

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang Galah

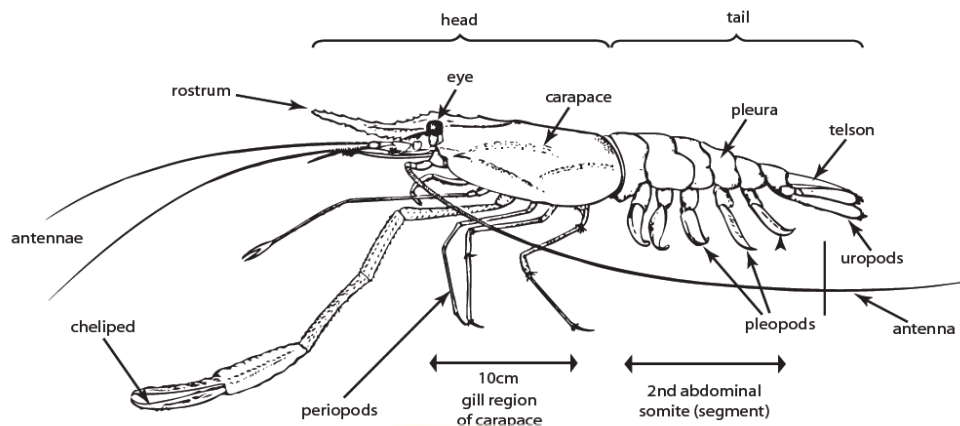
#### 2.1.1 Klasifikasi dan Biologi Udang Galah

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) merupakan salah satu spesies udang unggulan untuk kegiatan budidaya di daerah tropis dan subtropis. Udang galah merupakan spesies asli yang tersebar di Asia Tenggara dan beberapa dekade terakhir ini telah diperkenalkan ke berbagai negara di Amerika Utara, Amerika Selatan, Afrika, Eropa dan Asia (New, 2000).

Klasifikasi udang galah menurut New (2002 ) adalah sebagai berikut:

Phylum	: Arthropoda
Class	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Family	: Palamonidae
Genus	: <i>Macrobrachium</i>
Species	: <i>Macrobrachium rosenbergii</i>

Udang galah termasuk udang air tawar yang dapat mencapai ukuran besar. Udang galah jantan dapat mencapai panjang 33 cm, sedangkan udang galah betina dapat mencapai panjang 29 cm (New, 2002). Berdasarkan morfologi udang galah dewasa dan udang galah muda (juvenil) morfologinya jelas berbeda dengan jenis udang lainnya (Hadie dan Hadie, 1993). Morfologi udang galah tersaji pada Gambar 1 :



Gambar 1. Udang galah (jantan)  
Sumber. Nandlal and Pickering (2005)

Morfologi atau bentuk luar dari larva udang galah perlu diketahui agar dapat dibedakan antara larva udang galah dengan jenis udang air tawar lainnya. Tubuh udang galah sendiri terdiri dari ruas-ruas yang ditutupi oleh kulit keras, tidak elastis yang terdiri dari zat kitin dan bagian ini disebut dengan eksoskeleton. Tubuh udang galah terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian kepala (*chepalothorax*), bagian tubuh (*abdomen*) dan bagian ekor (*uropoda*). Bagian *chepalothorax* dibungkus oleh kulit keras disebut *carapace*. Pada bagian kepala terdapat suatu tonjolan yang bergerigi disebut *rostrum* (Hadie dan Hadie, 1993).

Ciri khusus udang galah adalah bentuk rostrum yang panjang dan melengkung seperti pedang. Rostrum ini berfungsi sebagai penentuan jenis. Pada bagian tubuh terdiri dari lima ruas, masing-masing dilengkapi dengan sepasang kaki renang (*pleopoda*) dengan bagian ekor merupakan ruas terakhir dari ruas badan. Pada bagian ini terdapat kaki renang yang berfungsi untuk mengayuh atau ekor kipas. *Uropoda* terdiri dari bagian luar (*exopoda*), bagian dalam (*endopoda*) dan ujung yang meruncing disebut telson (Hadie dan Hadie, 1993).

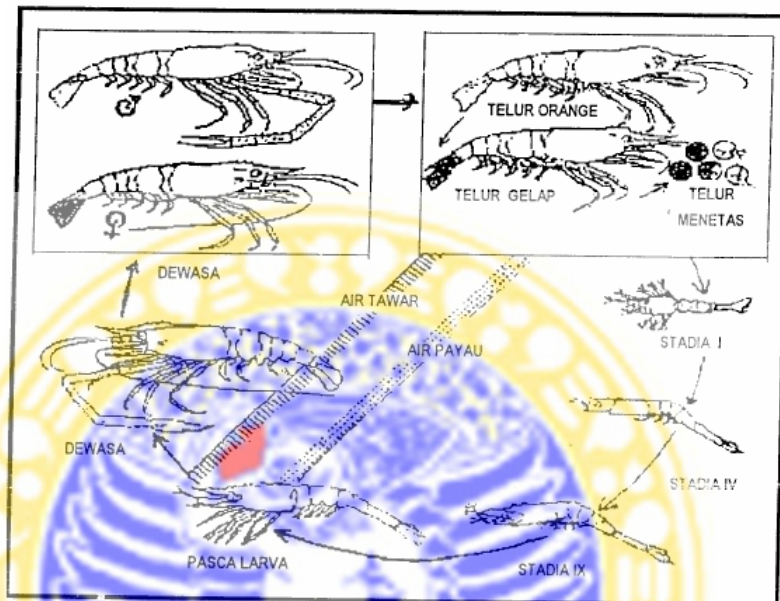
Udang galah dewasa memiliki warna biru kehijauan, namun terkadang ditemukan pula udang galah dengan warna agak kecoklatan. Jenis kelamin udang galah mudah dibedakan berdasarkan ciri morfologinya. Udang galah jantan memiliki ukuran tubuh lebih besar daripada udang galah betina. Udang galah jantan memiliki *cephalothorax* yang lebih besar serta abdomen yang lebih ramping dibanding dengan udang galah betina. *Cheliped* pada udang galah jantan berukuran lebih besar, panjang dan lebih tebal dibandingkan udang galah betina. Alat kelamin dari udang galah jantan terletak dipangkal kaki jalan kelima, sedangkan pada udang galah betina terletak dipangkal kaki jalan ketiga. (New, 2002).

### 2.1.2 Siklus Hidup

Udang galah yang sering disebut “*giant freshwater prawn*” dalam siklus hidupnya secara alami memerlukan lingkungan perairan tawar dan payau (Wuwungan, 2009), dimana selama pasca larva sampai dewasa hidup di perairan tawar sedangkan fase larva sampai akhir masa metamorfosis hidup di perairan payau. Udang galah bersifat euryhaline yang mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas yaitu 0-20 ppt. Di alam, induk udang galah dapat memijah di perairan tawar, lalu larvanya terbawa aliran sungai hingga ke laut. Larva yang baru menetas memerlukan air payau sebagai tempat kehidupannya. Apabila larva tidak berada dilingkungan air payau selama 3-5 hari semenjak menetas, maka larva tersebut akan mati. Apabila larva yang baru menetas itu menemukan lingkungan hidup yang cocok maka larva akan dapat tumbuh menjadi juvenil. Untuk mencapai tingkatan juvenil, larva tersebut harus melalui 11 tahap

perkembangan larva. Pada setiap tahap juvenil dicapai, udang galah mulai memerlukan lingkungan air tawar sampai udang tersebut dewasa (New, 2002).

Siklus hidup udang galah dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Siklus hidup udang galah  
Sumber. Hamzah (2004)

### 2.1.3 Kebiasaan Makan

Larva yang baru menetas belum memerlukan makanan dari luar karena makanan sudah tersedia di dalam kantong kuning telur. Persediaan makanan akan habis setelah larva berumur 2 hari. Setelah itu, larva harus aktif mencari makanannya sendiri. Makanan yang diambil berdasarkan ukuran yang sesuai dengan mulutnya, bukan tergantung jenisnya. Makanan tersebut kemudian ditelan dengan cara disaring melalui air yang masuk. Udang yang sudah besar akan menangkap makanannya dengan capit (*chela*), kemudian makanan itu diteruskan ke *maxilliped* yang akan mencabik-cabik hingga menjadi kecil-kecil dan selanjutnya dimasukkan ke dalam mulut (Hadie dan Hadie, 2004).

Udang galah bersifat omnivora atau pemakan hewan dan tumbuhan. Di alam, udang ini menyukai cacing, udang kecil, larva serangga, siput air, umbi-umbian, daun yang lunak, biji-bijian, plankton dan detritus. Namun, setelah dibudidayakan di kolam atau sawah, udang galah bisa diberi pakan buatan atau pellet. Ketika terjadi pergantian kulit atau molting, udang galah bisa bersifat kanibal (memangsa sesama). Umumnya, udang yang mengalami pergantian kulit menjadi mangsa udang yang lainnya yang tidak sedang molting karena kondisi tubuh yang lemah. Kanibalisme tersebut bisa dihindari dengan menyediakan tempat berlindung atau bersembunyi bagi udang yang sedang molting. Tempat persembunyian tersebut bisa berupa daun kelapa atau ranting pohon (Khairuman dan Amri, 2004).

## **2.2 Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***

### **2.2.1 Klasifikasi Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***

Menurut Alamsjah (2010), klasifikasi *Gracilaria verrucosa* sebagai berikut :

Phylum	: Rhodophycophyta
Class	: Florideophyceae
Ordo	: Gracilariales
Genus	: <i>Gracilaria</i>
Spesies	: <i>Gracilaria verrucosa</i>

Morfologi umum dari rumput laut *Gracilaria verrucosa* adalah memiliki bentuk talus yang memipih atau silindris, membentuk rumpun dengan tipe percabangan yang tidak teratur dan talus terletak menyempit pada pangkal

percabangan. Sifat substansi talus *Gracilaria verrucosa* seperti tulang rawan. Ujung-ujung talus pada umumnya meruncing, permukaan halus atau berbintil-bintil. Garis tengah talus berkisar antara 0,5-4,0 mm. Panjang dari *Gracilaria verrucosa* dapat mencapai ukuran panjang 30 cm atau lebih. Selain itu *Gracilaria verrucosa* juga memiliki duri yang tumbuh berderet melingkari talus dengan interval yang bervariasi sehingga membentuk ruas-ruas talus di antara lingkaran duri (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1990 dalam Jamilah, 2013)

Rumput laut *Gracilaria verrucosa* merupakan salah satu potensi sumber daya laut yang produksinya cukup melimpah tetapi masih belum banyak dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. *Gracilaria verrucosa* merupakan rumput laut golongan alga merah yang dapat dijadikan sumber gizi karena umumnya memiliki asam amino yang lengkap (Norziah and Ching, 2000), merupakan sumber vitamin yang baik untuk pertumbuhan makhluk hidup, seperti vitamin A, B1, B2, B6, B12 dan mengandung berbagai mineral yang dapat membantu dalam proses pertumbuhan. Selain itu juga mengandung protein sekitar 14,21% dari berat kering (Marinho-Soriano *et al.*, 2006), mengandung karbohidrat, sedikit lemak dan abu.

### **2.2.2 Ekstrak Rumput Laut *Gracilaria verrucosa***

Rumput laut mengandung bahan-bahan organik seperti polisakarida, hormon, vitamin, mineral, dan juga senyawa bioaktif (Putra, 2006). Polisakarida tersebut antara lain alginat dari rumput laut coklat, karaginan dan agar dari rumput laut merah dan beberapa polisakarida minor lainnya yang ditemukan pada rumput laut hijau (Anggadiredja *et al.*, 2006). Kandungan polisakarida yang terdapat di

dalam rumput laut berperan dalam menurunkan kadar lipid di dalam darah dan memperlancar sistem pencernaan makanan. Aktivitas tersebut seperti antitrombotik, antikoagulan, antikanker, antiproliferatif (antipembelahan sel secara tak terkendali), antivirus, dan antiinflamatori (antiperadangan) (Burtin, 2003; Shiratori *et al.*, 2005).

Rumput laut merah yang mengandung polisakarida, merupakan sumber serat pangan yang baik. Polisakarida yang utama dan penting dari golongan rumput laut merah (*Gracilaria verrucosa*) adalah karaginan dan agar. Karaginan yang terdapat dalam kandungan *Gracilaria* sekitar 47% (Istini, 1998). Kandungan polisakarida yang tinggi dan sebanding dengan glukosa (polimer glukosa) serta polisakarida tersulfatasi (Soraya, 2005). Kandungan polisakarida karaginan dibedakan dengan agar berdasarkan kandungan sulfatnya, karaginan mengandung minimal 18 % sulfat, sedangkan agar-agar hanya mengandung sulfat 3,4 % (Istini dkk., 1985 dalam Fanny, 2009). Agar-agar merupakan senyawa ester asam sulfat dari senyawa galaktan, tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas dengan membentuk gel (Istini dkk., 1985 dalam Fanny, 2009). Rumput laut penghasil agar-agar antara lain *Gracilaria* (Aslan, 1991).

### 2.3 Imunostimulan

Imunostimulan adalah bahan yang dapat merangsang sistem imun. Bahan-bahan yang dapat merubah respon imun biasanya berfungsi untuk meningkatkan respon imun (Febriani, 2013). Respon imunitas pada hewan merupakan upaya proteksi terhadap infeksi maupun fisiologik homeostasi (Mori, 1990). Krustasea tidak memiliki respon imun spesifik dan bergantung pada respon imun non-

spesifik. Respon imun non-spesifik mampu dengan cepat dan efisien mengenal serta menghancurkan material asing, termasuk patogen. Respon imun non-spesifik terdiri atas respon seluler dan respon humoral (Manoppo, 2011).

Sistem pertahanan tubuh udang terdiri dari 2 bagian yaitu sistem pertahanan tubuh seluler dan sistem pertahanan tubuh humoral. Sistem pertahanan tubuh seluler meliputi fagositosis, enkapsulasi, dan nodulasi. Sistem pertahanan tubuh humoral meliputi phenoloksidase (PO), prophenoloksidase (ProPO), lektin, dan aglutinin. Kedua sistem tersebut saling bekerja sama untuk memberikan perlindungan tubuh terhadap infeksi organisme patogen dari lingkungan. ProPO diaktifkan oleh *prophenoloxidase activating enzyme* (PPA). Sedangkan PPA bisa diaktifkan oleh lipopolisakarida. ProPO dan PPA merupakan protein yang berlokasi di granular hemosit (Johansson dan Soderhall, 1989).

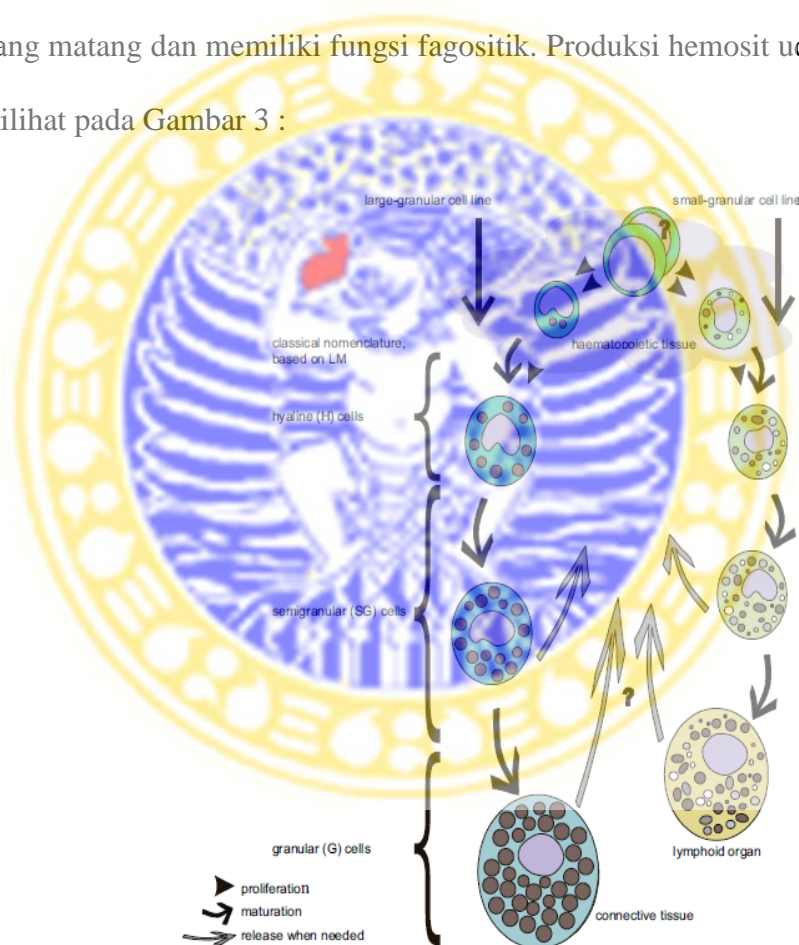
Udang tidak mempunyai limfosit dan tidak memiliki sistem imun *adaptive* seperti yang dimiliki hewan vertebrata lainnya (Van de Braak, 2002). Sistem pertahanan udang berdasarkan hanya pada sistem imun non-spesifik. Strategi yang digunakan pembudidaya udang dalam mengendalikan penyakit pada budidaya udang adalah dengan memberikan imunostimulan (Dugger and Jory, 1999 dalam Yudiana, 2009). Menurut Siwicki *et al.* (1998), bahwa imunostimulan mengaktifkan mekanisme pertahanan non-spesifik, *cell mediated immunity* dan respon imun spesifik.

## 2.4 Hemosit Udang

Van de Braak (2002) menjelaskan sebuah model untuk produksi dan pematangan sel hemosit pada udang jenis *Penaeus monodon* yaitu sel hyalin, sel



semigranular, dan sel granular. Di dalam jaringan hematopoetik terjadi penggandaan sel dimana sel yang belum matang disebut sebagai sel hyalin berkembang menjadi sel semigranular dan terakhir menjadi sel granular. Sel granular besar yang belum matang selanjutnya diangkut ke jaringan ikat untuk berkembang menjadi sel granular besar yang matang. Sel granular kecil yang belum matang diangkut ke organ limfoid untuk berkembang menjadi sel granular kecil yang matang dan memiliki fungsi fagositik. Produksi hemosit udang *Penaeid* dapat dilihat pada Gambar 3 :



Gambar 3. Produksi hemosit pada udang *Penaeid*  
Sumber. Van de Braak (2002)

Hemosit pada udang dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu sel hyalin, semigranular dan granular (Effendy *et al.*, 2004). Sel-sel hemosit yang terdapat pada udang memiliki fungsi tersendiri. Sel hyalin berperan dalam proses

fagositosis dan aktifitas seperti halnya makrofage pada ikan dan binatang berdarah panas lainnya. Sel ini memiliki sedikit sekali granular pada sitoplasmanya (Lio-Po *et al.*, 2001). Fagositosis merupakan reaksi yang paling umum dalam pertahanan selular udang. Mekanisme kerja fagositosis dimulai dengan proses pelekatan dan penelanan partikel asing ke dalam sel fagosit.

Sel granular dan semigranular memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan protein antibakteri maupun enzim-enzim yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh udang. Salah satu enzim tersebut adalah enzim protease yang tersimpan dalam keadaan tidak aktif yang disebut *inactive serine proteinase*. Dalam keadaan aktif, enzim protease ini berperan sebagai aktivator pembentukan enzim *Phenoloksidase* (PO) yang merupakan salah satu komponen penting dalam sistem imun udang windu. Enzim protease juga berperan dalam mendegradasi mikroba ketika terjadi proses fagositosis (Van de Braak, 2002). Bentuk hemosit udang dapat dilihat pada Gambar 4 :



Gambar 4. Hemosit udang  
Sumber. Gunanti dkk (2009)

## 2.5 Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Galah

Kelangsungan hidup adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir periode pemeliharaan dan jumlah individu yang hidup pada awal periode pemeliharaan dalam populasi yang sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya prosentase kelangsungan hidup adalah faktor biotik dan abiotik seperti kompetitor, kepadatan populasi, penyakit, umur, kemampuan organisme dalam beradaptasi dan penanganan manusia (Effendie, 1997). Secara umum peningkatan kepadatan selain akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme perairan juga akan berpengaruh terhadap efisiensi pakan (Allen, 1974). Pada kepadatan yang lebih rendah udang dapat memanfaatkan pakan secara lebih efisien dibandingkan dengan udang pada kepadatan yang tinggi. Keadaan tersebut dikarenakan persaingan pakan yang terjadi cenderung lebih rendah. Selain itu bila nutrisi pada pakan udang tidak mencukupi maka udang tidak dapat berkembang dengan baik dan akan terjadi penurunan nafsu makan pada organisme tersebut. Bila kondisi suatu lingkungan terutama kualitas airnya tidak mendukung maka kemungkinan untuk organisme air akan mengalami stres dan dari sini menimbulkan penurunan daya tahan tubuh lalu akan terserang penyakit dari bakteri.

## 2.6 Stres

Stres merupakan kondisi dimana suatu organisme perairan mengalami perubahan pada tingkah laku karena adanya perlakuan selama pemeliharaan yang buruk, perubahan terhadap suatu kondisi lingkungan, dan penyakit. Munculnya penyakit merupakan akibat adanya interaksi antara agen penyebab penyakit, inang

dan lingkungan. Dalam hal ini, lingkungan dapat menjadi *stressor* (penyebab munculnya penyakit), karena pada saat lingkungan memburuk, seperti adanya fluktuasi kualitas air secara ekstrim, udang mudah stres dan akibatnya rentan terhadap penyakit, serta dapat mengakibatkan kematian atau penurunan kelangsungan hidup (Tidwell, 1998).

Menurut Prayitno dkk. (2014) tanda-tanda udang mengalami stres bisa diamati secara visual seperti nafsu makan rendah, berenang tanpa arah, dan sampai terjadinya perubahan warna tubuh (kemerahan).

Kualitas air berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang, sehingga pengukuran kualitas air secara harian sangat diperlukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh tambahan dari kualitas air terhadap parameter imunologi. Uji stres pada udang dengan menaikkan suhu ternyata dapat berpengaruh terhadap aktivitas fagositosis (Cheng dan Chen, 2000). Menurut Jusilla (1997), jumlah hemosit yang bersirkulasi dalam hemolim krustasea menunjukkan reaksi yang berbeda terhadap *stressor* lingkungan dan penyakit, sehingga dapat menjadi indikator status kesehatan krustasea dan adanya *stressor* lingkungan.

## 2.7 Parameter Kualitas Air

Kualitas air sangat berpengaruh terhadap keberhasilan budidaya udang. Kualitas air dapat didefinisikan sebagai kesesuaian air bagi kelangsungan dan pertumbuhan udang, yang umumnya ditentukan oleh beberapa parameter kualitas air (Mahasri dkk., 2009). Beberapa parameter kualitas air yang perlu diperhatikan antara lain: derajat keasaman (pH), *Dissolved Oxygen* (DO), suhu, dan amoniak (New, 2002).

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator kadar kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang terdapat pada cangkang atau kulit organisme perairan. Senyawa tersebut merupakan faktor penting pada proses pergantian kulit (Hadie dan Hadie, 1993). Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pH 7,5-8 cukup menunjukkan hasil yang baik bagi kehidupan udang galah. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah merupakan faktor yang paling lazim menyebabkan mortalitas dan kelambatan pertumbuhan udang. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi suhu. Kelarutan oksigen dalam air menurun kalau suhu meningkat atau tekanan udara menurun. Konsentrasi oksigen terlarut minimum untuk menunjang pertumbuhan optimal udang adalah 4 ppm (Tsai, 1989).

Pengaruh suhu sangat besar terhadap kelangsungan hidup udang. Suhu optimal untuk kehidupan udang berkisar antara 29-31°C (Hadie dan Hadie, 1993). Dalam batas-batas tertentu, kecepatan pertumbuhan meningkat sejalan dengan peningkatan suhu air, tetapi daya kelangsungan hidup udang menurun pada suhu tinggi (Sutarman, 1993 *dalam* Isnawati, 2004). Salinitas merupakan bahan padat (garam-garam) yang terlarut dalam air. Salinitas dinyatakan dengan satuan g/kg atau ppt (Wedemeyer, 2001). Udang galah bersifat *euryhaline* mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas air yaitu 0-20 ppt, hal ini berhubungan dengan siklus hidup udang tersebut (Hadie dan Hadie, 2004). Untuk juvenil yang baru terbentuk akan tinggal di perairan payau selama 1-2 minggu, kemudian bermigrasi ke perairan tawar (Soegiarto dkk., 1979).

Dalam budidaya udang, selalu ditemukan adanya amoniak dalam jumlah besar, karena amoniak merupakan bentuk ekskresi bernitrogen pada krustasea. Hal

ini berkaitan dengan nutrisi pada pakan yang mengandung protein, karena amoniak merupakan hasil metabolisme protein. Telah diketahui toksisitas amoniak memberi pengaruh pada kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan *moulting*. Toksisitas amoniak mempengaruhi pH perairan, jika toksisitas amoniak meningkat pH perairan meningkat (Racotta, 2000; Tsai, 1989).

