

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan dengan luas wilayah perairan mencapai sekitar 3,544 juta km², Indonesia memiliki prospek sumber daya perikanan laut serta air tawar yang sangat besar (Rukmana, 2015). Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) ialah satu diantara komoditas perikanan laut dengan prospek yang cerah di Indonesia, spesies yang diperoleh dari perairan Pasifik dan banyak didapatkan di pantai barat Meksiko hingga Peru. Saat ini, pemeliharaan udang vaname telah menjadi pilar utama dalam sektor perikanan budidaya Indonesia dan menjadi fokus utama pengembangan perekonomian nasional. Produksi udang pada tahun 2019 tercatat sebesar 517,97 ton. Sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas sektor perikanan, pemerintah menetapkan target peningkatan produksi udang menjadi 1.290.000 ton pada tahun 2024, dengan menghasilkan produksi yang diharapkan mencapai 90,30 triliun rupiah (KKP, 2021). Peningkatan produksi udang vanamei juga meningkatkan permintaan larva udang, yang mendorong para petani untuk mengembangkan pembenihan udang guna menghasilkan larva yang sehat. Namun permasalahan didalam pembenihan udang vanamei adalah tingginya tingkat mortalitas pada pemeliharaan larva udang yang diakibatkan oleh kualitas air tidak optimal, dengan dilakukannya penambahan probiotik merupakan langkah utama agar kualitas air lebih optimal sehingga menjaga udang tetap berkualitas.

Penambahan bakteri probiotik pada media pemeliharaan udang memiliki fungsi untuk komplemen sumber pakan atau peran dalam sistem pencernaan. Dimana mekanismenya dapat mengurangi (menekan) adanya patogen hal tersebut karena bakteri probiotik mampu menghasilkan bahan antibakteria (Verschuere *et al.*, 2000). Selain itu juga berfungsi meningkatkan sistem kekebalan tubuh, antimutagenik, antikarsinogenik, dan merangsang pertumbuhan (Wang, 2007). Belakangan ini pemanfaatan probiotik pada budidaya udang vanamei menjadi bagian dari SOP budidaya, selain beberapa faktor seperti penggunaan benur SPF, tandon atau sistem resirkulasi, penerapan biosekuriti dan penggunaan pakan berkualitas (Gunarto *et al.*, 2006).

Probiotik *Bacillus sp* dapat menghasilkan senyawa yang membantu mengurangi patogen, sehingga mengurangi resiko infeksi dan meningkatkan kesehatan larva, *Bacillus sp* juga membantu berkontribusi pada kualitas air untuk menjadi lebih optimal dan mengurangi akumulasi amoniak.

Konsekuensi yang timbul dari masalah ini adalah serangkaian serangan penyakit yang menyebabkan kerugian besar. Untuk menghindari kerusakan yang lebih parah, langkah preventif melalui implementasi teknologi budidaya yang mengutamakan prinsip keseimbangan ekosistem adalah solusi yang efektif. Antara lain, langkah-langkah tersebut Penggunaan probiotik yaitu untuk upaya menjaga kualitas air serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen merupakan langkah penting untuk mewujudkan sistem budidaya yang berkelanjutan (Khasani, 2007). Austin (1999), menyatakan salah satu metode pengendalian penyakit yang efektif dan sering diterapkan dalam budidaya perikanan adalah dengan menggunakan kontrol biologis, misalnya dengan menggunakan probiotik.

Menurut Atmomarsono *et al.*, (2005) Pemanfaatan probiotik dapat menurunkan angka kematian pasca larva udang windu dengan mengatur populasi bakteri *Vibrio sp.* dalam media air. Berdasarkan hal ini maka dilakukan penelitian dengan menggunakan probiotik dan tanpa menggunakan probiotik pada pemeliharaan udang vanamei stadia *mysis* 3 sampai *post larva* 10 dalam kondisi terkontrol.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian akhir ini adalah untuk mengetahui:

1. Pertumbuhan, kelangsungan hidup dan *Quality Control* larva udang vanamei.
2. Kualitas air pada media pemeliharaan larva udang vanamei.

1.3 Kerangka Pemikiran

Karena produksi udang yang terus meningkat, udang vanamei menjadi prioritas utama dalam pengembangan akuakultur di Indonesia.. Akan tetapi, hingga saat ini, benur yang dihasilkan kapasitas produksi hatchery saat ini memiliki pasokan masih terbatas untuk memenuhi semua permintaan. Disebabkan oleh tingginya tingkat mortalitas dalam pemeliharaan larva. Dengan demikian, solusi yang diterapkan yaitu dengan menambahkan probiotik *Bacillus sp.* upaya

untuk mengatasi masalah tersebut. Bakteri ini merupakan bakteri gram positif dan memberikan manfaat bagi inang. Menurut Murtiati *et al.*, (2006) penggunaan probiotik menunjukkan dampak yang cukup positif dibandingkan dengan kontrol (tanpa probiotik) terhadap kondisi kualitas air, termasuk oksigen terlarut, amonia, nitrit, dan nitrat. Mekanisme bakteri dalam meningkatkan kualitas air meliputi penguraian senyawa toksik seperti NH₃, penguraian bahan organik, produksi vitamin yang bermanfaat bagi inang, netralisasi senyawa berbahaya dalam makanan, serta perlindungan fisik inang dari patogen. Berdasarkan hal ini, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan pertumbuhan dan kualitas air antara pemeliharaan udang vanamei dengan penambahan probiotik dan tanpa penambahan probiotik.

1.4 Kontribusi

Diharapkan penulisan laporan tugas akhir ini dapat menjadi sumber informasi yang berharga bagi mahasiswa dan masyarakat umum mengenai pertumbuhan dan kualitas air dengan penambahan probiotik dan tanpa penambahan probiotik dalam pemeliharaan udang vanamei.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vanamei

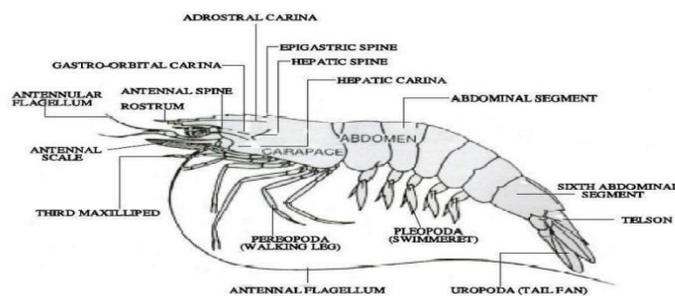
2.1.1 Klasifikasi Udang Vanamei

Udang vanamei, (*Litopenaeus vannamei*) atau udang putih, termasuk dalam famili *Penaidae* (Erlangga, 2012). Menurut Wyban *et al.*, (2000), klasifikasi udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Family	: Penaidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

2.1.2 Morfologi Udang Vanamei

Morfologi tubuh udang vanamei memiliki ciri khas yang membedakannya. Menurut Erlangga (2012), udang ini memiliki tiga bagian tubuh utama yakni *cephalothorax* yang menyatu antara kepala dan dada, *abdomen* sebagai bagian perut, dan ekor. Masing-masing bagian memiliki fungsi yang spesifik dalam mendukung kehidupan udang vaname. Morfologi udang vanamei dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Morfologi Udang Vanamei (Wyban dan Sweney, 1991)

a. *Cephalothorax* (kepala)

Cephalothorax adalah bagian kepala yang dibungkus oleh *carapace* atau kulit *chitin* yang tebal. *Cephalothorax* udang terdiri dari *antenula*, *antena*, *mandibula*, serta sepasang *maxillae*. Di bagian bawah *cephalothorax* terdapat lima pasang

periopod yang berfungsi untuk berjalan. Selain itu, terdapat pula dua pasang *maxillae* serta tiga pasang *maxilliped* yang merupakan bagian dari alat mulut. Maxilliped berperan penting dalam proses makan, seperti yang dijelaskan oleh Elovaara (2001).

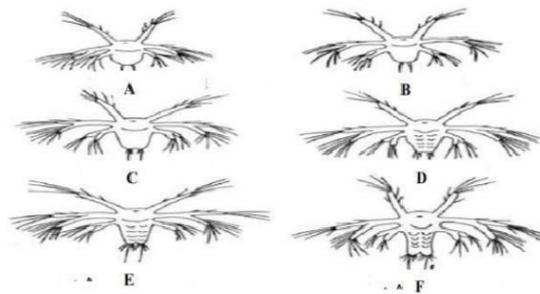
b. ***Abdomen***

Abdomen adalah bagian dari perut udang vanamei. Perut udang vanamei terdiri dari 6 titik ruas, dilengkapi dengan 5 kaki berenang (*pleopod*), *telson*, dan sepasang *uropod* yang terbentuk seperti kipas (Elovaara, 2001).

2.1.3 Siklus Hidup Udang Vanamei

a. ***Naupli***

Setelah telur menetas, larva yang baru lahir disebut *naupli*. Stadia ini terdiri dari enam tahap, ditandai dengan kode N1 hingga N6. Dalam fase ini, badan *naupli* mirip laba-laba dan telah berkembang mata. Meskipun demikian, sistem pencernaannya belum sempurna, sehingga mereka masih memiliki kuning telur sebagai cadangan makanan. *Naupli* memiliki sifat planktonik dan fototaksis positif, *naupli* memiliki tiga pasang organ tubuh, yaitu antena pertama, antena kedua, dan mandibular 0,31mm sampai 0,33mm (Gambar 2). Karakteristik *naupli* tersaji pada Tabel 1.



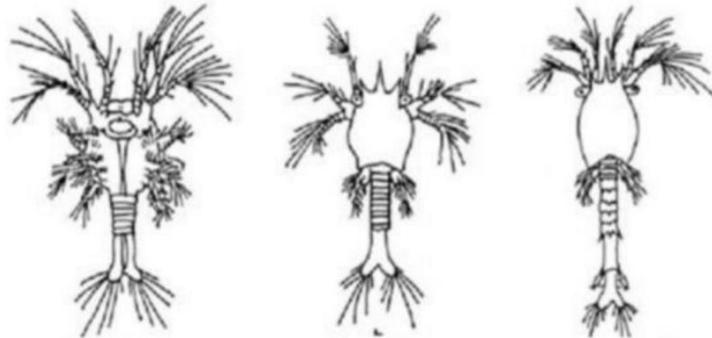
Gambar 2. Fase *Naupli* Vanamei (Wyban and Sweeney, 1991)

Tabel 1. Karakteristik *Naupli*

Stadia	Karakteristik
<i>Naupli I</i>	Bentuk tubuhnya menyerupai telur dan memiliki tiga pasang anggota tubuh.
<i>Naupli II</i>	Di ujung antena pertama terdapat satu rambut panjang dan dua rambut pendek.
<i>Naupli III</i>	Dua furcel mulai terlihat jelas, masing-masing memiliki tiga duri, dan tunas <i>maxilliped</i> juga mulai muncul.
<i>Naupli IV</i>	Setiap furcel memiliki empat duri, sementara exopoda pada antena kedua terdiri dari beberapa ruas
<i>Naupli V</i>	Struktur tonjolan pada pangkal maxilla dan organ di bagian depan mulai terlihat dengan jelas
<i>Naupli VI</i>	Perkembangan bulu-bulu semakin baik, dan duri pada furcel tumbuh semakin panjang

b. Zoea

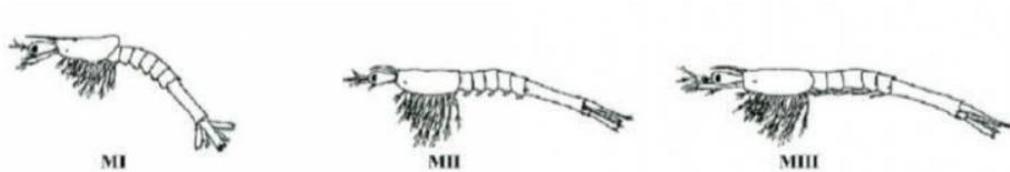
Stadia *zoea* dibagi menjadi tiga tahap (Tabel 2) dan membutuhkan waktu selama 3-4 hari. *Zoea* memiliki ukuran antara 1,05 sampai 3,30 mm. Selama fase ini, udang mengalami proses *moulting* sebanyak tiga kali, yaitu pada stadia *zoea* 1, 2, dan 3 (Gambar 3). Saat tahap *zoea*, mereka sudah dapat diberi pakan alami berupa fitoplankton jenis *Thalassiosira* sp.

Gambar 3. Fase *Zoea Vanamei* (Wyban and Sweeney, 1991)Tabel 2. Karakteristik *Zoea*

Stadia	Karakteristik
<i>Zoea 1</i>	Memiliki bentuk yang pipih, tubuh juga mulai terlihat. Maxilla pertama dan kedua, serta <i>maxilliped</i> pertama dan kedua, sudah mulai berfungsi
<i>Zoea 2</i>	Bagian mata udang mulai memiliki tangkai. Sementara itu, bagian karapas juga menunjukkan duri yang bercabang
<i>Zoea 3</i>	Sepasang urupoda memiliki cabang dan duri di ruas mulai berkembang

c. Mysis

Stadia *mysis* terbagi menjadi tiga tahap, yaitu *mysis* 1, 2, dan 3 (Tabel 3). Ukuran *mysis* berada dalam rentang 3,50 sampai 4,80 mm. Pada tahap ini, bentuk tubuhnya sudah menyerupai udang dewasa dan bersifat planktonik. Udang dalam stadia *mysis* sudah dapat mengonsumsi *zooplankton* seperti *Artemia* (Gambar 40).



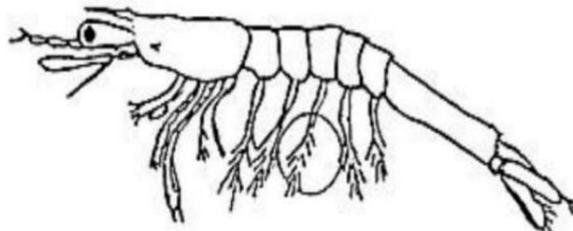
Gambar 4. Fase *Mysis Vanamei* (Wyban and Sweeney, 1991)

Tabel 3. Karakteristik Mysis

Stadia	Karakteristik
<i>Mysis 1</i>	Bentuk udang sudah menyerupai udang dewasa, tetapi bagian kaki renang belum terlihat jelas
<i>Mysis 2</i>	Tunas kaki renang mulai terlihat dengan jelas, meskipun tubuh udang belum memiliki ruas-ruas
<i>Mysis 3</i>	Memiliki kaki yang semakin panjang dan sudah memiliki ruas-ruas

d. *Post Larva*

Pada tahap ini, larva udang vanamei sudah terlihat mirip dengan udang dewasa. hari, merupakan penomoran pertumbuhan pada stadia ini contohnya PL 1 yang artinya *post larva* berumur 1 hari. Pada fase larva ini, mereka bersifat bintik atau disebut sebagai organisme penghuni dasar perairan. pada stadia PL sudah mengonsumsi *Artemia* serta pakan buatan (Gambar 5).



Gambar 5. Fase *Post Larva* Vanamei (Wyban and Sweeney, 1991)

2.1.4 Karakteristik Udang Vanamei

Berdasarkan karakteristik atau perilaku udang vanamei, mereka memiliki sifat nokturnal, cenderung kanibal, dan mengalami proses *moulting* (Erlangga, 2012).

a) Nokturnal

Setiap jenis udang mempunyai ciri nokturnal, yaitu perilaku aktif yang terjadi pada malam hari. Sifat ini muncul sebagai upaya udang untuk melindungi diri dari predator yang sering muncul pada siang hari. Namun, udang yang

mengalami domestikasi atau dibudidayakan di tambak dan hatchery, perilaku nokturnal ini dapat menjadi tidak konsisten dan bahkan bisa menghilang.

b) Kanibalisme

Setiap spesies udang cenderung menunjukkan perilaku kanibalisme, yaitu kecenderungan untuk memangsa sesama jenisnya. Perilaku ini biasanya terjadi ketika pasokan pakan di dalam wadah pemeliharaan kurang mencukupi, sehingga udang yang daya tahan tubuhnya melemah atau sedang mengalami proses *moulting* dapat dimakan oleh udang yang memiliki daya tahan tubuh yang lebih sehat.

c) Moulting

Bedasarkan karakteristik udang vanamei, proses *moulting* pada udang terjadi pada saat ukuran udang bertambah. Pergantian kulit akan sering terjadi pada udang muda dibandingkan udang dewasa.

2.1.5 Kebiasaan Makan Udang Vanamei

Udang termasuk dalam kelompok omnivora, yang berarti mereka memakan berbagai jenis makanan. Udang kecil (rebon), fitoplankton, copepoda, polychaeta (cacing laut), larva kerang, serta lumut merupakan beberapa jenis pakan untuk udang vanamei. Getaran sinyal kimia yang terdeteksi melalui organ sensor dari bulu halus (setae), yang digunakan udang untuk dapat mengenali dan mendapat makanan. Letak organ sensor ini ialah di ujung *anterior antenula*, bagian mulut, capit, antena, dan *maxilliped*. Respon udang melalui sinyal kimia yang diterima berguna untuk mendekati atau menjauhi sumber pakan. Sumber pakan akan didekati udang apabila pakan tersebut memiliki kandungan organik seperti protein, asam amino, serta asam lemak.

Untuk mendekati sumber pakan udang dapat menggunakan kaki jalan yang dilengkapi capit untuk berenang. Untuk membawa pakan masuk ke dalam mulut, udang vanamei menggunakan capit kaki jalan untuk menjepit pakan tersebut. Setelah itu, pakan yang berukuran kecil akan masuk ke dalam kerongkongan (*esofagus*). *Maxilliped* didalam mulut akan membantu mencerna pakan secara kimiawi apabila pakan yang diterima berukuran besar.

2.1.6 Habitat dan Penyebarannya

Udang vanamei banyak ditemukan di perairan Samudera Pasifik, khususnya di daerah pesisir Meksiko, Amerika Selatan, hingga Amerika Tengah. Udang ini bisa bertahan hidup pada suhu antara 28 hingga 32 °C, dengan pH 7,5 hingga 8 serta salinitas 15 hingga 35 ppt (Wyban dan Sweeney, 1991). Budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) pertama kali dilakukan di Taiwan pada akhir tahun 1990 dan kemudian menyebar ke berbagai negara di Asia, termasuk Indonesia, di mana praktik budidayanya mulai meningkat antara tahun 2001 dan 2002 menurut (Fegan, 2003).

Pada tahap awal kehidupannya, udang vaname lebih menyukai habitat muara sungai dan pantaikarena memiliki perairan payau perairan payau. Pada saat pertumbuhannya, udang ini akan bermigrasi ke laut lepas. Udang dewasa yang telah matang gonad akan melakukan migrasi vertikal ke kedalaman sekitar 50 meter untuk melakukan perkawinan. Perilaku sosial udang vaname yang bersifat berkelompok menjadi ciri khas dalam proses reproduksinya, di mana perkawinan umumnya terjadi setelah betina mengalami pergantian kulit (*moulting*) (Wyban dan Sweeney, 2000).

Siklus hidup udang dimulai dengan pemijahan oleh udang dewasa, diikuti oleh proses pembuahan. Setelah 16 hingga 17 jam pasca-pembuahan, telur menetas menjadi larva (*naupli*). *Naupli* yang mempunyai kuning telur didalam tubuhnya akan *moulting*, dan berubah menjadi *zoea*. Selanjutnya *zoea* akan berubah berganti stadia menjadi *mysis*. Pada tahap *mysis*, udang akan tampak seperti udang kecil dan memakan alga serta *zooplankton*. Setelah 3 hingga 4 hari, *mysis* akan bermetamorfosis menjadi *post larva*. Saat stadia *post larva* adalah saat udang menunjukkan ciri-ciri udang dewasa. Seluruh proses dari tahap *naupli* hingga *post larva* berlangsung selama 12 hari, setelah itu *post larva* berlanjut ke tahap *juvenile* (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.2 Probiotik

Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang berperan dalam mengatur ekosistem mikroba di saluran pencernaan inang. Melalui mekanisme pengaturan mikroflora usus, probiotik berkontribusi pada kesehatan inang. Probiotik bisa terdiri dari satu jenis atau beberapa jenis bakteri baik. Bakteri-bakteri ini punya

banyak manfaat, seperti memperkuat sistem kekebalan tubuh, memperbaiki kondisi lingkungan hidup, dan meningkatkan nutrisi pada pakan, terutama pada proses budidaya (Verschuere *et al.*, 2000). Probiotik memiliki potensi besar dalam meningkatkan produktivitas budidaya. Melalui kemampuannya dalam menekan komunitas mikroba, meningkatkan nilai nutrisi pakan, meningkatkan respon imun, dan memperbaiki kualitas lingkungan, probiotik berkontribusi signifikan pada kesehatan dan pertumbuhan organisme budidaya (Verschuere *et al.*, 2000). Sedangkan menurut Nayak (2010), bakteri probiotik juga dapat meningkatkan respon imun inang. Menurut Widanarni (2012), probiotik merupakan makanan tambahan yang mengandung bakteri baik. Bakteri ini membantu menjaga keseimbangan bakteri di dalam usus pencernaan. Mekanisme kerja probiotik dalam budidaya akuakultur dapat dipahami melalui beberapa prinsip dasar, yaitu

1. Kompetisi Eksklusif (*Competitive Exclusion*)

Probiotik bekerja dengan cara bersaing secara eksklusif dengan bakteri patogen, seperti *Pseudomonas*, untuk memperoleh nutrisi dan ruang hidup. Kompetisi ini efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio*, sehingga mengurangi risiko infeksi pada udang.

2. Pengaktifan Respons Imun atau Stimulasi Imunitas

Probiotik memiliki kemampuan untuk merangsang sistem kekebalan tubuh pada organisme budidaya, sehingga meningkatkan resistensi terhadap penyakit.

3. Kompetisi untuk Reseptor Perlekatan pada Epitel Saluran Pencernaan.

Probiotik bekerja dengan cara bersaing secara langsung dengan bakteri patogen untuk mendapatkan tempat melekat di dinding usus. Dengan menduduki reseptor terlebih dahulu, probiotik mencegah bakteri patogen untuk menempel dan berkembang biak, sehingga mengurangi risiko infeksi.

4. Kompetisi untuk Mendapatkan Nutrisi.

Probiotik bekerja dengan cara bersaing secara langsung dengan bakteri patogen untuk mendapatkan nutrisi di dalam saluran pencernaan. Dengan mengonsumsi nutrisi lebih cepat, probiotik membuat bakteri patogen kekurangan makanan dan menghambat pertumbuhannya.

5. Produksi Antibakteri dan Dekomposisi Zat Organik yang Tidak Diinginkan.

Probiotik memiliki kemampuan menciptakan senyawa antibakteri yang efektif membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. adapun, peran penting probiotik dalam proses penguraian bahan organik, sehingga meningkatkan kualitas lingkungan dalam sistem akuakultur.

Melalui berbagai cara kerjanya, probiotik berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dalam budidaya akuakultur (Soeharsono *et al.*, 2010).

Jenis probiotik yang sering dijumpai yaitu :

a. *Bacillus* sp.

Menurut De Vos *et al.* (2009) *Bacillus* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria
 Phylum : Firmicutes
 Class : Bacilli
 Ordo : Bacillales
 Family : Bacillaceae
 Genus : *Bacillus*
 Species : *Bacillus* sp.



Gambar 6. *Bacillus* sp (Zivanovic *et al.*, 2018)

Bacillus memiliki bentuk sel batang yang dapat berupa sel tunggal atau berkelompok membentuk rantai panjang dan filamen. Mikroorganisme ini bersifat gram positif, memiliki diameter antara 0,4 hingga 1,8 μm serta panjang 0,9 hingga 10,0 μm . Beberapa spesies *Bacillus* bersifat *motil* karena memiliki *flagela*. Mereka dapat hidup dalam kondisi aerob serta anaerob fakultatif, meskipun ada beberapa yang bersifat anaerob. *Bacillus* dapat bertahan di suhu 10-60 $^{\circ}\text{C}$ serta pH antara 5-10, serta beberapa di antaranya tahan terhadap salinitas. (Bergey dan

Boone, 2009). Bakteri ini telah banyak dimanfaatkan dalam akuakultur sebagai probiotik. Menurut Muhammad (2019), *Bacillus* sp. adalah satu diantara bakteri gram positif yang memberikan manfaat bagi inang, karena probiotik bisa meningkatkan respon imun serta ketahanan terhadap infeksi bakteri patogen, serta mendukung pertumbuhan yang lebih baik. *Bacillus* sp. adalah bakteri yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas air melalui mekanisme degradasi senyawa organik yang mampu menguraikan senyawa kompleks, seperti limbah industri atau polutan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang kemudian dapat diambil oleh organisme lain. adapun mekanisme lain ialah bioremediasi yang dapat digunakan untuk membersihkan pencemaran minyak, logam berat, atau senyawa kimia lainnya dalam air, *bacillus* mampu mengubah struktur kimia dari zat-zat berbahaya tersebut menjadi bentuk yang kurang beracun atau bahkan tidak berbahaya sama sekali.

2.3 Pertumbuhan dan *Survival Rate* (SR)

Secara sederhana, pertumbuhan adalah perubahan yang dapat diukur dan diamati berdasarkan berbagai aspek seperti ukuran dan jumlah. Proses pertumbuhan umumnya bersifat tidak dapat berbalik (*irreversible*), yang berarti seiring waktu, organisme akan mengalami perubahan yang semakin kompleks dan tidak dapat kembali ke bentuk awalnya. Tetapi, proses pertumbuhan tidak selalu searah. Ada kondisi di mana organisme dapat mengalami pengurangan massa seluler akibat kerusakan jaringan atau perubahan diferensiasi sel. (Ferdinand dan Ariebowo, 2007). Di sisi lain, mortalitas merupakan ukuran kuantitatif yang dipergunakan untuk menunjukkan jumlah kematian dalam suatu populasi.

Pertumbuhan dan kematian udang sangat dipengaruhi oleh faktor nutrisi, terutama jenis dan kualitas pakan yang diberikan. Tingkat pemanfaatan protein pada udang sangat bervariasi, namun secara umum hanya sekitar 16,3 sampai 40,87% protein pakan yang dapat dikonversi menjadi biomassa tubuh, sementara sisanya dikeluarkan dalam bentuk produk ekskresi, sisa pakan, dan feses. Selain faktor pakan, ada faktor lain yang juga berperan. Haliman dan Adijaya (2005) menyatakan bahwa kesehatan dan pertumbuhan udang vaname sangat bergantung pada kondisi kualitas air. Karena hal ini, perlu dilakukan pemantauan rutin

terhadap berbagai parameter air seperti suhu, keasaman (pH), kadar garam (salinitas), dan keberadaan zat-zat berbahaya.

2.4 Parameter Kualitas Air

Kualitas dalam perairan didefinisikan sebagai kelayakan air untuk mendukung kesehatan dan perkembangan makhluk hidup. Umumnya, Parameter kualitas air dapat dikategorikan menjadi parameter utama dan parameter pendukung, di mana parameter utama memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap kondisi perairan. Menurut Adiwidjaya *et al.* (2008), parameter utama dalam pemeliharaan udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) meliputi suhu, alkalinitas, salinitas, kecerahan air, derajat keasaman, ketinggian air, Total Organic Matter, Oksigen Terlarut, nitrit, dan ammonia. Terdapat tiga parameter kualitas air, yaitu parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi (Fahmi, 2015).

a. Suhu

Suhu pada perairan merupakan salah satu variabel yang membatasi keberlangsungan hidup udang. Fluktuasi suhu dapat menyebabkan stres pada udang, bahkan mengakibatkan kematian. Kondisi ini dapat terjadi kapan saja, terutama di media yang memiliki tinggi air kurang dari 1 meter, seperti saat musim kemarau atau ketika terdapat perbedaan suhu yang signifikan antara malam dan siang (Suharyadi, 2011). Suhu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk cuaca, lingkungan, ketinggian di atas permukaan laut, waktu, sirkulasi udara, tutupan awan, serta aliran dan kedalaman perairan. Suhu memiliki peranan penting dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Putra *et al.*, 2013).

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan dikenal sebagai pH. Menurut Arsad *et al.*, (2017), kisaran pH yang optimal untuk pertumbuhan udang adalah antara 7-8,5, meskipun udang dapat bertahan dalam kisaran pH 6,5-9. Tingkat keasaman air dapat mempengaruhi nafsu makan udang. Isdarmawan (2005) dalam Arsad *et al.* (2017) menyatakan bahwa pH yang rendah dapat meningkatkan konsentrasi hidrogen sulfida (H_2S) dan nitrit, yang dapat menyebabkan gangguan fisiologis,

stres pada udang, serta melunaknya karapas, sehingga mengurangi peluang bertahan hidup dan memperlambat laju pertumbuhan udang.

c. Salinitas

Salinitas merupakan faktor kunci yang mempengaruhi perkembangan dan daya tahan udang terhadap penyakit. Kadar garam yang ideal untuk perkembangan udang vannamei adalah antara 15 hingga 25 ppt (Anonim, 1985) menurut Suharyadi (2011). Sementara itu, Adiwidjaya *et al.* (2008) menyatakan bahwa udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dapat bertahan hidup dengan toleransi salinitas berkisar antara 0 hingga 50 ppt. Namun, jika salinitas berada di bawah 5 ppt atau di atas 30 ppt, perkembangan udang windu biasanya akan terhambat, yang ditandai dengan gangguan siklus osmoregulasi, terutama pada fase moulting dan siklus metabolisme udang (Suharyadi, 2011).

d. Ammonia (NH₃)

Kandungan amonia dalam perairan budidaya merupakan hasil dari proses pembaruan senyawa organik oleh mikroba atau akibat pemberian pupuk yang berlebihan. Meskipun dalam konsentrasi rendah, amonia sangat beracun bagi kehidupan organisme di dalam perairan tersebut. Udang dewasa memiliki toleransi untuk bertahan hidup pada konsentrasi amonia di bawah 0,3 ppm, sementara benur dapat bertahan pada konsentrasi di bawah 0,1 ppm (Suharyadi, 2011).