

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vannamei

2.1.1 Klasifikasi Udang Vannamei

Effendie (1997), klasifikasi udang vannamei adalah sebagai berikut :

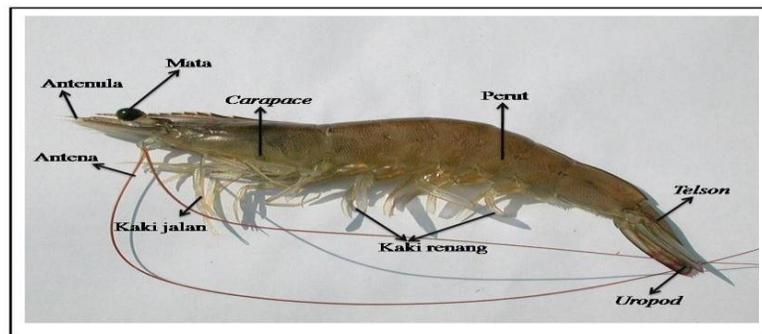
| | |
|------------|-------------------------------|
| Kingdom | : Animalia |
| Subkingdom | : Metazoa |
| Filum | : Arthropoda |
| Subfilum | : Crustacea |
| Kelas | : Malacostraca |
| Subkelas | : Eumalacostraca |
| Superordo | : Eucarida |
| Ordo | : Decapoda |
| Subordo | : Dendrobrachiata |
| Famili | : Penaeidae |
| Genus | : <i>Litopenaeus</i> |
| Spesies | : <i>Litopenaeus vannamei</i> |

2.1.2 Morfologi Udang Vannamei

Haliman dan Adijaya (2005) menjelaskan bahwa udang vannamei memiliki tubuh berbuku-buku dan aktivitas berganti kulit luar (eksoskeleton) secara periodik

(*moulting*) setiap kali tubuhnya akan membesar, setelah itu kulitnya mengeras kembali. Udang vannamei memiliki tubuh yang berwarna putih, oleh karena itu sering disebut sebagai udang putih. Bagian tubuh udang putih sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan makan, bergerak, dan membenamkan diri kedalam lumpur (*burrowing*), serta memiliki organ sensor, seperti pada antenna dan antenula.

Udang putih vanamei adalah hewan avertebrata air yang memiliki ruas-ruas dimana pada tiap ruasnya terdapat sepasang anggota badan. Anggota ini pada umumnya bercabang dua atau *biramus*. Tubuh udang secara morfologis dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu *cephalothorax* atau bagian kepala dan dada serta bagian *abdomen* atau perut. Bagian *cephalothorax* terlindungi oleh kulit *chitin* yang tebal yang disebut *carapace*. Kepala udang vannamei terdiri dari *antenula*, *antena*, *mandibula*, dan sepasang *maxillae*. Kepala udang vaname juga dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan (*periopod*), dimana kaki jalan ini terdiri dari 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxilliped*. Perut udang vannamei terdiri dari 6 ruas dan juga terdapat 5 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang *uropod* yang membentuk kipas bersama-sama (Elovaara, 2001).



Gambar 2. Udang vannamei dan morfologinya (Akbaidar, 2013)

2.1.3 Habitat Udang Vannamei

Habitat udang berbeda-beda tergantung dari jenis dan persyaratan hidup dari tingkatan-tingkatan dalam daur hidupnya. Pada umumnya udang bersifat *bentis* dan hidup pada permukaan dasar laut. Adapun habitat yang disukai oleh udang adalah dasar laut yang lumer (*soft*) yang biasanya campuran lumpur dan pasir. Lebih lanjut dijelaskan, bahwa induk udang putih ditemukan diperairan lepas pantai dengan kedalaman berkisar antara 70-72 meter (235 kaki). Menyukai daerah yang dasar perairannya berlumpur. Sifat hidup dari udang putih adalah *catadromous* atau dua lingkungan, dimana udang dewasa akan memijah di laut terbuka. Setelah menetas, larva dan yuwana udang putih akan bermigrasi ke daerah pesisir pantai atau mangrove yang biasa disebut daerah estuarine tempat *nursery ground* nya, dan setelah dewasa akan bermigrasi kembali ke laut untuk melakukan kegiatan pemijahan seperti pematangan gonad (*maturasi*) dan perkawinan (Wyban dan Sweeney, 1991). Hal ini sama seperti pola hidup udang penaeid lainnya, dimana mangrove merupakan tempat berlindung dan mencari makanan setelah dewasa akan kembali ke laut (Elovaara, 2001).

2.1.4 Kebiasaan Makan Udang Vannamei

Udang vannamei merupakan omnivora dan *scavenger* (pemakan bangkai). Makanannya biasanya berupa crustacea kecil dan polychaetes (cacing laut). Udang memiliki pergerakan yang terbatas dalam mencari makanan dan mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri terhadap makanan yang tersedia di lingkungannya (Wyban dan Sweeney, 1991).

Udang vannamei termasuk golongan udang penaeid. Maka sifatnya antara lain bersifat nocturnal, artinya aktif mencari makan pada malam hari atau apabila intensitas cahaya berkurang. Sedangkan pada siang hari yang cerah lebih banyak pasif, diam pada rumpon yang terdapat dalam air tambak atau membenamkan diri dalam lumpur (Effendie, 2000).

Pakan yang mengandung senyawa organik, seperti protein, asam amino, dan asam lemak, maka udang akan merespon dengan cara mendekati sumber pakan tersebut. Saat mendekati sumber pakan, udang akan berenang menggunakan kaki jalan yang memiliki capit. Pakan langsung dijepit menggunakan capit kaki jalan, kemudian dimasukkan ke dalam mulut. Selanjutnya, pakan yang berukuran kecil masuk ke dalam kerongkongan (esophagus). Bila pakan yang dikonsumsi berukuran lebih besar, akan dicerna secara kimiawi terlebih dahulu oleh maxilliped di dalam mulut (Ghufran, 2007).

2.2 TAN (*Total Ammonia Nitrogen*)

Senyawa amonia yang terdapat dalam perairan merupakan hasil reduksi senyawa nitrat atau nitrit oleh bakteri *dissimilative nitrate reduction to ammonium* (DNRA) (Rusmana 2006). Effendi (2000) menambahkan bahwa sumber ammonia di perairan berasal dari pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) serta nitrogen anorganik yang terdapat 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.

Feses dan hasil ekskresi biota akuatik merupakan limbah dari aktivitas metabolisme yang menghasilkan amonia. Sumber amonia yang lain adalah limbah industri dan domestik. Selain terdapat dalam bentuk gas, amonia membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amonia di perairan dapat menghilang melalui proses *volatilisasi* karena tekanan parsial amonia dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Hilangnya amonia ke atmosfer juga dapat meningkat dengan meningkatnya kecepatan angin dan suhu (Effendi 2000).

Kadar amonia dalam air laut sangat bervariasi dan dapat berubah dengan cepat (Hutagalung dan Rozak 1997). Distribusi vertikal kadar amonia semakin tinggi dengan pertambahan kedalaman air dan sejalan dengan semakin rendahnya oksigen, sedangkan distribusi horizontal kadar amonia semakin tinggi menuju ke arah perairan pantai atau muara sungai. Peningkatan kadar amonia berkaitan erat dengan masuknya bahan organik yang mudah terurai (Hutagalung dan Rozak 1997). Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+), kadar ammonia total (TAN) pada perairan biasanya $<1,0$ mg/L. Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase ammonia bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Amonia bebas bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ini akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/L (Effendi 2000). Kadar amonia yang tinggi mengindikasikan

adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri dan limpasan pupuk pertanian (Effendi 2000).

2.3 Bioremediasi

Beberapa upaya pengelolaan perairan tambak udang yang umumnya banyak dilakukan para petani tambak, antara lain teknik sedimentasi dengan menggunakan kolam tandon air untuk menyimpan air sebelum air dimasukkan kedalam tambak, pemakaian kincir air untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut dan penggunaan bahan kimia (antara lain saponin dan antibiotik) untuk mengantisipasi hama dan penyakit. Namun, upaya tersebut belum memberikan hasil yang optimal dalam meningkatkan hasil produksi udang (Badjoeri, 2008)

Salah satu upaya alternatif yang terus dikaji dan dikembangkan ialah teknik bioremediasi, merupakan pendekatan biologis dalam pengelolaan kualitas air tambak dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik dalam sistem perairan budidaya. Beberapa jenis atau kelompok bakteri diketahui mampu melakukan proses perombakan (dekomposisi) senyawa-senyawa metabolit toksik, dan dapat dikembangkan sebagai bakteri agen bioremediasi untuk pengendalian kualitas air. Jenis atau kelompok bakteri tersebut antara lain bakteri nitrifikasi, bakteri sulfur (pereduksi sulfit), dan bakteri pengoksidasi amonia. Kelompok atau jenis bakteri tersebut perlu dikondisikan agar lebih aktif dalam membantu proses perombakan, sehingga dapat mengeliminasi senyawa-senyawa toksik tersebut dari dalam sistem perairan tambak (Badjoeri, 2008)

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut. Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun menjadi kurang beracun dengan cara mengubah struktur kimia polutan tersebut yang disebut biotransformasi. Pada umumnya, biotransformasi dapat berujung pada biodegradasi, yaitu degradasi polutan beracun dimana strukturnya menjadi tidak kompleks dan menjadi metabolit yang tidak beracun dan berbahaya. Saat ini dikenal dua jenis bioremediasi: a) *bioaugmentasi*, dimana mikroorganisme yang terpilih dapat terjadi secara alami ataupun melalui rekayasa genetik kemudian ditambahkan untuk meningkatkan proses degradasi, dan b) *biostimulasi*, dimana nutrisi atau oksigen ditambahkan ke air untuk mempercepat pertumbuhan populasi mikroorganisma asli (*indigenous*). Dalam beberapa hal bioaugmentasi mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik biostimulasi berupa tingkat degradasi yang lebih cepat dan lebih efektif. Tahapan proses bioremediasi air tercemar menggunakan mikroba lokal meliputi: isolasi bakteri, pengujian bakteri dalam mendegradasi zat pencemar, identifikasi bakteri, dan perbanyakan bakteri (Irianto, 2007)

Bakteri bioremediasi antara lain *Nitrosomonas* berperan dalam oksidasi amonia menjadi nitrit, setelah itu nitrit dioksidasi menjadi nitrat dengan bantuan bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi. Nitrat yang dihasilkan tidak bersifat toksik bagi organism akuatik (Effendi, 2000)

2.4 Bakteri Bioremediasi

Bakteri bioremediasi sudah banyak ditemukan oleh para peneliti dan sudah dikomersilkan diaplikasikandi tambak, antara EM4, StarBIO, Aquazyme dan Super PS. Beberapa penelitian bakteri agen bioremediasi, antara lain dilakukan oleh Mustafa (2001) dengan menggunakan bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang dimokulasi secara bersamaan, sehingga mampu menurunkan kandungan bahan organik sedimen tambak udang sebesar 60% setelah inkubasi selama 56 hari. Sedangkan Devaraja (2002) menggunakan campuran bakteri *Bacillus* sp. Dan *Saccharomyces* sp., serta campuran dari *Bacillus* sp., *Nitrosomonas* sp. Dan *Nitrosobacter* sp. pada sistem budidaya udang.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Susanti (2014), telah ditemukan bakteri indigenus yaitu bakteri *Campylobacter* TI6 dapat mengurangi nilai TAN sebanyak 0,10 mg/L, bakteri *Listeria* TI1 sebanyak 0,06mg/L dan bakteri *Nitrosococcus* TII5 sebanyak 0,06 mg/L. *Campylobacter* awalnya disebut *Vibrio* karena bentuknya yang bergelombang dan seperti spiral. Pada awal 1970, mikroba ini diklasifikasikan dalam genus *Campylobacter* (Stern dan Line, 2000). Enam belas spesies dan enam subspecies telah dikenal dalam *Campylobacter*, dua belas diantaranya merupakan penyebab penyakit pada manusia. Bakteri patogen ini dibagi kedalam dua kelompok yaitu penyebab penyakit diare dan penyebab penyakit infeksi intestinal.

Campylobacter merupakan bakteri gram negatif, berbentuk spiral, memiliki flagel, bersifat motil dan berukuran sangat kecil lebar 0,2 sampai 0,5 μm dan panjang 0,5 sampai 5 μm). Bakteri genus ini adalah bakteri jenis mikroaerofilik yaitu dapat tumbuh optimal dengan kadar oksigen yang rendah. Semua *Campylobacter* dapat tumbuh pada 37° C, sedangkan *Campylobacter* termofilik seperti *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari* dan *Campylobacter coli* dapat tumbuh dengan baik pada suhu 42° (Hu dan Kopecko, 2003). Pada media pertumbuhan, semua *Campylobacter* tumbuh dengan baik pada pH 5,5-8,0 (Abdy, 2007). Bakteri genus *Campylobacter* merupakan salah satu bakteri indigenus yang mampu mendegradasi amonia di perairan secara *in vitro*. Beberapa strain dari *Campylobacter* dapat tumbuh pada kondisi aerob (21 % O₂), sedangkan spesies lain tumbuh pada kondisi anaerob. Genus ini dapat hidup pada kondisi asam atau netral (Susanti, 2014).

Bakteri *Listeria* merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang, tidak membentuk spora dan termasuk bakteri aerobik. Bakteri genus *Listeria* memiliki beberapa spesies diantaranya *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. grayi*, *L. ivanovii*, *L. seeligeri*, *L. welshimeri* (Wulandari, 2005). Bakteri *L. monocytogenes* adalah bakteri yang paling dikenal dibandingkan dengan spesies lain karena patogen terhadap hewan dan manusia. *L. monocytogenes* termasuk dalam genus *Listeria* yang mempunyai kekerabatan dekat dengan bakteri *Bacillus*, *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Kusumawati, 2000)

L. monocytogenes adalah bakteri gram positif, tidak berspora, anaerob fakultatif berbentuk batang, pendek dan ujung bulat. Berukuran panjang sel 6-20 mm. *L. monocytogenes* mempunyai flagel, sehingga bersifat motil dan mampu tumbuh pada pH 4,1 – 9,6 dan suhu 30° – 37° C (Jay, 1997).

Bakteri *Nitrosococcus* sp. merupakan salah satu bakteri nitrifikasi dan merupakan bakteri yang berbentuk batang, gram negatif, termasuk pada famili nitrobacteria. Bakteri *Nitrosococcus* sp. dapat tumbuh pada kisaran suhu 15⁰ – 30⁰ C, derajat keasaman (pH) 6,8-8,0, dan dapat hidup di air tawar maupun air laut (Koops dan Moller, 1991). Bakteri ini harus mengoksidasi amonia yang bersifat autotrofik yang berperan dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrit pada siklus nitrogen. Bakteri *Nitrosococcus* sp. mendapatkan energi dengan cara mengoksidasi ammonia dan menggunakan CO₂ sebagai sumber karbon (Agustiyani, 2004).

2.5 Akuakultur Berkelanjutan

Produksi udang Indonesia diyakini bisa menembus 620 ribu ton pada 2013, lebih tinggi dari target 608 ribu ton, karena situasi eksternal dan internal yang sangat mendukung baik dari aspek budidaya, permodalan maupun pasar. Menurut Sekretaris Ditjen Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) Muhammad Abduh, Pada semester I 2013, realisasi produksi sudah mencapai 320 ribu ton dan semester II diyakini bisa mencapai 300 ribu ton (Nidiya, 2013).

Udang merupakan komoditas ekspor andalan Indonesia untuk mendapatkan devisa. Selain itu, produksi udang juga dituntut untuk tujuan konsumsi dalam negeri guna memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Untuk memenuhi tuntutan tersebut produksi udang harus ditingkatkan baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi (Abubakar, 2009).

Perkembangan kegiatan budidaya perikanan yang pesat dengan penerapan sistem intensif telah memunculkan permasalahan berupa penurunan daya dukung tambak bagi kehidupan ikan/ udang yang dibudidayakan. Dampak lanjut yang ditimbulkan adalah terjadinya penurunan kualitas air yang menimbulkan kerugian besar. Langkah antisipatif melalui penerapan teknologi budidaya dengan berpedoman pada kaidah keseimbangan ekosistem merupakan solusi untuk mencegah kerusakan dan menciptakan budidaya yang berkelanjutan (Khasani, 2007).

Upaya pengendalian penurunan kualitas air pada umumnya dilakukan pengolahan air secara kimia yaitu dengan penambahan bahan kimia (misalnya bahan koagulan) yang harganya semakin meningkat dan dikhawatirkan adanya resiko dan sejumlah hasil akhir yang tidak dikehendaki maka alternatif penambahan koagulan yang berasal dari mikroorganisme bisa dijadikan pilihan (Buthelezi et al., 2009). Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut. Pada saat proses bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi struktur polutan beracun menjadi tidak kompleks sehingga menjadi

metabolit yang tidak beracun dan berbahaya (Priadie, 2012). Teknik bioremediasi ini merupakan salah satu teknik pengolahan kualitas air yang sangat aman bagi organisme yang hidup di tambak dan tidak menimbulkan residu pada sedimen tambak, sehingga teknik bioremediasi sangat penting dilakukan guna terciptanya system budidaya yang berkelanjutan.