

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname adalah salah satu jenis udang yang semakin populer untuk dibudidayakan di Indonesia. Setiap tahun ketersediaan udang vaname terus meningkat seiring dengan tingginya permintaan pasar dan peluang besar dalam usaha pembenihan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Udang vaname memiliki sejumlah keunggulan, seperti ketahanan terhadap penyakit, pertumbuhan yang cepat, adaptasi terhadap perubahan lingkungan, tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, nafsu makan besar, dan rasio konversi pakan yang rendah (Hendrajat, 2007 dalam Putri *et al.*, 2020). Menurut Putri *et al.* (2020), jenis pakan yang diberikan sangat memengaruhi kualitas benur, dan produksi benur dengan kualitas yang buruk dapat menyebabkan kegagalan dalam proses pembenihan udang.

Menurut Purba (2012) dalam Putri *et al.*, (2020) hal yang perlu diperhatikan pada kualitas benur adalah konsumsi pakan yang cukup serta kandungan nutrisi yang memadai agar dapat mempengaruhi pertumbuhan bobot dan panjang pada larva udang vaname. Menurut Putri *et al.*, (2020) pakan yang digunakan untuk pemeliharaan larva udang ada 2 macam yaitu pakan alami dan pakan buatan atau pakan komersial. Pakan alami memiliki komposisi nutrisi yang lengkap dibandingkan dengan pakan buatan, sehingga pakan alami diperlukan untuk menghasilkan larva yang baik dan sehat. Kualitas maupun ketersediaan pakan alami dalam jumlah yang tepat akan menunjang pertumbuhan yang optimal. Menurut Aonullah dan Manida (2022) kecukupan jumlah dan kandungan nutrisi dari pakan menjadi syarat utama penentu morfologi dan genetika yang baik pada larva udang. Pakan alami diperlukan karena mengandung gizi yang terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva (Perdana *et al.*, 2021).

Jenis pakan alami yang diberikan ke larva udang vaname selama proses pemeliharaan yaitu pakan alami fitoplankton dan zooplankton (Putri *et al.*, 2020). Salah satu pakan alami yang dapat digunakan adalah *Thalassiosira* sp. Fitoplankton *Thalassiosira* sp. merupakan pakan alami yang umum digunakan sebagai sumber makanan bagi larva (Nuntung *et al.*, 2018). Menurut Panjaitan

(2015) Kandungan nutrisi yang tinggi pada *Thalassiosira* sp. menjadi salah satu faktor utama dipilih sebagai pakan alami. Kandungan nutrisi yang dimiliki oleh *Thalassiosira* sp antara lain protein 44,5%, karbohidrat 26,1%, dan lipid 11,8 % dari berat keringnya. Menurut Devianti *et al.*, (2022) peningkatan *survival rate* pada larva udang disebabkan karena pakan yang diberikan yaitu *Thalassiosira* sp. Pakan alami *Thalassiosira* sp. ini mudah dicerna bagi larva udang dibandingkan pakan buatan dengan kandungan nutrisi lebih sesuai bagi larva udang dibandingkan pakan alami lainnya.

Menurut Saputra *et al.*, (2020) pertumbuhan fitoplankton khususnya *Thalassiosira* sp. dipengaruhi oleh faktor fisika seperti suhu, cahaya, kedalaman, kekeruhan, salinitas, dan kandungan oksigen; serta faktor kimia seperti pH, fosfat, nitrat, nitrit, dan silikat. Faktor terpenting pada produksi mikroalga adalah intensitas cahaya pada khususnya *Thalassiosira* sp. karena selain salinitas, pH, dan suhu, intensitas cahaya juga merupakan parameter lingkungan yang menunjang pertumbuhan dari *Thalassiosira* sp. Pada proses pertumbuhan *Thalassiosira* sp. intensitas cahaya menjadi faktor pembatas keberlangsungan hidup. Hal itu karena cahaya berperan dalam fotosintesis, baik dengan sumber cahaya dari energi matahari ataupun energi buatan. Peningkatan proses fotosintesis ditentukan oleh intensitas cahaya, apabila intensitas cahaya berkurang maka proses fotosintesis akan menurun, Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) dalam Padang *et al.*, (2018).

Semua manfaat *Thalassiosira* sp. membutuhkan pasokan yang lebih besar setiap hari. Oleh karena itu, dilakukan upaya peningkatan produksi *Thalassiosira* sp. melalui kultur laboratorium. Pada Tugas Akhir ini, dilakukan tiga perlakuan dengan tiga ulangan yang berbeda, menggunakan cahaya dari lampu TL dengan variasi 1 buah lampu 16 watt, 2 buah lampu 16 watt, dan 3 buah lampu 16 watt. Tujuannya adalah untuk mengamati pengaruhnya terhadap kepadatan sel harian serta efisiensi biaya yang lebih hemat. Berdasarkan SOP dari CV. Manunggal Rasa, pengkulturan laboratorium menggunakan 2 buah lampu 16 watt. Dengan demikian, waktu kultur *Thalassiosira* sp. yang lebih optimal di skala laboratorium dapat dimanfaatkan secara lebih cepat sebelum dipindahkan ke kultur massal. Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan *Thalassiosira* sp. di

skala laboratorium pada media terkontrol menggunakan lampu TL, serta pengaruhnya terhadap ketersediaan pakan alami yang cukup bagi zoea untuk mendukung percepatan perubahan stadia.

1.2 Tujuan

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui penggunaan jumlah lampu berbeda sebagai sumber cahaya terhadap pertumbuhan harian dan puncak populasi sel fitoplankton *Thalassiosira* sp. yang dihasilkan pada kultur skala laboratorium serta persentase keseragaman larva saat masuk stadia mysis 1 larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.3 Kerangka Pemikiran

Intensitas cahaya pada proses fotosintesis dan metabolisme berpengaruh pada pertumbuhan mikroalga seperti *Thalassiosira* sp. dan tumbuhan lain yang menjadi faktor kontrol dalam lingkungan. Pada proses fotosintesis cahaya diperlukan untuk kultur mikroalga tersebut. Tingginya intensitas cahaya yang digunakan untuk kepadatan pada kultur yang besar. Kurangnya intensitas cahaya dapat mempengaruhi sel yang bisa menyebabkan kematian. Faktor pengurangan intensitas cahaya inilah yang mengakibatkan kematian individu serta memperkecil pertumbuhan sel hingga berpengaruh pada penurunan jumlah sel. Intensitas cahaya menjadi faktor pembatas keberlangsungan hidup, kemudian mengatur jumlah intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan *Thalassiosira* sp. dan mengetahui pengaruhnya terhadap persentase keseragaman larva, serta dapat lebih mengefisiensikan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini dilakukan pencahayaan berbeda yang dapat mempengaruhi pertumbuhan harian dan puncak populasi pada kultur *Thalassiosira* sp. di skala laboratorium serta pemanfaatannya pada stadia zoea yang paling relevan pada industri yang akan diterapkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Thalassiosira* sp.

Berikut adalah Klasifikasi dan Morfologi *Thalassiosira* menurut Mitra *et al.*, (2013):

Kingdom	: Chromista
Phylum	: Ochrophyta
Class	: Coscinodiscophyceae
Order	: Thalassiosiranae
Family	: Thalassiosirales
Genus	: <i>Thalassiosira</i>
Species	: <i>Thalassiosira</i> sp.



Gambar 1. Sel *Thalassiosira* sp.
Sumber: Botes (2001)

Thalassiosira sp. merupakan salah satu jenis diatom. Diatom adalah mikroalga uniseluler yang dapat membentuk koloni, dengan dinding sel terbuat dari silika yang terdiri dari dua valva. *Thalassiosira* sp. memiliki struktur yang disebut fultoportulae, yang berfungsi untuk mensekresikan β kitin, sehingga membantu *Thalassiosira* sp. tetap mengapung di air dan mencegahnya tenggelam. Ciri khas *Thalassiosira* sp. adalah katupnya yang datar, adanya fultoportulae di bagian tengah katup, dua katup yang dipisahkan oleh duri-duri, serta mantel yang melapisi bagian tepinya (Ridawati, 2015).

Thalassiosira sp. memiliki bentuk yang bervariasi dari persegi hingga bulat dengan penampilan seperti katup atau piringan, memiliki warna tubuh coklat ber ukuran 40-50 mikron dan bersifat uniseluler. Diatom ini dapat hidup sebagai sel

tunggal yang hidup sendirian atau terhubung dengan sel lain untuk membentuk koloni seperti rantai, dan struktur antar selnya bervariasi sesuai dengan jenisnya. Hubungan antara sel-sel ini bisa berbentuk benang tunggal yang dikelilingi oleh lendir (Junda *et al.*, 2012). Mikroalga *Thalassiosira* sp. memiliki klasifikasi kelas Bacillariophyceae (diatom) sehingga dalam proses pertumbuhannya memerlukan makronutrien seperti pospor (P) dan nitrogen (N). Mikroalga jenis diatom memiliki dinding sel yang terbuat dari silika sehingga dalam medium pertumbuhannya juga memerlukan makronutrien silikon (Si). Makronutrien bisa diambil dari pupuk, yang terdiri dari pupuk urea, pupuk TSP-36, pupuk Si-P-(PG), FeCl_3 , dan Na_2EDTA untuk memperoleh medium pertumbuhan (Dewi, 2017). Ukuran *Thalassiosira* sp. lebih kecil dan sesuai dengan bukaan mulut udang pada fase nauplius hingga zoea. Pakan alami *Thalassiosira* sp. memiliki keunggulan bagi larva diataranya cepat dicerna karena hanya memiliki satu inti sel dan tidak berantai, serta mudah dikultur.

2.2 Reproduksi *Thalassiosira* sp.

Reproduksi *Thalassiosira* sp. menurut Amalia (2019) melibatkan pembelahan sel, di mana setengah *protoplasma* yang berada di *epiteka* dan setengah lainnya yang berada di *hipoteka* akan membentuk frustul diatom baru. Sel baru ini kemudian akan membelah dengan cara yang sama. Seiring waktu, sel-sel yang lebih kecil terus terbentuk hingga akhirnya mencapai ukuran minimum yang tidak memungkinkan lagi pembelahan sel secara alami. Pada tahap akhir pembelahan, frustul terkecil dari *Thalassiosira* sp. tidak mengikuti pola pembelahan yang biasa, melainkan protoplasmanya berkembang menjadi struktur yang disebut *auxospora*, yang menekan frustul hingga terbuka sehingga *auxospora* dapat keluar. Frustul terkecil lainnya juga menghasilkan *auxospora*. Dua *auxospora* dapat bersatu dan tumbuh hingga mencapai ukuran seperti sel induknya. Akhirnya, ini akan menghasilkan frustul baru yang memiliki bentuk, ukuran, dan karakteristik yang sama dengan induknya. Tahapan pertumbuhan *Thalassiosira* sp. meliputi fase lag, fase eksponensial, fase transisi, fase stasioner, dan fase kematian.

2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Thalassiosira* sp.

2.3.1 Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan faktor penting bagi fitoplankton untuk melakukan fotosintesis. Kurangnya penetrasi cahaya di dalam air dapat menjadi hambatan bagi proses fotosintesis, yang berdampak pada pertumbuhan sel fitoplankton. Menurut Padang *et al.*, (2018), laju pertumbuhan dan pembelahan sel akan menurun ketika intensitas cahaya matahari berkurang. Kecerahan air menjadi faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton, terutama dalam mendukung proses fotosintesis. Kelancaran fotosintesis tergantung pada seberapa banyak cahaya yang masuk ke perairan. Hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti nutrisi, cahaya, pH, karbon dioksida, serta elemen fisik dan kimia yang dapat membatasi pertumbuhan. Selain itu, besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam air dipengaruhi oleh kecerahan dan tingkat kekeruhan perairan itu sendiri.

2.3.2 Suhu

Suhu menurut Gurning *et al.*, (2020), memegang peranan penting dalam menentukan keberadaan fitoplankton dalam perairan. Suhu dapat mempengaruhi laju fotosintesis secara langsung maupun tidak langsung. Serta suhu memiliki dampak pada laju pertumbuhan dan kemampuan fotosintesis mikroalga. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi proses metabolisme, meningkatkan kecepatan viskositas cairan pada sitoplasma sel. Hal ini kemudian akan berpengaruh bagi sebaran, kepadatan dan jumlah spesies fitoplankton. Fitoplankton tumbuh dengan suhu optimum yaitu berkisar antara 20 – 35°C. Berdasarkan hasil penelitian Wahyudi *et al.*, (2022), selama masa kultur *Thalassiosira* sp. berkisar antara suhu 21,7 - 29,6°C.

2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroalga adalah tingkat pH. Secara umum, pH berperan dalam proses fotosintesis. Derajat keasaman (pH) merupakan indikator kualitas suatu perairan dan menjadi salah satu parameter kimia penting untuk memantau kestabilan lingkungan perairan. Pada fitoplankton, pH sangat berpengaruh terhadap dominasi serta tingkat produktivitas primer perairan (Hamuna *et al.*, 2018). Nilai pH ini

dipengaruhi oleh proses fotosintesis dan suhu lingkungan. Rahman et al. (2016) menyatakan bahwa pH ideal untuk kelangsungan hidup fitoplankton berkisar antara 6,5 hingga 8. Sementara menurut Wahyudi et al. (2022), pH yang ideal untuk pertumbuhan *Thalassiosira* sp. adalah antara 8 dan 8,5.

2.3.4 Salinitas

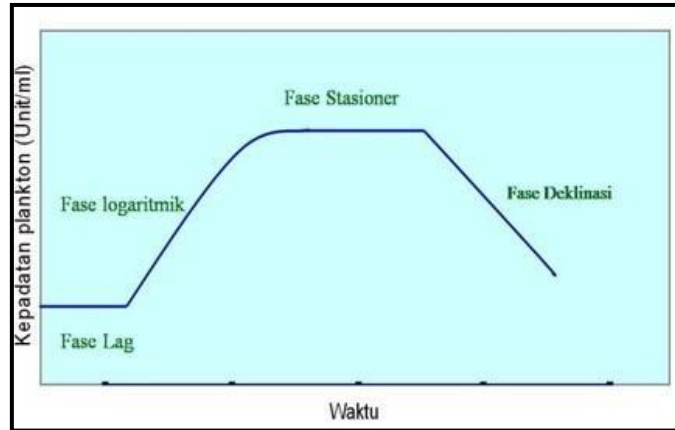
Salinitas diartikan sebagai konsentrasi total garam yang terdapat dalam air laut, dan salinitas mempengaruhi tekanan osmotik air. Menurut Cahyani *et al.* (2023), salinitas adalah faktor penting lainnya yang mempengaruhi keberadaan tumbuhan, termasuk distribusi fitoplankton. Salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton, sedangkan di perairan dengan salinitas rendah, pertumbuhan fitoplankton cenderung lebih cepat. Salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dapat menurunkan tekanan osmosis dalam sel, yang dapat mengganggu fungsi sel tersebut. Salinitas yang tinggi menghambat penyerapan nutrisi, memperlambat tercapainya kepadatan maksimum, karena energi dari nutrisi yang diserap harus dibagi antara pertumbuhan dan penyesuaian terhadap perubahan lingkungan. Fluktuasi salinitas di luar ambang batas optimal dapat menurunkan pertumbuhan mikroalga. Salinitas optimal untuk pertumbuhan *Thalassiosira* sp. adalah antara 25-35 ppt (Sanjaya, 2022).

2.3.5 Nutrien

Menurut Rahman *et al.*, (2022), fitoplankton dalam pertumbuhan dan perkembangannya membutuhkan nutrien. Konsentrasi nutrien dapat memengaruhi kelimpahan fitoplankton. Kadar nutrien di perairan apabila meningkat, maka biomassa fitoplankton akan meningkat karena kebutuhan yang diperlukan oleh fitoplankton untuk melakukan proses metabolisme tercukupi. Menurut Fakhri *et al.*, (2020), karbon, nitrogen dan fosfor merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tersebut. Nutrien merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Nutrien atau unsur hara merupakan parameter yang mendukung pertumbuhan mikroalga. Pertumbuhan mikroalga tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan makronutrien esensial yang memadai seperti karbon, nitrogen, fosfor, silikat, tetapi juga dipengaruhi oleh ketersediaan mikronutrien seperti besi, mangan, zinc, kobalt, copper yang mencukupi dan sesuai dengan kebutuhan.

2.4 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Adapun fase pertumbuhan mikroalga dibagi menjadi 4 fase yaitu fase adaptasi (Lag), fase eksponensial (Logaritmik), fase stasioner dan fase kematian.



Gambar 2. Kurva Fase Pertumbuhan *Thalassiosira* sp.
Sumber: Winasis (2011).

Menurut Ishaq et al. (2022), pertumbuhan *Thalassiosira* sp. terdiri dari beberapa fase, yaitu fase lag, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, dan fase kematian. Fase lag, atau fase adaptasi, terjadi ketika sel *Thalassiosira* sp. dimasukkan ke dalam wadah percobaan. Pada fase ini, sel-sel *Thalassiosira* sp. mulai beradaptasi dengan lingkungannya sebelum memulai pertumbuhan. Lamanya fase lag tergantung pada kemampuan sel untuk menyesuaikan diri. Perhitungan fase lag dimulai dari waktu penebaran awal, yaitu pada jam ke-0.

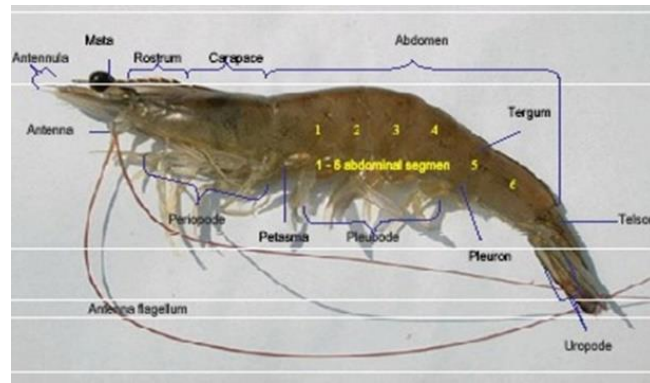
Setelah fase lag, tahap berikutnya adalah fase logaritmik. Pada fase ini, sel-sel *Thalassiosira* sp. mulai tumbuh dengan cepat dan mencapai puncak populasinya. Menurut Erlangga et al., (2021), fase logaritmik berlangsung dari hari kedua hingga hari keempat. Fase berikutnya adalah fase penurunan laju pertumbuhan, yang dikenal sebagai fase stasioner, di mana sel-sel tidak lagi tumbuh. Fase ini menandakan bahwa pertumbuhan *Thalassiosira* sp. telah mencapai akhir siklusnya. Pencahayaan yang berlebihan dalam siklus ini dapat memperlambat pertumbuhan, karena intensitas cahaya yang terlalu tinggi menyebabkan nutrisi dalam media kultur cepat habis akibat laju pertumbuhan yang terlalu cepat. Selain itu, intensitas cahaya yang berlebihan dapat merusak sel-sel klorofil, sehingga mengganggu pertumbuhan *Thalassiosira* sp.

Fase terakhir yaitu fase kematian, dimana sel mengalami kematian massal sehingga kepadatan populasi menjadi turun. Fase kematian menurut Ishaq *et al.*, (2022) ditandai dengan menurunnya kepadatan sel *Thalassiosira* sp. disebabkan oleh unsur hara yang tersedia semakin berkurang pada unsur media, sehingga unsur hara tersebut tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan sel *Thalassiosira* sp. Berkurangnya unsur hara juga menyebabkan terjadinya kompetisi antar individu dalam memanfaatkan unsur hara, ruang, cahaya, serta faktor pendukung lainnya. Kualitas air yang menurun juga menjadi penyebab penurunan kepadatan pertumbuhan sel *Thalassiosira* sp. Hal itu terjadi karena adanya sel-sel plankton yang telah mengalami kematian sehingga menyebabkan kekeruhan yang akan menghambat proses fotosintesis. Penurunan jumlah populasi sel diikuti dengan perubahan lingkungan pembudidayaan yang dipengaruhi oleh nutrien, pH, temperatur dan kondisi lingkungan lainnya.

2.5 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname

Klasifikasi udang vaname menurut Halimane dan Dian (2006) adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Subkelas	: Eumalacostraca
Superordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Dendrobranchiata
Famili	: Penaeidae
Genus	: Litopenaeus
Spesies	: <i>L. vannamei</i>



Gambar 3. Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)
Sumber: Muzahar, M. (2022).

Menurut Suyanto dan Takarina (2009), tubuh udang dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu kepala-dada (*Chepalothorax*), badan (abdomen), dan ekor. Bagian *Chepalothorax* tertutup oleh satu kelopak yang disebut karapas. Karapas mempunyai tonjolan yang meruncing ke depan dan bergerigi pada tepi-tepinya yang disebut rostrum. Di bawah rostrum terdapat sepasang mata majemuk yang bertangkai. Mulut berada di bagian bawah mata, dilengkapi dengan kelengkapan anggota kepala yang lain seperti *antenna*, *antennula*, *mandibula*, dan sebagainya. Udang vannamei memiliki sepuluh kaki yang terdiri dari lima kaki jalan dan lima kaki renang termasuk golongan *decapoda*.

2.6 Fisiologi Udang Vaname

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) masuk kedalam golongan hewan pemakan segalanya seperti bangkai (*Omnivorus scavenger*) atau pemakan detritus. Pada umumnya udang ini termasuk kedalam omnivora dilihat pada usus udang, namun cenderung lebih kearah karnivora dapat memakan seperti *crustacea* kecil dan *polychaeta* (Nurdjana dan Adisukresno, 1983). Udang dapat menyerang sesamanya dikarenakan udang sakit dan sedang mengalami *moulting*. Sifat kanibal dapat terjadi apabila pakan tidak tercukupi dan padat tebar yang tinggi dapat menimbulkan udang memakan sesama jenisnya (Nurdjana dan Ranoemihardjo, 1986).

2.7 Kebiasaan Makan Udang Vaname

Menurut Nurdjana dan Ranoemihardjo (1986) sifat alamiah yang dimiliki Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dibagi menjadi 3 yaitu nokturnal, kanibalisme dan omnivora. Secara alami udang termasuk kedalam hewan *nocturnal* yang aktif dimalam hari untuk mencari makan, sedangkan pada kondisi siang hari udang relatif dari mereka di dalam lumpur.

Perubahan bentuk dari nauplius menjadi zoea menurut Haliman dan Adijaya (2006) merupakan stadia zoea. Setelah penetasan stadia ini memerlukan waktu sekitar 40 jam hingga hasil larva memiliki ukuran 1,05 – 3,30 mm. Larva berkembang cepat dan sensitif terhadap cahaya pada stadia zoea. Pakan fitoplankton dibutuhkan pada stadia zoea ini sebagai pakan alami, sedangkan pada stadia akhir zoea membutuhkan zooplankton. Benih udang mengalami moulting sebanyak 3 kali di stadia zoea, yaitu stadia zoea 1, zoea 2, dan zoea 3. Sebelum memasuki stadia berikutnya (mysis) membutuhkan lama waktu sekitar 4-5 hari untuk proses pergantian kulit. Pada stadia ini, benih sudah dapat diberi pakan alami, seperti artemia.

Larva udang *vannamei* menurut Devianti *et al.*, (2022) memiliki nilai *survival rate* lebih tinggi karena pemberian pakan alami menggunakan *Thalassiosira* sp. Hal itu dikarenakan *Thalassiosira* sp. memiliki kandungan nutrisi dan mudah dicerna oleh larva udang vaname. Ukuran *Thalassiosira* sp. lebih kecil dan sesuai dengan bukaan mulut udang pada fase nauplius hingga zoea. Pakan alami *Thalassiosira* sp. memiliki keunggulan bagi larva diataranya cepat dicerna karena hanya memiliki satu inti sel dan tidak berantai, serta mudah dikultur.