

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Windu (*Penaeus monodon*)

2.1.1 Taksonomi

Udang yang dibudidayakan dalam tambak adalah udang laut yang umumnya seluruh tubuhnya terbungkus kulit yang keras dari bahan *chitin*, disebut eksoskeleton, kecuali sambungan antar ruas (Rachmatun dan Takarina, 2009).

Lotz (1997), klasifikasi udang windu adalah sebagai berikut :

Phyllum : Arthropoda

Subphyllum : Mandibulata

Classis : Crustacea

Ordo : Decapoda

Familia : Penaeidae

Genus : *Penaeus*

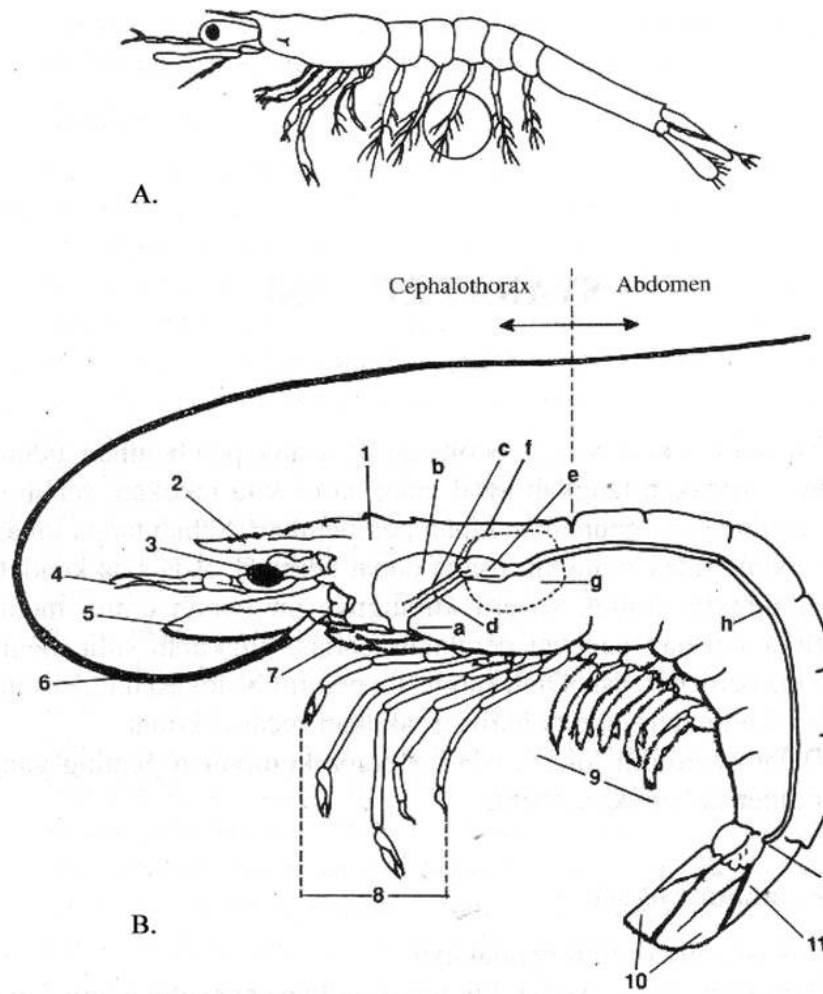
Spesies : *Penaeus monodon*.

2.1.2 Morfologi

Tubuh udang windu terdiri dari 2 bagian utama yaitu kepala dada (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). *Cephalothorax* tertutup oleh kelopak kepala yang disebut *carapace*. Bagian depan *carapace* memanjang, meruncing, dan bergigi-gigi disebut cucus kepala atau rostrum. Gigi rostrum bagian atas biasanya terdiri dari 7 buah dan bagian bawah 3 buah. *Cephalothorax* terdiri dari 13 ruas

(kepala : 5 ruas, dada : 8 ruas) dan abdomen 6 ruas, terdapat ekor dibagian belakang. Pada *cephalotorax* terdapat anggota tubuh, berturut-turut yaitu *antenulla* (sungut kecil), *scophocerit* (sirip kepala), *antenna* (sungut besar), *mandibula* (rahang), 2 pasang *maxilla* (alat-alat pembantu rahang), 3 pasang *maxilliped*, 3 pasang *pereiopoda* (kaki jalan) yang ujung-ujungnya bercapit disebut *chela*. Insang terdapat di bagian sisi kiri dan kanan kepala, tertutup oleh *carapace* (Bell dan Lightner, 1992).

Pada bagian *abdomen* terdapat 5 pasang *pleopoda* (kaki renang) yaitu pada ruas ke-1 sampai 5. Sedangkan pada ruas ke-6 kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas atau *uropoda*. Ujung ruas keenam ke arah belakang terdapat telson. Bagian-bagian tubuh udang windu dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| A. Fase postlarva (PL-1) | a. Esophagus |
| B. Dewasa | b. Ruang cardiac |
| 1. Carapace | c. Ruang pyloric |
| 2. Rostrum | d. Cardiac plate |
| 3. Mata majemuk | e. Gigi-gigi cardiac |
| 4. Antennules | f. Cardiac ossicle |
| 5. Prosartema | g. Hepatopancreas |
| 6. Antena | h. Usus |
| 7. Maxilliped | i. Anus |
| 8. Pereopoda | |
| 9. Pleopoda | |
| 10. Uropoda | |
| 11. Telson | |

Gambar 2. Bagian-bagian tubuh udang windu (Sutaman, 1993)

2.1.3 Tingkah laku

Udang windu hidup di dasar perairan, tidak menyukai cahaya terang dan bersembunyi di lumpur pada siang hari, bersifat kanibal terutama dalam keadaan lapar dan tidak ada makanan yang tersedia, mempunyai ekskresi amonia yang cukup tinggi dan untuk pertumbuhan diperlukan pergantian kulit (*moulting*) (Sumeru dan Suzy, 1992). Pada saat proses pergantian kulit baru inilah udang tumbuh dengan pesatnya dan menyerap air lebih banyak sampai kulit luar yang baru mengeras (Dahril dan Muchtar, 1985). Pergantian kulit merupakan indikator dari pertumbuhan udang, semakin cepat udang berganti kulit berarti pertumbuhan semakin cepat pula.

Semua udang memiliki sifat alami yang sama, yakni aktif dalam kondisi gelap (*nocturnal*), baik aktifitas untuk mencari makan dan reproduksi. Beberapa indera yang digunakan udang untuk mendeteksi makanan adalah penglihatan (*sight*), *audiosense*, *thermosense* dan *chemosense*. Dari keempat indera tersebut *chemosense* atau *chemoreseptor* merupakan alat yang paling peka untuk mendeteksi pakan. Dalam mencari pakan udang lebih mengandalkan indera perasa seperti *antenna flagella*, rongga mulut, kaki jalan, *carapace* daripada indera penglihatan (Sumeru dan Suzy, 1992). Hal ini diperkuat oleh pendapat Ache (1982), yang menyatakan bahwa alat *chemoreseptor* pada crustacea bersifat sensitif dalam memberikan respon untuk bahan-bahan kimia sebaik terhadap temperatur dan pH.

2.1.4 Siklus hidup

Siklus hidup udang windu sebenarnya telah banyak diteliti antara lain oleh Motoh (1981) yang membagi daur hidup udang windu menjadi enam tahap, yaitu sebagai berikut.

a. Tahap embrio

Dimulai pada saat pembuahan sampai penetasan

b. Tahap larva

Terdiri dari stadium nauplius, zoea, mysis, dan postlarva. Akhir dari tahap ini ditandai oleh ruas abdomen keenam yang lebih panjang dari panjang cangkang dan warna tubuh yang transparan ditutupi oleh pita berwarna coklat gelap memanjang dari pangkal antena hingga telson.

c. Tahap juvenil

Pada stadium awal ditandai oleh warna tubuh yang transparan dengan pita coklat gelap di bagian sentral. Tahap ini ditandai dengan fluktuasi perbandingan ukuran tubuh mulai stabil, yang berarti telah menginjak tahap udang muda.

d. Tahap udang muda

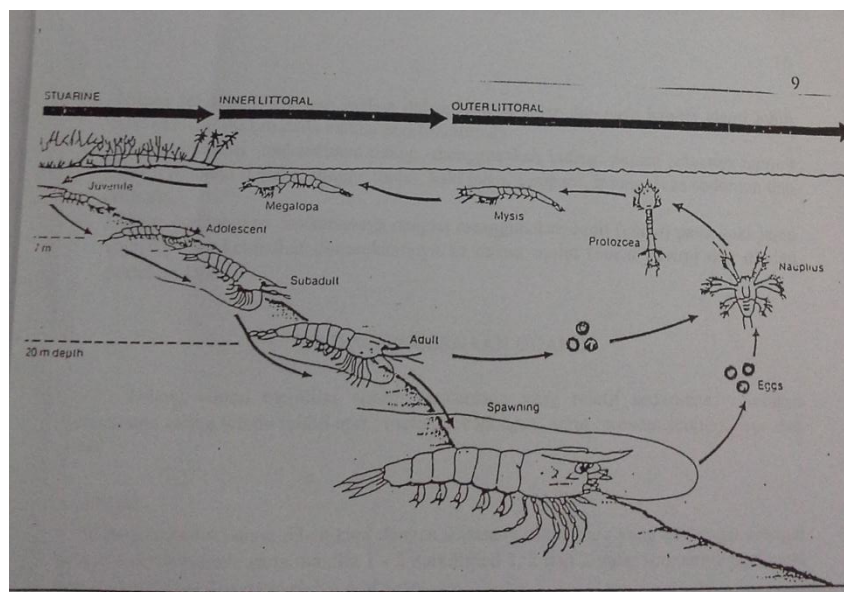
Pada tahap ini proporsi ukuran tubuh mulai stabil dan tumbuh tanda – tanda seksual dimana alat kelamin pada udang windu jantan yaitu *petasma* mulai terlihat setelah panjang cangkangnya 30 mm, sedangkan pada betina *thelycum* mulai terlihat setelah panjang cangkang mencapai 37 mm.

e. Tahap *sub adult*

Ditandai dengan adanya kematangan seksual.

f. Tahap dewasa

Udang windu dewasa ditandai dengan kematangan gonad yang sempurna. Pada udang jantan mempunyai spermatozoa pada pasangan *ampula terminalis* dan pada udang betina mempunyai *ovocytus* yang telah berkembang di dalam ovariumnya. Siklus hidup udang windu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang windu (*Penaeus monodon*) (Motoh, 1981)

2.2 Pengamatan secara visual benur udang yang sehat

Kriteria benur udang sehat berdasarkan pengamatan secara visual adalah:

1. Gerakan aktif dan berenang normal;
2. Respon positif terhadap arus, cahaya, bayangan, dan sentuhan;
3. Tubuh berwarna cerah, berbelang putih dan hitam yang jelas;
4. Tubuh bersih, licin, tidak ada kotoran atau lumut menempel;

5. Tubuh tidak keropos, anggota tubuh lengkap;
6. Kotoran (bentuk memanjang, warna coklat/hitam/hijau, tidak mengapung);
7. Ujung ekor tidak geripis, tidak membengkak dan warna garis terangnya putih, tidak kusam;
8. Ekor dan kaki jalan tidak menguncup;
9. Insang jernih dan bersih;
10. Kondisi isi usus penuh di bawah sinar matahari, dan tidak terputus-putus (BBPBAP Jepara, 2007).

2.3 Pakan udang windu (*Penaeus monodon*)

Kebutuhan zat pakan pada udang terdiri dari lima kelompok, yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral.

Lemak pakan berperan sebagai sumber energi dan penghasil energi tertinggi, sumber asam lemak terutama asam lemak esensial untuk pertumbuhan, pemeliharaan dan proses metabolisme (Hastuti *et al.*, 1999).

Protein dalam pakan terutama untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan sebagai sumber energi bagi Crustacea (Kompang dan Ilyas, 1988). Pertumbuhan dan stadia mempengaruhi kebutuhan protein pakan bagi udang. Pada stadia larva kebutuhan protein lebih tinggi dibandingkan dengan stadium dewasa.

Karbohidrat merupakan sumber energi bagi udang. Selain sebagai sumber energi, karbohidrat juga berfungsi sebagai *binder*. Kebutuhan karbohidrat dalam pakan diperkirakan 20-30% (Hastuti *et al.*, 1999).

Mineral adalah bahan organik yang dibutuhkan oleh udang untuk membentuk jaringan tubuh, proses metabolisme, dan keseimbangan osmotik.

Udang memperoleh mineral dari penyerapan langsung melalui insang, penyerapan melalui saluran pencernaan, dan kulit. Mineral sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan karena selama perkembangannya udang akan kehilangan beberapa bagian mineral dalam tubuh selama *moulting* (Shin, 1998).

Vitamin adalah senyawa organik yang diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit oleh semua makhluk hidup, tetapi sangat diperlukan karena tubuh tidak dapat mensintesa sehingga harus ada dalam pakan. Kekurangan salah satu vitamin akan menyebabkan penyakit atau gejala tidak normal (Shin, 1998).

2.3.1 Pentingnya pakan alami

Pakan alami sangat diperlukan dalam budidaya dan pembenihan organisme akuatik, karena akan menunjang kelangsungan hidup organisme tersebut. Pada saat telur udang baru menetas maka setelah makanan cadangan habis, benur udang membutuhkan pakan yang sesuai dengan bukaan mulutnya (Chumaidi *et al.*, 1990).

Pakan alami ialah makanan hidup bagi larva atau benih ikan dan udang. Dengan bentuk dan ukuran mulut yang kecil, benur sangat cocok diberikan pakan alami. Untuk tahap awal, pakan yang diperlukan adalah pakan alami yang tergolong fitoplankton. Pada tahap selanjutnya sesuai dengan perkembangan ukuran mulut, jenis pakan alami yang cocok diberikan yaitu yang tergolong zooplankton (Chumaidi *et al.*, 1990)

Pakan alami merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi budidaya. Disamping kualitas kebersihan pakan terjamin, penghematan waktu, tenaga dan biaya juga akan diraih apabila produksi pakan alami dilakukan dengan

baik. Pakan alami mempunyai kandungan gizi yang lengkap dan mudah dicerna oleh benur. Ukuran tubuhnya yang relatif kecil sangat sesuai dengan lebar bukaan mulut benur. Sifatnya yang selalu bergerak aktif akan merangsang benih/larva ikan untuk memangsanya. Pakan alami ini dapat memberikan gizi secara lengkap sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Suprayitno, 1986).

Pemberian pakan yang berlebihan atau tidak sesuai mengakibatkan kualitas air media sangat rendah. Disamping air media cepat kotor dan berbau amis, angka mortalitas benur pun semakin meningkat.

2.3.2 Pakan alami

Jenis - jenis pakan alami yang dikonsumsi udang sangat bervariasi tergantung bukaan mulutnya. Dalam usaha budidaya biasanya menggunakan pakan alami plankton. Plankton adalah jasad renik yang melayang di dalam kolom air mengikuti gerakan air. Plankton dapat dikelompokkan menjadi dua :

1. Fitoplankton, jasad nabati yang dapat melakukan fotosintesis karena mengandung klorofil; terdiri dari satu sel atau banyak sel.
2. Zooplankton, jasad hewani yang tidak dapat melakukan fotosintesis zooplankton memakan fitoplankton. Zooplankton juga merupakan jasad hewani mikro yang melayang di dalam air yang pergerakannya dipengaruhi arus. Zooplankton adalah kategorisasi untuk organisme kecil (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Menurut Cahyaningsih (2006), pakan alami dari jenis zooplankton yang diberikan pada larva udang windu antara lain dapat berupa *Artemia* dengan cara dilakukan pengkulturan selama 24 jam dalam wadah berupa wadah air minum

volume 20 liter, baru kemudian dapat diberikan pada larva udang windu pada Mysis (M) 3 – Post Larva (PL) 1 dengan kepadatan 3 - 4 individu/ml, pada PL 2 – PL 5 dengan kepadatan 8 - 10 individu/ml, dan PL 6 – PL 10 dengan kepadatan 11 - 13 individu/ml.

Cara pengkulturan rotifera yaitu rotifera dikultur dengan kepadatan 20 individu/ml. Kemudian dipanen pada hari ke-5 setelah mencapai kepadatan 100-150 individu sebanyak 30% dari total kultur. Media pemeliharaan yang dipakai biasanya menggunakan ekstrak pupuk kandang. Ekstrak tersebut ditampung dalam wadah yang akan digunakan sebagai wadah kultur rotifera. Setelah 7 hari, bibit rotifera ditebar pada media tersebut. Cara pemanenannya yaitu dengan menggunakan pompa air yang dialirkan pada wadah tertentu (Isnansetyo dan Kurniastuty,1995

Cara pengkulturan fitoplankton, mempersiapkan wadah/bak yang akan digunakan dalam proses pengkulturan, setelah itu diisi air laut sebagai media kultur. Lalu pengisian bibit berkisar 20-30%.Pupuk diberikan untuk memacu pertumbuhan fitoplankton. Pupuk yang digunakan yaitu UREA, ZA, SP36, FeCl₃, dan EDTA. Pupuk dilarutkan terlebih dahulu kemudian ditebar disetiap titik aerasi. Pemanenan dilakukan setelah 5-6 hari, teknik panen menggunakan pompa celup (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.4 Biologi *Tetraselmis chuii*

2.4.1 Klasifikasi dan morfologi

Menurut Bougis (1979) klasifikasi *Tetraselmis chuii*. sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Phylum : Chlorophyta

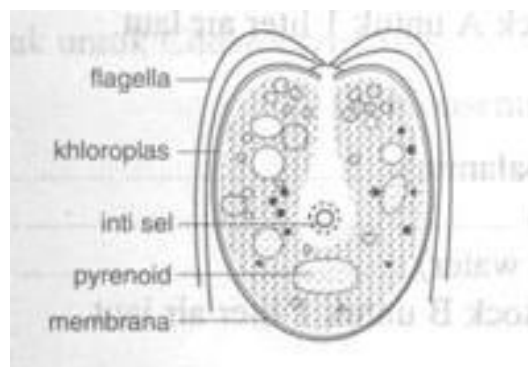
Kelas : Prasinophyceae

Ordo : Pyraminonadales

Genus : *Tetraselmis*

Spesies : *Tetraselmis chuii*.

Tetraselmis chuii merupakan jenis mikroalga yang memiliki warna tubuh kehijauan atau dikenal dengan flagelata berklorofil. Alga bersel tunggal yang memiliki 4 buah flagella berwarna hijau. Dengan flagella tersebut maka tetraselmis dapat bergerak lincah dan cepat seperti hewan bersel tunggal. Ukuran selnya berkisar 7-12 mikron. Bentuk tubuhnya oval elips, klorofil merupakan pigmen yang dominan pada alga ini (Bougis, 1979). Morfologi *Tetraselmis chuii* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Morfologi *Tetraselmis chuii* (Rostini, 2007).

2.4.2 Habitat

Tetraselmis tumbuh dengan kondisi salinitas optimal antara 25 dan 35 ppm. *Tetraselmis chuii* masih dapat mentoleransi suhu antara 15-35°C, sedangkan suhu optimal berkisar antara 23°-25°C. Kisaran pH yang optimal bagi pertumbuhannya yaitu 8-9,5 (Fabregas *et al*, 1984).

2.4.3 Kandungan nutrisi

Dalam bidang budidaya perikanan *T. chuii* memiliki peran yang besar dalam hal penyediaan pakan untuk larva ikan maupun non ikan. Hal tersebut dikarenakan *T. chuii* memiliki nilai gizi yang baik (Supriyatini *et al.*, 2007). Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) *T. chuii* mengandung protein cukup tinggi yaitu 48,42 % dan lemak 9,70 %. *T. chuii* dapat digunakan untuk memproduksi pakan *Brachionus plicatilis* secara masal, ataupun dapat juga dikonsumsi secara langsung oleh larva ikan hias, larva udang, larva teripang, dan cukup bagus digunakan sebagai pakan dalam budidaya biomassa Artemia. *T. chuii* mampu meningkatkan kandungan lemak tak jenuh pada konsumennya (Supriyatini *et al.*, 2007).

2.5 Biologi *Nannochloropsis* sp

2.5.1 Klasifikasi dan morfologi

Susunan klasifikasi *Nannochloropsis* sp. (Hibberd, 2000) adalah sebagai berikut:

Domain: Eukaryota

Kingdom: Chromista

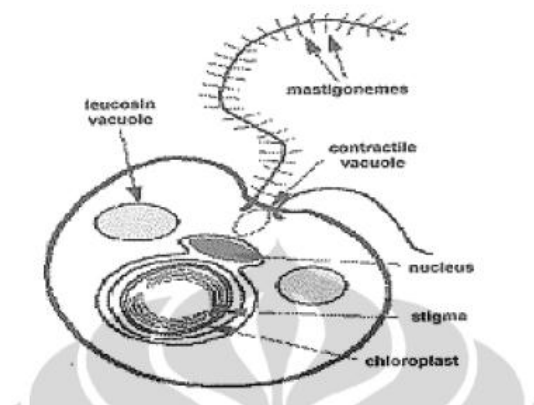
Filum: Ochrophyta

Class: Eustigmatophyceae

Genus: *Nannochloropsis*

Spesies: *Nannochloropsis* sp.

Menurut Fachrullah (2011), *Nannochloropsis* sp. memiliki ukuran sel 2-4 mikron, berwarna hijau dan memiliki dua flagella (Heterokontous) yang salah satu flagella berambut tipis. *Nannochloropsis* sp. memiliki kloroplas dan nukleus yang dilapisi membran. Kloroplas memiliki stigma (bintik mata) yang bersifat sensitif terhadap cahaya. *Nannochloropsis* sp. dapat berfotosintesis karena memiliki klorofil. Ciri khas dari *Nannochloropsis* sp. adalah memiliki dinding sel yang terbuat dari komponen selulosa. Morfologinya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Morfologi *Nannochloropsis* sp (Waggonner dan Speer, 1999).

2.5.2 Habitat

Nannochloropsis sp. bersifat kosmopolit dapat tumbuh pada salinitas 0-35 ‰. Salinitas optimum untuk pertumbuhannya adalah 25-35 ‰, dan suhu 25-30°C merupakan kisaran suhu yang optimal. Mikroalga ini dapat tumbuh baik pada kisaran pH 8-9,5 dan intensitas cahaya 100-10000 lux. *Nannochloropsis* sp. lebih dikenal dengan nama *Chlorella* sp. laut dikultur untuk pakan *Branchionus plicatilis* atau Rotifera karena mengandung Vitamin B12 (Fachrullah, 2011).

2.5.3 Kandungan nutrisi

Nannochloropsis sp. memiliki kandungan lipid yang cukup tinggi yaitu 31-68% berat kering. Persentase PUFA (*Poly Unsaturated Fattc Acid*) utama pada *Nannochloropsis* sp. tetap stabil pada kondisi dengan keterbatasan cahaya, tetapi pada kondisi dengan intensitas cahaya jenuh kandungan PUFA menurun yang diikuti dengan kenaikan proporsi SFA dan MUFA (*Mono Unsaturated Fatty Acid*). *Nannochloropsis* sp. mengandung Vitamin B12 dan *Eicosapentaenoic acid* (EPA) sebesar 30,5 % dan total kandungan omega 3 HUFAs sebesar 42,7%, serta mengandung protein 57,02% (Campbell, 2008; Kawaroe, 2007; Rao, 2008 dalam Fachrullah, 2011).

2.6 Biologi *Branchionus plicatilis*

2.6.1 Klasifikasi dan morfologi

Branchionus plicatilis merupakan salah satu rotifera yang diklasifikasikan menurut Villegas (1982). sebagai berikut :

Filum : Trochelminthis

Kelas : Rotatoria/Rotifera

Ordo : Monogonanta

Subordo : Ploima

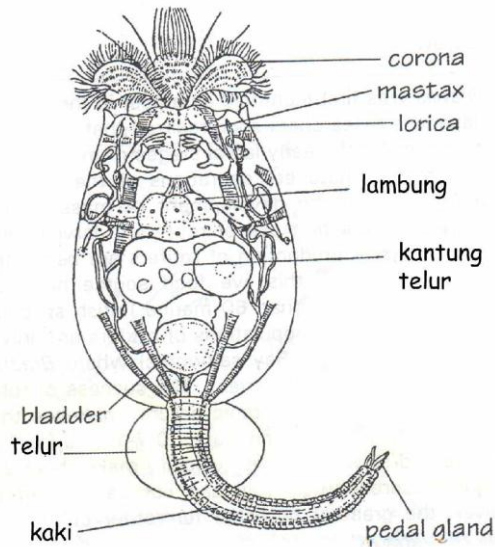
Famili : Branchioninae

Genus : *Branchionus*

Spesies : *Branchionus plicatilis*

Zooplankton ini berbentuk bilateral simetris, meyerupai piala. Kulit terdiri atas dua lapisan yaitu hipodermis dan kutikula. Kutikula merupakan bagian kulit yang tebal yang disebut lorika. Tubuhnya terbagi menjadi 3 bagian yaitu kepala, badan, dan kaki atau ekor. Pada bagian kepala terdapat 6 buah duri. Sepasang duri panjang terdapat ditengah. Ujung bagian depan dilengkapi dengan gelang-gelang silia yang kelihatan seperti spiral disebut korona yang berfungsi memasukkan makanan dalam mulut (Villegas, 1982).

Menurut ukurannya *Branchionus plicatilis* dibagi menjadi 2 tipe yaitu berukuran besar yang disebut dengan tipe-L dan yang berukuran kecil yang disebut dengan tipe-S. Tipe-L kisaran ukurannya antara 230-400 mikron, sedang tipe-S antara 50-220 mikron (Mokoginta, 2003). Morfologi *Branchionus plicatilis* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Morfologi *Branchionus plicatilis* (Mokoginta, 2003).

2.6.2 Habitat

Branchionus plicatilis bersifat euthermal. Pada suhu 15°C masih dapat tumbuh, tetapi tidak dapat bereproduksi, sedangkan pada suhu di bawah 10°C akan terbentuk telur istirahat. Kenaikan suhu antara 15°-35°C akan menaikkan laju reproduksi zooplankton ini. Kisaran suhu antara 22°-30°C merupakan kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi. Zooplankton ini juga bersifat euryhalin. Betina dengan telurnya dapat bertahan hidup pada salinitas 98 ppt, sedangkan salinitas optimalnya adalah 10-35 ppt (Fukusho dan Okauchi, 1982).

2.6.3 Kandungan nutrisi

Branchionus plicatilis mengandung protein berkisar 35,89%, lemak 10,10%, karbohidrat 8,89%, abu 8,89%, serat kasar 4,4%, dan air 38,23% (Cho dan Watanabe, 1988). Beberapa keunggulan yang dimiliki rotifer diantaranya berukuran relatif kecil, berenang lambat sehingga mudah dimangsa larva, mudah

dicerna, mudah dikembangbiakkan, mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi serta dapat diperkaya dengan asam lemak dan antibiotik (Lubzens *et al.*,1989)

2.7 Biologi *Artemia*

2.7.1 Klasifikasi dan morfologi

Artemia termasuk ke dalam zooplankton, yang banyak digunakan sebagai pakan hidup untuk budidaya ikan dan udang. Klasifikasi *Artemia* sebagai berikut :

Filum : Arthropoda

Kelas : Crustacea

Ordo : Anostraca

Familia : Artemidae

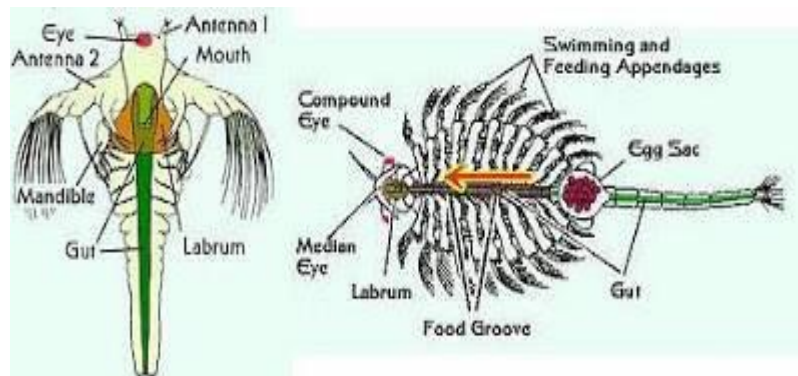
Genus : *Artemia*

Spessies : *Artemia* sp (Bougis, 1979).

Artemia dalam bentuk telur istirahat disebut kista. Ada beberapa tahapan proses penetasan artemia ini yaitu tahap hidrasi, tahap pecah cangkang, dan tahap payung atau tahap pengeluaran. *Artemia* yang baru menetas disebut dengan nauplius. Nauplius berwarna oranye, berbentuk bulat lonjong dengan panjang sekitar 400 mikron, lebar 170 mikron, dan berat 0,002 mg. Nauplius mempunyai sepasang antenulla dan sepasang antena. Diantara antenulla terdapat bintik mata yang disebut dengan *ocellus*. Sepasang *mandibula* terdapat di belakang antena. Sedangkan *labrum* (semacam mulut) terdapat dibagian ventral (Sorgeloos, 1983).

Artemia dewasa biasanya berukuran panjang 8-10 mm yang ditandai dengan adanya tangkai mata yang jelas terlihat pada kedua sisi bagian kepala,

antenna sebagai alat sensori, saluran pencernaan yang terlihat jelas, dan 11 pasang thorakopoda (Sorgeloos, 1983). Morfologi *Artemia* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Morfologi *Artemia* (Anonim, 1990).

2.7.2 Habitat

Artemia hidup di daerah-daerah tropis, subtropis, dan dingin pada perairan-perairan yang memiliki kadar garam tinggi, dimana pemangsa-pemangsa tidak dapat bertahan hidup (Mudjiman, 1988). Umumnya *Artemia* dapat hidup pada kisaran temperatur 6°-40°C, dan optimum antara 25°-30°C, namun sangat tergantung pada setiap strain (McCrae, 1996).

2.7.3 Kandungan nutrisi

Kandungan protein *Artemia* cukup tinggi. Nauplius *Artemia* mengandung protein 42 % sedangkan *Artemia* dewasa mencapai 60 % berat kering. Menurut Watanabe *et al.* (1983) dalam Greco *et al.* (2005) *Artemia* dewasa mengandung 61,6 % protein. Hal ini diperkuat oleh pendapat Schumann (2000) yang menyatakan bahwa kandungan protein *Artemia* dewasa dapat mencapai 63%.

Protein *Artemia* mengandung asam-asam amino esensial bagi udang windu, seperti treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin, histidin, lisin,

arginin, dan triptofan. Protein nauplius *Artemia* apabila dibandingkan dengan *Artemia* dewasa masih kekurangan akan histidin, metionin, fenilalanin, dan treonin (Mudjiman, 1988).

2.8 Kualitas air

Kelulusan hidup (*survival rate*) dan pertumbuhan organisme perairan juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kehidupan organisme perairan seperti udang antara lain suhu, derajat keasaman, kadar oksigen terlarut, bahan-bahan yang berpotensi racun seperti amonia dan nitrit (Effendi, 2003).

2.8.1 Suhu

Suhu air mempunyai peranan paling besar dalam perkembangan dan pertumbuhan udang. Kecepatan metabolisme udang meningkat cepat sejalan dengan naiknya suhu lingkungan. Kelarutan gas O₂ dan CO₂, amonia, dan gas lainnya juga dipengaruhi oleh suhu air. Semakin tinggi suhu air maka kelarutan gas dalam air tersebut akan semakin rendah. Secara umum suhu optimal bagi udang windu adalah 29-32°C (SNI, 2006).

2.8.2 Salinitas

Larva udang windu mempunyai toleransi yang luas terhadap perubahan salinitas dan berubah-ubah sepanjang hidup (Cheng, 1986). Dalam produksi nauplius, benur, dan tokolan di bak, salinitas optimumnya yaitu 29-34 ppt. Sedangkan untuk produksi tokolan di tambak, kisaran salinitasnya 15-30 ppt (SNI,2006). Salinitas pada tambak dipengaruhi oleh musim, pada musim kemarau salinitas akan meningkat, sedangkan pada musim hujan salinitas akan menurun.

2.8.3 Oksigen terlarut (DO)

Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah merupakan faktor yang paling oksigen dalam air dipengaruhi suhu dan kadar garam. Kelarutan oksigen dalam air menurun kalau suhu dan kadar garam meningkat atau tekanan udara menurun. Konsentrasi oksigen terlarut minimum untuk menunjang pertumbuhan optimal udang adalah 4 ppm (Tsai, 1989).

2.8.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan logaritma negatif dari ion-ion hidrogen yang terlepas dari suatu cairan. Nilai pH suatu perairan dapat dijadikan sebagai indikator baik buruknya suatu perairan dan dapat berpengaruh secara langsung terhadap pertumbuhan udang windu. Kisaran normal pH untuk pemeliharaan udang windu berkisar antara 7,5 – 8,5.

Nilai pH yang rendah menyebabkan perairan asam, dan mengakibatkan gangguan dalam proses penyerapan kitin sehingga udang menjadi keropos, sedangkan pada pH tinggi menyebabkan perairan basa yang mengakibatkan peningkatan daya racun amonia (Effendie, 2003).

2.9 Kelangsungan hidup

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).

2.10 Minyak ikan

Minyak ikan adalah minyak yang berasal dari jaringan ikan yang berminyak. Minyak ikan dianjurkan untuk diet kesehatan karena mengandung asam lemak omega-3, EPA (eikosapentaenoat), DHA (dokosaheksaenoat) yang dapat mengurangi peradangan tubuh. Tidak semua ikan menghasilkan asam lemak omega-3 akan tetapi hanya ikan yang mengonsumsi mikroalga saja yang dapat menghasilkan asam lemak tersebut. Minyak ikan mengandung asam lemak yang beragam. Kandungan asam lemak jenuh rendah sedangkan asam lemak tak jenuhnya tinggi terutama asam lemak tak jenuh rantai panjang yang mengandung 20 atau 22 atom C atau lebih. Beberapa asam ini termasuk EPA dan DHA (De Man, 1997).