bagian tubuh dari udang vaname terdiri dari kepala (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). Pada kepala udang vaname terdiri dari beberapa bagian yaitu antenula, antena, dan *maxillae*. Pada kepala udang vaname juga terdapat 5 pasang kaki jalan (*periopod*). Pada bagian perut udang vaname terdiri dari 6 ruas dan terdapat 5 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang uropod dan telson yang membentuk kipas.

2.2.2 Siklus Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Ernawati dan Rochmady (2017), udang vaname merupakan salah satu jenis organisme yang memiliki sifat katadromus. Udang vaname bertelur di laut lepas bersalinitas tinggi, pada stadia lara akan bermigrasi ke daerah estuaria bersalinitas rendah. Udang vaname pertama kali ditemukan sekitar 70 m di wilayah Pasifik lepas pantai Mexico dan Amerika Tengah dan Selatan pada suhu air 26-28°C dan salinitas 35 ppt. Menurut Hurtado *et al.* (2006) dalam Suwoyo dan Mangampa (2010), udang vaname masih dapat hidup pada salinitas *hypo* dan *hyper-saline* yakni 5-50 ppt. Namun menurut Nababan *et al.* (2015), salinitas yang baik untuk pertumbuhan berkisar antara 10-30 ppt.

Menurut Haliman dan Adijaya (2005), siklus hidup udang vaname sebelum ditebar ke kolam adalah sebagai berikut:

a. Stadia naupli

Pada stadia ini, larva masih memiliki kuning telur sebagai cadangan makanan karena sistem pencernaannya masih belum sempurna dan ukuran larva antara 0,32-0,58 mm.

b. Stadia zoea

Larva naupli yang telah ditebar pada kolam pembesaran selama 15-24 jam akan berubah menjadi larva stadia zoea dengan ukuran 1,05-3,30 mm. Pada stadia ini larva dapat mengalami *moulting* sebanyak 3 kali pada stadia zoea 1, zoea 2 dan zoea 3. Lama waktu moulting sebelum stadia selanjutnya adalah 4-5 hari.

c. Stadia mysis

Pada stadia ini, benur sudah menyerupai bentuk udang yang dicirikan dengan sudah terlihat bentuk ekor kipas dan ekor. Benur sudah bisa memakan plankton baik fitoplankton maupun zooplankton. Pada stadia ini terdapat 3 substadia, yaitu *mysis* 1, *mysis* 2 dan *mysis* 3 yang berlangsung selama 3-4 hari sebelum memasuki stadia PL dan ukurannya berkisar antara 3,50-4,80 mm.

d. Stadia postlarva (PL)

Ketika memasuki stadia ini, benur udang sudah tampak seperti udang dewasa. Hitungan pada stadia ini sudah berdasarkan hari. Udang mulai aktif bergerak lurus ke depan dan memiliki sifat cenderung karnivora.

2.2.3 Sistem Pertahanan Tubuh Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Sejak dulu dikatakan bahwa imunitas avertebrata dipengaruhi oleh interaksi sel fagositosis dengan patogen, bersamaan dengan sejumlah faktor humoral seperti lisosom (Jasmanindar, 2009). Udang mempunyai pertahanan pertama yaitu lapisan kutikula yang mempunyai peranan penting dalam melawan infeksi. Lapisan kutikula ini terdiri atas lipid, protein dan kalsium yang menutupi insang, esofagus, dan abdomen. Setiap kerusakan dari kutikula mencirikan adanya infeksi karena mikroorganisme (Priatni, 2003). Menurut Wahjuningrum *et al.* (2006), sistem kekebalan tubuh udang terdiri atas 2 komponen utama yaitu

mekanisme kekebalan non spesifik dan spesifik. Sistem imun non spesifik merupakan sistem imun yang akan bertanggungjawab terhadap kekebalan alami yang dimiliki hewan terhadap sebagian mikroorganisme yang berasal dari lingkungan.

2.2.4 Sistem Respirasi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Secara umum, pernafasan pada udang sama dengan pernafasan pada ikan dan hewan akuatik lainnya. Pernafasan udang diatur oleh insang yang berada di samping kiri-kanan kepala-dada di balik kelopak kepala (Murtidjo, 2011). Menurut Sudjadi dan Laila (2006), ketika insang bergerak ke samping dan operkulum tetap menempel pada tubuh akan menyebabkan rongga mulut membesar sehingga tekanan air di dalam rongga mulut lebih kecil dibandingkan tekanan diluar. Apabila mulut terbuka maka air akan masuk dan peristiwa ini disebut respirasi. Air dari perairan mengalir dari mulut menuju ke insang. Oksigen terlarut dalam air akan bersentuhan dengan filamen insang yang kemudian berdifusi ke kapiler darah. Darah yang kaya akan oksigen dari insang diangkut ke seluruh tubuh sedangkan CO₂ dari kapiler darah berdifusi ke air.

2.3 Histopatologi

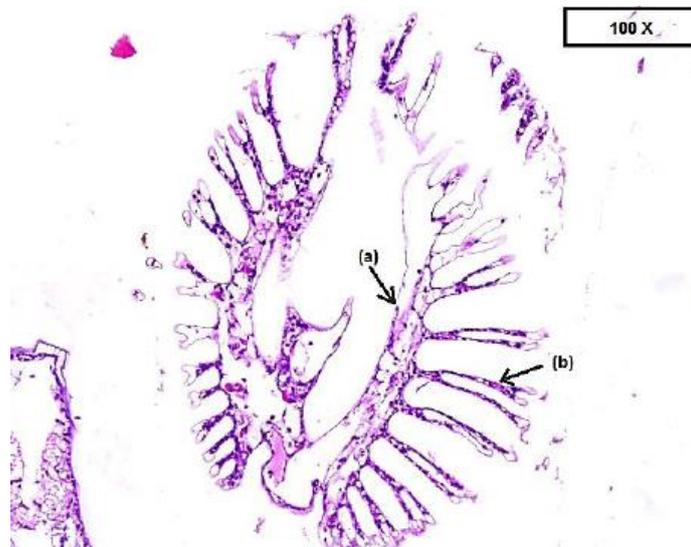
2.3.1 Pengertian Histopatologi

Menurut Lesmana (2015), histologi merupakan suatu cabang ilmu biologi dan kedokteran yang mempelajari struktur dan fungsi jaringan. Struktur jaringan ini dapat dilihat melalui mikroskop. Sedangkan histopatologi adalah teknik yang menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mendasar anatomi hewan, fisiologi, endokrinologi, patologi, dan toksikologi. Hal ini dapat meningkatkan informasi biologis yang relevan dalam uji paparan dengan tepat dan lebih mengidentifikasi bahaya tertentu, seperti organ target dari zat beracun.

Histopatologi lebih sensitif dibandingkan dengan pengujian toksikologi klasik, karena walaupun diberi paparan yang rendah, perubahan histologi tetap terlihat (Mensah *et al.*, 2014). Pemeriksaan secara histopatologis merupakan pendukung suatu diagnosa dan dapat menjadi pemeriksaan diagnosa utama suatu penyakit dengan ditemukannya perubahan sel atau jaringan yang patognomonik akibat suatu penyakit tertentu. Pada saat yang bersamaan pemeriksaan histopatologis dapat merupakan pemeriksaan lanjutan dari penyakit parasit pada insang ikan. Hal tersebut karena gejala klinis dan lesi patologis anatomis yang terjadi pada insang seringkali diakibatkan oleh adanya perubahan lingkungan perairan secara ekstrim (Sudaryatma dan Eriawati, 2012).

2.3.2 Struktur Insang dan Jenis Kerusakan Insang

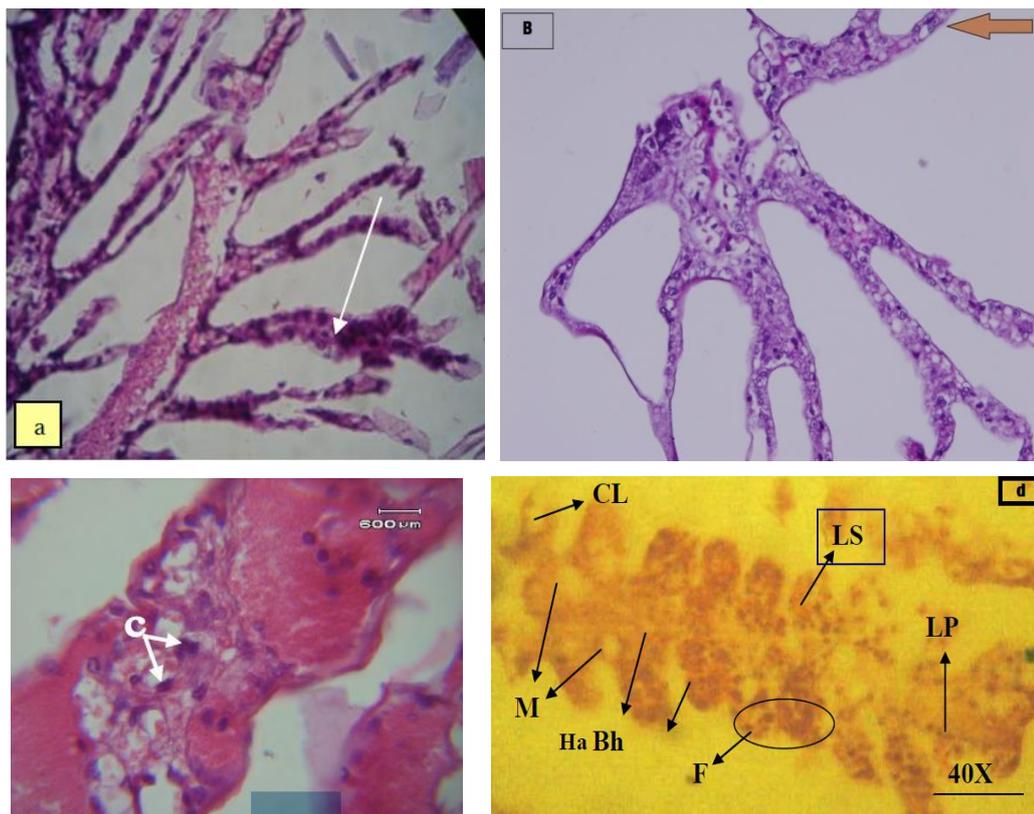
Menurut Setyawan *et al.* (2013), insang merupakan salah satu organ yang langsung bersentuhan dengan air, sehingga ketika di dalam perairan mengandung polutan maka akan mengakibatkan kerusakan pada organ insang dan organ – organ lain yang berhubungan dengan insang. Organ insang merupakan organ vital karena berfungsi untuk mengikat oksigen dari air. Menurut Pinontoan (2015) *dalam* Alamsyah, (2017), struktur dasar insang terdiri dari lamella primer sebagai badan utama setiap filamen insang dan lamella sekunder sebagai bagian kecil dari filamen insang yang terdapat disekitar badan lamella primer. Struktur insang dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Struktur Insang Udang Vaname: (a) Lamella Primer, (b) Lamella Sekunder (Alamsyah, 2017)

Kerusakan insang yang disebabkan oleh substansi tercemar dibagi dalam beberapa tingkatan yaitu diawali dengan edema, hiperplasia pada sel-sel basal, fusi lamela, fusi pada seluruh lamela sekunder dan hilangnya struktur lamela sekunder dan filamentum mereduksi. Hiperplasia dapat mengurangi luas permukaan lamella terjadi oleh adanya hiperplasia yang meluas pada sel – sel basal dan epithelium sehingga lamella sekunder akan menyatu. Peristiwa ini mengakibatkan terhambatnya proses respirasi maupun ekspirasi gas pernafasan yang masuk dan keluar tubuh ikan. Kerusakan – kerusakan pada lamela ini dapat mengganggu proses pertukaran gas – gas respiratorik sehingga ikan mengalami kesulitan pernafasan. Ketidaknormalan tersebut mungkin dapat menyebabkan kematian ikan secara kronis (Suparjo, 2010). Edema (pembengkakan) adalah suatu bagian yang terisi cairan sehingga bagian tersebut membesar dan tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik (Pratiwi dan Manan, 2015). Edema akan diikuti oleh lepasnya epitel dari lamella sekunder yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi epitel sebagai penangkap gas terlarut (Jamin dan Erlangga, 2016). Menurut Mahasri *et al.* (2008), hiperplasia adalah peningkatan jumlah sel dalam suatu jaringan sehingga ukuran jaringan akan menjadi lebih besar. Hiperplasia dapat menyebabkan pembuluh darah mengalami penyempitan

karena terhimpit oleh sel yang mengalami hiperplasia dan darah akan terakumulasi pada daerah tersebut yang lama kelamaan akan dapat pecah. Fusi lamella sekunder umumnya terjadi sebagai respon terhadap infeksi parasit dan bakteri yang kronis ataupun adanya iritasi yang disebabkan bahan kimia (Hastari *et al.*, 2014). Nekrosis merupakan kematian sel. Menurut Yudiati *et al.* (2009), nekrosis yang terjadi pada jaringan pernafasan pada akhirnya akan mengurangi laju respirasi dan kematian akut. Berbagai jenis kerusakan insang tersebut dapat terjadi akibat beberapa hal diantaranya karena kualitas lingkungan yang buruk seperti tingginya kandungan amonia di dalam tambak pemeliharaan udang, maupun dari adanya serangan penyakit infeksius seperti virus, bakteri maupun jamur. Gambar kerusakan insang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Jenis Kerusakan Insang Udang (a) Hiperplasia (Mahasri *et al.*, 2008), (b) Edema (Alamsyah, 2017), (c) Nekrosis (Umami *et al.*, 2012), (d) Fusi (F) (Djawad dan Bertha, 2009).

2.4 Kualitas Air

Kualitas air dalam suatu budidaya memegang peranan penting dalam usaha budidaya. Kualitas air yang baik akan menyebabkan hasil budidaya yang baik pula. Sedangkan kualitas air yang buruk akan menyebabkan hasil budidaya juga akan buruk seperti pertumbuhan terhambat, maupun adanya virus dan bakteri yang menyebabkan penyakit atau kematian pada ikan maupun udang yang dibudidayakan.

2.4.1 Parameter Fisika

Parameter fisika merupakan suatu bagian dari pengamatan kualitas air yang perlu diukur. Adapun parameter fisika yang diamati meliputi suhu dan kecerahan. Pengukuran parameter fisika langsung dilakukan di lapang.

a. Suhu

Suhu merupakan suatu tolak ukur panas atau dinginnya suatu perairan. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air. Penurunan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air (Effendi, 2003). Distribusi suhu secara vertikal perlu diketahui karena akan mempengaruhi distribusi mineral dalam air karena kemungkinan terjadi pembalikan lapisan air. Suhu air akan mempengaruhi juga kekentalan (viskositas) air. Perubahan suhu air yang drastis dapat mematikan biota air karena terjadi perubahan daya angkut darah (Ghufran dan Kordi, 2009). Menurut Ghufran *et al.* (2010), laju pertumbuhan organisme akuatik dapat meningkat sejalan dengan peningkatan suhu. Selain itu, suhu juga dapat menekan kehidupan ikan bahkan dapat menyebabkan kematian apabila peningkatan suhu yang terjadi sampai terlalu drastis.

b. Kecerahan

Kecerahan adalah perkiraan kemampuan penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Kecerahan selalu diidentikkan dengan cahaya matahari yang merupakan sumber energi bagi semua jasad hidup di perairan. Tinggi rendahnya kecerahan akan mempengaruhi kegiatan fotosintesis dan produktivitas perairan atau kesuburan perairan (Mahyuddin, 2010). Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2003). Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sejauh mana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air serta lapisan-lapisan yang tidak keruh, agak keruh, dan paling keruh. Air yang tidak terlampau keruh dan tidak terlampau jernih pula baik untuk kehidupan ikan (Ghufran dan Kordi, 2010).

2.4.2 Parameter Kimia

Parameter kimia merupakan suatu bagian dari pengamatan kualitas air yang perlu diukur. Adapun parameter kimia yang diamati meliputi oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen (DO)*, pH (*power of Hydrogen*), salinitas, amonia, nitrat dan nitrit. Pengukuran DO, pH dan salinitas dapat langsung dilakukan di lapang, sedangkan pengukuran amonia, nitrat dan nitrit dilakukan di laboratorium.

a. Oksigen Terlarut atau *Dissolved Oxygen (DO)*

Menurut Effendi (2003), oksigen adalah salah satu gas yang larut didalam perairan. Kandungan oksigen terlarut yang ada di dalam perairan sangat bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air dan juga tekanan atmosfer. Kadar oksigen terlarut juga dapat berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Menurut Mahyuddin

(2010), sumber oksigen terlarut dalam air adalah difusi dari udara dan hasil fotosintesis biota yang berklorofil yang seluruh tubuhnya berada di dalam air. Proses difusi ini akan terjadi apabila ada pergerakan air sehingga mendorong terjadinya proses difusi oksigen dari udara ke dalam air. Hal ini terjadi karena kandungan oksigen di udara jauh lebih banyak dibandingkan didalam air. Menurut Amri (2003), oksigen dibutuhkan udang untuk bernapas. Ketersediaan oksigen di dalam air sangat menentukan kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang.

b. Power of Hydrogen (pH)

Keasaman air (pH) dihitung berdasarkan persentase logaritma negatif dari ion-ion hidrogen per liter air. pH yang terlalu tinggi atau rendah akan meracuni ikan dan hewan lainnya (Susanto, 2005). Menurut Mahyuddin (2010), nilai pH yang kurang dari 7 mengindikasikan bahwa suatu perairan asam, bila nilainya sama dengan 7 berarti netral, sedangkan pH yang tinggi lebih dari 7 mengindikasikan perairan basa. pH perairan juga dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ dan senyawa-senyawa yang bersifat asam. pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena dapat mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam akan kurang produktif, malah dapat membunuh ikan (Ghufran *et al.*, 2010).

c. Salinitas

Secara sederhana, salinitas disebut juga dengan kadar garam atau tingkat keasinan air. Besarnya salinitas dinyatakan dalam permill (‰) atau ada juga yang menyebutnya dengan gram per kilogram. Untuk mengukur salinitas air tambak secara praktis dapat digunakan salinometer atau refraktometer (Amri, 2003). Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰, perairan payau antara 0,5‰ – 30‰, dan perairan laut 30‰ – 40‰. Pada perairan *hipersaline*, nilai salinitas dapat mencapai kisaran 40‰ - 80‰. Pada perairan pesisir, nilai

salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai (Effendi, 2003). Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang hidup di air asin harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya (Ghufran dan Kordi, 2009).

d. Amonia

Di dalam air, amonia terdapat dalam dua bentuk, yaitu NH_4^+ atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA) yang kurang beracun dan NH_3 atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun. Kedua bentuk amonia tersebut di dalam air berada dalam keseimbangan (Ghufran dan Kordi, 2009). Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi (Effendi, 2003). Amonia (NH_3) dalam air juga dapat berasal dari perombakan bahan organik dan pengeluaran hasil metabolisme ikan melalui ginjal dan jaringan insang (Ghufran *et al.*, 2010). Konsentrasi amoniak (NH_3) dipengaruhi oleh pH, oksigen, dan suhu air. Setiap terjadi kenaikan pH pada kondisi konsentrasi oksigen rendah, konsentrasi NH_3 secara otomatis juga akan meningkat (Mahyuddin, 2010).

e. Nitrit

Menurut Redaksi PS (2009), nitrit merupakan perubahan unsur amoniak yang terjadi apabila ada kehadiran bakteri *Nitrosomonas*. Nitrit merupakan suatu unsur kimia yang tidak terlalu berbahaya. Namun, apabila terjadi sekresi dan pembusukan bahan organik, sifatnya akan berubah menjadi sangat berbahaya bagi organisme perairan. Tingginya kadar nitrit yang berada di dalam air dapat dilihat secara kasat mata dengan indikator warna air menjadi keruh, cara

berenang ikan tidak terarah, pakan tidak dimakan, dan sebagainya. Menurut Effendi (2003), di perairan alami, kandungan nitrit (NO_2) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit, lebih sedikit dibandingkan nitrat, karena nitrit umumnya bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen sehingga nitrit segera dioksidasi menjadi nitrat. Nitrit adalah bentuk peralihan antara amonia dan nitrat. Sumber nitrit dapat berasal dari limbah industri dan domestik.

f. Nitrat

Menurut Effendi (2003), nitrat (NO_3) merupakan suatu bentuk utama nitrogen di dalam perairan alami dan merupakan unsur nutrisi utama bagi tanaman air dan alga. Nitrat nitrogen bersifat stabil dan sangat mudah larut di dalam air. Nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna dari senyawa nitrogen di perairan. Adanya oksigen di dalam air tambak akan mengubah amonia menjadi nitrat dan nitrit (nitrifikasi). Nitrat tersebut terbentuk akibat reaksi antara amonia dan oksigen yang terlarut di dalam air. Besarnya kadar nitrat di dalam tambak yang masih bisa ditoleransi berada dibawah 0,1 ppm (Amri, 2003).

2.4.3 Parameter Biologi

Parameter biologi merupakan suatu bagian dari pengamatan kualitas air yang perlu diukur. Adapun parameter biologi yang diamati meliputi bakteri dan *Survival Rate* (SR) dari udang itu sendiri.

a. Bakteri

Bakteri merupakan salah satu makhluk hidup yang berukuran sangat kecil. Tingginya tingkat mortalitas udang budidaya diduga disebabkan oleh infeksi virus maupun bakteri patogen. Menurut Ridlo dan Pramesti (2009), bakteri patogen yang umum menyerang dalam budidaya perikanan diantaranya adalah *Vibrio alginolyticus*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus*, dan *V. ordalii*. Menurut Annisa *et al.* (2015), pencegahan terhadap serangan bakteri dapat dilakukan dengan menggunakan

pemberian antibiotik, namun penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat menimbulkan efek samping bagi patogen itu sendiri maupun terhadap kultivan (organism budidaya) yang dipelihara. Pemberian antibiotik yang diberikan secara terus menerus dapat menyebabkan patogen menjadi resisten, sehingga penggunaan antibiotik menjadi tidak efektif.

Penyakit udang yang disebabkan oleh bakteri umumnya menyerang fisik udang atau menginfeksi bagian anggota tubuh udang. Misalnya, bakteri nekrosis menyerang pada bagian antena, uropoda, pleopoda, dan beberapa bagian tubuh lainnya dalam bentuk nekrosis (keropos). Dampak serangan bakteri ini menyebabkan udang kurang nafsu makan, pertumbuhan lambat, bisa menimbulkan kematian (Wedjatmiko, 2010). Menurut Hatmanti (2003), salah satu bakteri yang banyak menyebabkan penyakit dan kematian pada budidaya krustasea adalah *Vibrio harveyi*. Bakteri ini merupakan penyebab penyakit kunang-kunang atau penyakit berpendar, karena krustasea yang terinfeksi akan terlihat terang dalam keadaan gelap (malam hari). Selain menimbulkan penyakit pada biota yang dibudidayakan, bakteri dapat pula mengkontaminasi biota budidaya sehingga ketika biota tersebut dikonsumsi akan menimbulkan penyakit atau keracunan pada konsumen.

b. *Survival Rate (SR)*

Kelangsungan hidup merupakan persentase jumlah ikan dalam keadaan hidup dalam kurun tertentu dari jumlah seluruh ikan yang ditebarkan pada awal penelitian sampai pada akhir penelitian (Akhyar *et al.*, 2016). Kelangsungan hidup atau sitasan (*survival rate*) adalah persentase jumlah biota budi daya yang hidup dalam kurun waktu tertentu. Banyak faktor yang dapat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup seperti padat penebaran, pakan, lingkungan (kualitas air), kualitas benih, hama dan penyakit. Lingkungan hidup optimal juga

dapat menunjang pertumbuhan dan sintasan atau kelangsungan hidup. Kelangsungan hidup udang vaname juga identik dengan udang windu, hanya saja udang vaname dapat lebih bertoleransi terhadap perubahan lingkungan, seperti salinitas (kadar garam) dan temperatur (Ghufran dan Kordi, 2009).