

**PERKEMBANGAN DAN PERTUMBUHAN LARVA UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) DI DUA PANTI PEMBENIHAN UDANG DI
SITUBONDO: STUDI KASUS**

**Development and Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)
Larvae in Two Shrimp Hatcheries in Situbondo: A Case Study**

Amiqatul Fikriyah¹, Desy Febrianti^{1*}, Muhammad Chaidir Undu¹, Yunita Nurliani¹, Ach.
Khumaidi²

1 Program Studi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana, Desa
Pengembangan Kecamatan Negara Kabupaten Jembrana Bali, 822818

2 Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Saintek, Universitas Ibrahimy, Desa Sukorejo
Kecamatan Banyuputih Kabupaten Situbondo Jawa Timur, 68374

*Korespondensi email : desyfebrianti82@gmail.com

(Received 29 Desember 2022; Accepted 30 Januari 2023)

ABSTRAK

Pemberian pakan alami berupa mikroalga merupakan salah satu faktor penting dalam pembenihan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian pakan alami yang berbeda terhadap pertumbuhan dan perkembangan fase stadia larva udang vaname. Penelitian dilakukan berdasarkan studi kasus pada dua panti benih udang vaname yang terletak di Kabupaten Situbondo Jawa Timur. Penelitian dilakukan di Panti Benih A yang menggunakan pakan alami *Skeletonema* sp. yang dikombinasikan dengan zooplankton *Artemia* sp. sedangkan pada Panti Benih B pemberian pakan berupa kombinasi *Thalassiosira* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Artemia* sp. Hasil pengamatan tahap perkembangan stadia larva dan koefisien variasi ukuran pada kedua panti benih menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, akan tetapi perkembangan fase stadia larva Z₁ menuju Z₂ pada Panti Benih A membutuhkan waktu yang lebih lama dibanding Panti Benih B.

Kata Kunci: Kualitas Benur, Metamorfosis, Mikroalga, Pakan Alami, Stadia Larva

ABSTRACT

Microalgae as live food are crucial in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) hatcheries. This study aimed to evaluate the effects of different microalgae on the growth and development of white shrimp larvae. The research was conducted based on case studies at two white shrimp hatcheries in Situbondo Regency, East Java. Microalgae applied in Hatchery A is *Skeletonema* sp. which was combined with *Artemia* sp., while in Hatchery B, the microalgae were *Thalassiosira* sp., and *Chaetoceros* sp. combined with *Artemia* sp. Based on observation, there were no significant differences in larval stadia development and coefficient of variation

between the two hatcheries. However, developing the Zoea I (Z1) to Z2 stage in Hatchery A required longer than in Hatchery B.

Keywords: Fry Quality, Metamorphosis, Microalgae, Natural Food, Larvae Stadia

PENDAHULUAN

Usaha pembenihan udang vaname selama beberapa dekade terakhir terus berkembang seiring intensifikasi usaha budidaya yang terus meningkat. Ketersediaan benih udang merupakan hal penting dalam rantai produksi untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat (FAO, 2020). Ketersediaan benih udang yang berkualitas menjadi faktor pembatas keberhasilan proses produksi udang di Asia.

Selama ini penilaian kualitas benih udang yang dihasilkan di berbagai panti benih lebih banyak didasarkan pada parameter ukuran panjang dan berat. Begitu pula dengan berbagai penelitian yang lebih menitik beratkan pada performa pertumbuhan dan perkembangan juvenil dan sedikit yang di antaranya yang mengkaji secara lebih mendalam mengenai adanya potensi efek bawaan kualitas benur terhadap performa udang di tahap berikutnya (Carvalho & Calado, 2018). Saat ini parameter waktu perkembangan stadia larva (metamorfosis) mulai digunakan dalam penilaian kualitas benur karena dianggap lebih tepat digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi kualitas *post larva* dibanding ukuran. Metamorfosis merupakan fase penting bagi perkembangan avertebrata air termasuk udang (Calado *et al.*, 2022).

Pengamatan perkembangan stadia larva menjadi salah satu parameter penilaian dalam pengendalian mutu (*quality control*) yang diterapkan pada produksi benih udang (Mirzaei *et al.*, 2021). Selain faktor genetik yang diturunkan dari induk, metamorfosis juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lain di antaranya pakan alami. Pakan alami dibutuhkan segera oleh larva sesaat setelah cadangan kuning telur habis sehingga pemberian pakan alami menjadi faktor pembatas bagi kelangsungan hidup larva dan menentukan keberhasilan produksi benur.

Pemberian pakan untuk larva umumnya dimulai dengan pemberian fitoplankton Lavens and Sorgeloos, (1996); de Moraes *et al.*, (2022). Beberapa penelitian menunjukkan adanya pengaruh pemberian mikroalga terhadap performa pertumbuhan dan perkembangan stadia larva pada udang dan berbagai jenis organisme perairan. Jenis mikroalga yang banyak digunakan dalam marikultur antara lain dari kelompok diatom seperti *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros gracilis*, *C. calcitrans*, Sørensen *et al.*, (2016), *C. muelleri*, *Thalassiosira weissflogii* Tang *et al.*, (2020), *T. pseudonana* Thi Tam *et al.*, (2021), serta kelompok flagellata seperti *Tetraselmis chuii* Khatoun *et al.*, (2021) dan *Monochrysis lutheri* dan jenis alga hijau *Chlorella* spp. (FAO, 2020).

Mikroalga memiliki peran penting dalam keberhasilan akuakultur dan pengayaan (*enrichment*) zooplankton yang digunakan sebagai pakan hidup bagi larva (Jamali *et al.*, 2015). Mikroalga mulai diberikan saat larva memasuki fase akhir naupli agar pakan alami segera tersedia sesaat setelah *moulting* dan memasuki fase zoea. Setelah larva memasuki fase *mysis* pemberian fitoplankton umumnya dikombinasikan dengan zooplankton *Artemia* sp. sebagai pakan hidup (de Moraes *et al.*, 2022). Penggunaan pakan alami disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi dan ukuran pakan alami yang sesuai dengan bukaan mulut larva (Lavens and Sorgeloos, 1996).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tahapan perkembangan stadia larva pada dua panti pembenihan udang vaname yang menerapkan pemberian pakan alami mikroalga yang berbeda. Pemilihan lokasi penelitian di dua panti tersebut karena kedua panti telah menerapkan Cara Pembenihan Ikan yang Baik (CPIB) dan melakukan pengendalian mutu benur secara rutin. Dalam kajian ini juga akan dilakukan analisis variasi ukuran larva selama

dua siklus produksi dalam satu panti pembenihan serta variasi ukuran larva pada dua panti benih yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan berdasarkan studi kasus pada dua panti benih (*hatchery*) udang vaname yang terletak di Kabupaten Situbondo Jawa Timur selama dua siklus produksi (± 2 bulan). Studi kasus difokuskan pada penggunaan dua jenis pakan alami mikroalga yang berbeda yang diberikan selama pemeliharaan. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Maret s.d April 2022.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bak beton, KNO_3 , Na_2HPO_4 , FeCl_3 , Zink Sulfat, MgSO_4 , Epizim *Chaetoceros* sp *Thalassiosira* sp NaNO_3 , EDTA, KNO_3 , TSP, silikat, ADT dan bibit (*starter*).

Prosedur Penelitian

Kultur pakan alami di kedua panti benih diperoleh melalui kultur bertingkat. *Skeletonema* sp. dikultur secara massal di luar ruangan (*outdoor*) menggunakan bak beton dengan kapasitas maksimal 20 ton dengan salinitas media air 25 ppt. Pemberian pupuk untuk kultur terdiri atas KNO_3 , Na_2HPO_4 , FeCl_3 , Zink Sulfat, MgSO_4 dan Epizim. Pemakaian bibit untuk kultur massal adalah 1:10 untuk setiap volume media kultur. Kultur massal *Chaetoceros* sp. dan *Thalassiosira* sp dilakukan di luar ruangan menggunakan bak beton dengan kapasitas 35 ton. Pemberian pupuk dalam kultur skala massal terdiri atas NaNO_3 , EDTA, KNO_3 , TSP, silikat, ADT dan bibit (*starter*) dengan perbandingan 1:10 terhadap volume kultur. Panen pakan alami terbaik untuk larva udang diberikan saat pertumbuhan mikroalga berada pada fase logaritmik hingga fase puncak eksponensial yaitu 2-3 setelah kultur. Kepadatan mikroalga saat panen adalah 600.000 sel/ml untuk *Chaetoceros* sp. dan 120.000 sel/ml untuk *Thalassiosira* sp.

Parameter Penelitian

Jenis data yang diamati meliputi perkembangan stadia larva secara mikroskopis dan makroskopis, pengukuran keragaman ukuran (variasi) panjang benur, serta parameter pendukung antara lain uji ketahanan (*test stress*) dan kualitas air. Pengambilan data dilakukan pada sepuluh bak pemeliharaan pada masing-masing panti pembenihan.

Perkembangan stadia larva diamati setiap hari di bawah mikroskop. Hasil pengamatan perkembangan stadia larva dianalisis dan dijelaskan secara deskriptif dengan membandingkan data hasil pengamatan selama dua siklus pada masing-masing panti benih. Daya tahan larva diuji melalui metode *simple random sampling* pada saat benur akan dipanen melalui penurunan salinitas air dan perendaman formalin. Prosedur pengecekan uji daya tahan terhadap stress dilakukan berdasarkan SNI-01-7252-2006.

Data variasi ukuran benur dilakukan dengan metode *simple random sampling* pada lima titik yang berbeda pada masing-masing bak pemeliharaan. Ukuran benur diukur berdasarkan panjang tubuh dimulai dari ujung rostrum hingga ujung ekor. Variasi ukuran ditentukan berdasarkan panjang rata-rata udang saat panen.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$KV(\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\%$$

Keterangan :

X = hasil pengukuran panjang
 \bar{X} = panjang rata - rata
 SD = standar deviasi
 KV = koefisien variasi

Pengukuran parameter kualitas air berupa suhu, pH dan salinitas dilakukan sebanyak dua kali sehari setiap pagi dan sore, sedangkan pengambilan sampel air untuk pengukuran jumlah bakteri dilakukan setiap pagi hari.

Analisis Data

Analisis variasi ukuran larva dilakukan dengan membandingkan data panjang benur antar siklus pada masing-masing panti benih serta data variasi ukuran antar kedua panti benih. Analisis dilakukan berdasarkan uji t menggunakan perangkat SPSS versi 26 dan *Microsoft Excel*.

HASIL

Pemberian Pakan Alami

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lokasi penelitian, diketahui jenis dan dosis pemberian mikroalga sebagai berikut:

Tabel 1. Jenis, dosis dan frekuensi pemberian pakan alami berdasarkan stadia larva

Stadia Larva	Panti Benih A		Panti Benih B	
	Jenis	Dosis (sel/ml) dan Frekuensi	Jenis	Dosis (sel/ml) dan Frekuensi
N ₆	<i>Skeletonema</i> sp.	0 – 50	<i>Chaetoceros</i> sp.	10 – 50
Z ₁	<i>Skeletonema</i> sp.	50 – 70	<i>Chaetoceros</i> sp.	100 – 120
Z ₂	<i>Skeletonema</i> sp.	50 – 70	<i>Chaetoceros</i> sp.	120
Z ₃	<i>Skeletonema</i> sp.	50 – 70	<i>Chaetoceros</i> sp.	120
M ₁	<i>Skeletonema</i> sp.	50 – 70	<i>Chaetoceros</i> sp./ <i>Thalassiosira</i> sp.	100
M ₂	- <i>Skeletonema</i> sp. - <i>Artemia</i>	- 50 – 70 - 2 – 5 (naupli/ml) 3 – 4 kali/hari	<i>Chaetoceros</i> sp./ <i>Thalassiosira</i> sp.	75
M ₃	- <i>Skeletonema</i> sp. - <i>Artemia</i>	- 50 – 70 - 3 – 8 naupli/ml 3 – 6 kali/hari	- <i>Thalassiosira</i> sp. - <i>Artemia</i>	- 50 – 75 - 10 – 20 naupli/larva/hari 3 – 6 kali/hari
PL	- <i>Skeletonema</i> sp. - <i>Artemia</i>	- 50 – 70 - 6 – 20 3 – 6 kali/hari	- <i>Thalassiosira</i> sp. - <i>Artemia</i>	- 50 – 75 - 10 – 20 naupli/larva/hari 3 – 6 kali/hari

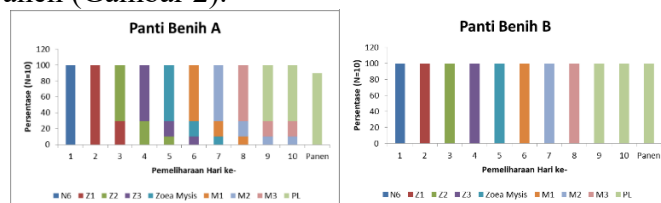
Keterangan: Mikroalga: kepadatan di bak maksimal (x10³)

Skeletonema sp. mulai diberikan sebagai pakan alami di Panti Benih A saat larva memasuki akhir stadia naupli dengan kepadatan maksimal 50.000 sel/ml *Skeletonema* sp. Selanjutnya saat memasuki stadia Z₁ *Skeletonema* sp. diberikan dengan dosis yang sama hingga stadia M₂ yakni dengan kepadatan 50.000 – 70.000 sel/ml. Penambahan kultur mikroalga ke dalam bak pemeliharaan dilakukan 2-3 kali sehari untuk menjaga ketersediaan mikroalga sesuai kebutuhan larva. Saat memasuki stadia M₂ hingga PL larva mulai diberi pakan hidup *Artemia* dengan kepadatan yang terus ditingkatkan seiring perkembangan stadia larva (Tabel 1). Prosedur pemberian pakan di Panti Benih A disesuaikan dengan prosedur operasional baku (POB) perusahaan.

Aplikasi pakan alami di Panti Benih B diberikan sesuai dengan prosedur operasional baku (POB) perusahaan serta berdasarkan SNI 7311:2009 (Tabel 1). *Chaetoceros* sp. mulai diberikan saat stadia naupli (N_6) hingga awal stadia mysis (M_2). Saat memasuki stadia mysis *Thalassiosira* sp. mulai diberikan sebagai pakan alami bersama dengan *Chaetoceros* sp.

Perkembangan Stadia Larva

Berdasarkan hasil pengamatan tahap perkembangan stadia larva pada kedua panti benih secara umum menunjukkan hasil yang tidak berbeda, akan tetapi perkembangan fase stadia Z_1 hingga Z_2 pada Panti Benih A berlangsung lebih lambat dibanding Panti Benih B. Perkembangan Z_1 menuju Z_2 pada Panti Benih A membutuhkan waktu kurang lebih tiga hari, sedangkan perkembangan stadia yang sama pada Panti Benih B hanya membutuhkan waktu dua hari. Keterlambatan perkembangan ditandai dengan lambatnya proses pembentukan rostrum pada stadia Z_1 menuju Z_2 (Gambar 1b). Adanya keterlambatan perkembangan fase stadia larva pada panti benih dapat berpengaruh terhadap persentase jumlah produksi PL dikarenakan pada umumnya larva yang tidak dapat berkembang secara optimal akan dibuang (flushing) dan tidak dipanen (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase perkembangan stadia larva berdasarkan waktu pemeliharaan

Parameter Kesehatan Naupli

Parameter kesehatan naupli di kedua panti benih diamati secara mikroskopis dan makroskopis (visual). Pengecekan kesehatan naupli secara mikroskopis meliputi perkembangan stadia larva. Pengecekan secara makroskopis dilakukan terhadap dua parameter yaitu ketahanan terhadap stres dan variasi ukuran.

Variasi ukuran

Nilai rentang koefisien variasi ukuran pada Panti Benih A pada siklus I adalah sebesar 12,0%-16,2% dengan rerata 13,7% dan siklus II 9,7%-11,9% dengan rerata 10,8%. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa variasi ukuran panen benur yang dihasilkan pada siklus I lebih beragam dibanding siklus, akan analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0,05$) pada panjang benur antar siklus I dan II pada Panti Benih A (Gambar 2a).

Perhitungan koefisien variasi ukuran benur yang dihasilkan Panti Benih B menunjukkan hasil 5,1%-13,7% dengan rerata 11,2% pada siklus I, sedangkan pada siklus II 9,7%-13,7% dengan rerata 11,1% (Tabel 2). Hasil pengukuran koefisien variasi ukuran Panti Benih B menunjukkan variasi ukuran produksi benur pada siklus I lebih beragam dibanding siklus II. Hasil tersebut tidak berbeda dengan koefisien variasi ukuran benur yang dihasilkan Panti Benih A pada periode produksi yang sama. Berdasarkan analisis statistik tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0,05$) pada panjang benur yang dihasilkan Panti Benih B pada siklus I dan II (Gambar 2b).

Tabel 2. Hasil pengukuran koefisien variasi

Panti Benih	Padat Tebar (ekor/l)	Koefisien Variasi (%)			
		Siklus I		Siklus II	
		Rentang	Rerata	Rentang	Rerata
A	110-120	12,0 – 16,2	13,7 ^a	9,7 – 11,9	10,8 ^a
B	100-120	5,1 – 13,7	11,2 ^a	9,7 – 13,7	11,1 ^a

Keterangan: ^a huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Uji ketahanan stres

Uji ketahanan terhadap stress dilakukan saat benih akan dipanen. Nilai rata-rata sintasan larva setelah uji stres salinitas 30 ppt menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p>0,05$) pada kedua panti benih. Hasil pengamatan menunjukkan ketahanan larva pada Panti Benih B sebesar 91% lebih tinggi dibandingkan sintasan pada Panti Benih A dengan sintasan 88% (Tabel 3). Berbeda dengan pengujian ketahanan terhadap perubahan salinitas, hasil pengujian ketahanan benih terhadap perendaman larutan formalin 100 ppm menunjukkan hasil yang sama pada kedua panti penih yakni sebesar 100% (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji ketahanan stress (*stress test*)

Parameter	Satuan	n	Hasil Pengukuran	
			Panti Benih A	Panti Benih B
Daya tahan terhadap:				
- Penurunan salinitas	%	7	88,0±2,5 ^a	91±2,8 ^b
- Perendaman formalin 100 ppm	%	10	100,0±0,0 ^a	100,0±0,0 ^a

Keterangan: ^{ab} huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

Parameter Kualitas Air

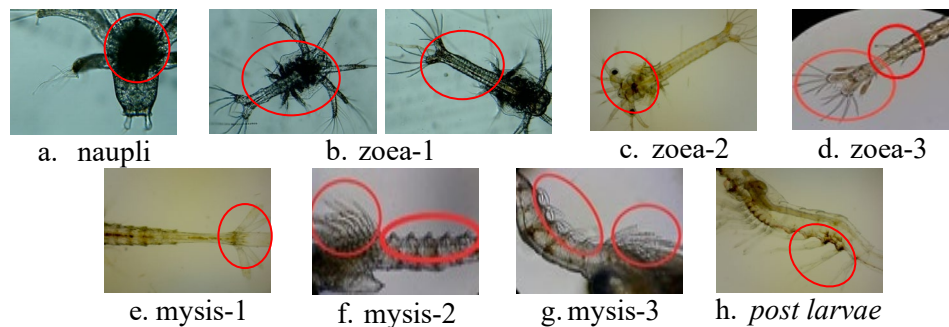
Pengukuran parameter kualitas air di kedua panti benih meliputi suhu, salinitas, pH, dan total bakteri patogen *Vibrio* spp. Hasil pengukuran parameter kualitas air selama dua siklus pemeliharaan dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Satuan	Standar (SNI 7311:2009)	Hasil Pengukuran	
			Panti Benih A	Panti Benih B
Suhu	⁰ C	29 – 32	26,5 – 28,7	29 – 32
Salinitas	ppt	29 – 34	25 – 33	29 – 32
pH	-	7,5 – 8,5	8,0 – 8,3	7,2 – 7,7
Total <i>Vibrio</i> (maks.)	cfu/ml	10 ³	478	960

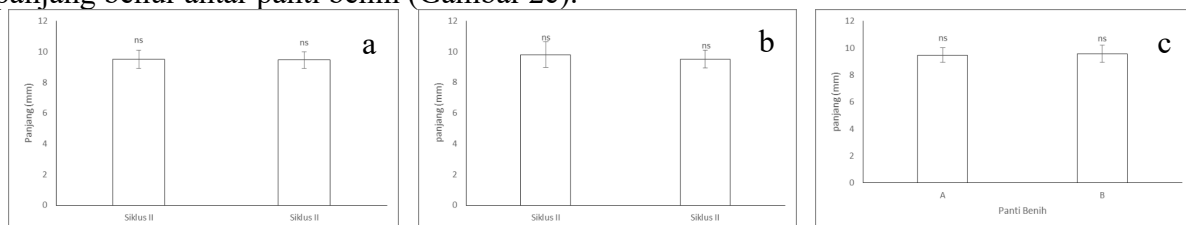
Nilai hasil pengukuran parameter kualitas air di Panti Benih A secara berurutan menunjukkan rentang suhu 26,5-28,7 ⁰C, salinitas 25-33 ppt, pH 8,0-8,3, dan total *Vibrio* 478 cfu/ml. Sedangkan rentang pengukuran parameter kualitas air di Panti Benih B secara berurutan adalah 29-32 ⁰C untuk pengukuran suhu, salinitas 29-32 ppt, pH 7,2-7,7, dan total *Vibrio* 960 cfu/ml. Parameter suhu dan salinitas pada Panti Benih A menunjukkan nilai batas bawah standar minimal kualitas air yang optimal untuk larva udang vaname, sedangkan pada Panti Benih B rentang nilai pH terendah dan tertinggi di bawah ambang batas optimal yang direkomendasikan berdasarkan SNI 7311 (2019).

Pengamatan perkembangan stadia larva dilakukan mulai dari fase nauplii hingga *post larvae*. Pengamatan perkembangan larva secara mikroskopis meliputi bentuk organ dan secara makroskopis meliputi karakteristik renang dan respon terhadap cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan tahap perkembangan stadia larva pada kedua panti benih secara umum menunjukkan hasil yang sama. Perkembangan stadia larva yang diamati di panti A dan B dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1. Perkembangan Fase Stadia Larva Udang Vaname

Walaupun hasil pengamatan perkembangan stadia larva secara mikroskopis menunjukkan pertumbuhan stadia zoea menuju mysis pada Pant Benih A lebih lambat, akan tetapi hasil analisis variasi ukuran menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0,05$) pada panjang benur antar siklus pada Pant Benih A (Gambar 2a) dan Pant Benih B (Gambar 2b). Hasil analisis statistik juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0,05$) pada panjang benur antar pant benih (Gambar 2c).



Gambar 2. Analisis variasi panjang benur a) antar siklus pada Pant Benih A; b) antar siklus pada Pant Benih B; dan c) perbandingan variasi ukuran Pant Benih A vs B

PEMBAHASAN

Pemberian pakan dan pemenuhan kebutuhan nutrisi merupakan faktor pembatas pada produksi benih udang di pant benih. Aplikasi pakan alami disesuaikan dengan kondisi larva seperti ukuran bukaan mulut, kebutuhan nutrisi Nagarajan *et al.*, (2021), serta ketersediaan kultur pakan alami di pant benih. Pemberian jenis dan jumlah pakan alami di pant benih ditentukan berdasarkan ketersediaan kultur mikroalga serta penerapan standar operasional prosedur (SOP) yang ditetapkan masing-masing pant benih.

Pemberian pakan untuk larva di kedua pant benih dimulai dengan pemberian mikroalga saat larva memasuki fase zoea dan dilanjutkan dengan kombinasi mikroalga dan *Artemia* saat larva memasuki fase mysis. Hal ini sesuai dengan prosedur standar pemberian pakan yang umum diberikan untuk larva (de Moraes *et al.*, 2022). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7311:2009 *Skeletonema* sp. dan *Chaetoceros* sp. merupakan standar mikroalga yang digunakan sebagai pakan hidup untuk udang vaname di awal perkembangan stadia larva.

Saat larva memasuki akhir fase naupli atau menjelang zoea larva di kedua pant benih langsung diberi pakan alami berupa mikroalga yang dialirkan langsung ke dalam bak pemeliharaan. Aplikasi mikroalga pada Pant Benih A berupa jenis diatom *Skeletonema* sp. yang mulai diberikan saat larva memasuki stadia N₆. Pemberian pakan selanjutnya dikombinasikan dengan *Artemia* saat larva memasuki stadia mysis-2 (M₂) hingga stadia PL. *Skeletonema* sp. merupakan mikroalga bersel tunggal yang tumbuh membentuk koloni menyerupai rantai (Kourtchenko *et al.*, 2018).

Aplikasi pakan alami di Pant Benih B menggunakan kombinasi dua jenis mikroalga yaitu *Thalassiosira* sp. dan *Chaetoceros* sp. Monokultur *Chaetoceros* sp. diberikan pertama

saat larva mulai memasuki stadia zoea. Setelah larva memasuki fase mysis *Thalassiosira* sp. mulai sebagai kombinasi pakan alami. Kombinasi pakan alami *Thalassiosira* sp. dan *Chaetoceros* sp. setelah stadia M₁₋₂ bertujuan agar larva mulai beradaptasi dengan ukuran pakan yang lebih besar seiring bertambahnya ukuran bukaan mulut. Menurut Kiatmetha et al., (2011) *Thalassiosira weissflogii* (7–10 µm) memiliki ukuran sel yang relatif lebih besar dibanding *Chaetoceros gracilis* (3–5 µm). *Chaetoceros* sp. banyak digunakan sebagai pakan alami di panti benih karena memiliki ukuran sel yang relatif kecil, kandungan nutrisi yang tinggi, pertumbuhan cepat serta mudah dikultur (Thi Tam et al., 2021).

Walaupun kedua panti benih menerapkan aplikasi jenis pakan alami yang berbeda, secara taksonomi *Skeletonema* sp. dan *Thalassiosira* sp. termasuk dalam *Skeletonemataceae*. *Skeletonema* sp., *Thalassiosira* sp. dan *Chaetoceros* sp. merupakan kelompok diatom mengandung protein, polisakarida, lipid, karbohidrat, pigmen fukosantin, *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) dan metabolit sekunder yang beragam (Bhattacharjya et al., 2020). Diatom juga memiliki kandungan asam lemak tak jenuh seperti *docosahexaenoic acid* (DHA) *eicosapentaenoic acid* (EPA) yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan udang (Thi Tam et al., 2021).

Nilai nutrisi mikroalga sebagai pakan alami dipengaruhi oleh ukuran sel, bentuk, daya cerna, komposisi dan struktur dinding sel, serta komposisi kimia sesuai yang kebutuhan nutrisi organisme target (Catarina & Xavier, 2012; Jamali et al., 2015). Menurut (Bhattacharjya et al., 2020) *Skeletonema* sp. memiliki kandungan protein (534.5 mg/g) yang paling tinggi dibanding *Chaetoceros* sp. (316.26 mg/g) dan *Thalassiosira* sp. (214.33 mg/g). Kandungan lipid berdasarkan berat kering pada *Thalassiosira* sp. merupakan yang paling kaya (52%) dibanding *Skeletonema* sp. (44%) dan *Chaetoceros* sp. (22%). Begitu pula dengan kandungan PUFA, *Thalassiosira* sp. memiliki kandungan EPA dan DHA yang paling tinggi diikuti *Chaetoceros* sp. dan *Skeletonema* sp. secara berurutan.

Penggunaan mikroalga sebagai pakan alami berpengaruh terhadap metamorfosis, sintasan, respon imun dan pigmentasi udang (de Moraes et al., 2022). Berdasarkan penelitian Huang et al., (2022) penggunaan *T. pseudonana* dalam pembenihan udang secara intensif dapat meningkatkan kualitas air dan menekan kelimpahan bakteri *Vibrio* yang berpengaruh terhadap peningkatan performa pertumbuhan. Beberapa tahun terakhir *Thalassiosira* lebih banyak digunakan di panti benih untuk menggantikan *Chaetoceros* sp. karena memiliki nilai nutrisi yang lebih baik untuk meningkatkan performa pertumbuhan dan sintasan udang (Kiatmetha et al., 2011).

Kepadatan mikroalga di bak pemeliharaan pada panti benih larva disesuaikan dengan perkembangan stadia larva. Saat stadia naupli kepadatan *Chaetoceros* sp. diberikan sebagai pakan alami dengan kepadatan 10.000 – 50.000 sel/ml. Kepadatan mikroalga terus ditingkatkan hingga akhir fase zoea (Z₃) dengan kepadatan maksimal 120.000 sel/ml (Tabel 1). Dosis *Chaetoceros* sp. yang diaplikasikan di Panti Benih B sesuai dengan SOP perusahaan yang juga mengacu pada SNI 7311:2009 tentang produksi benih udang vaname kelas benih sebar (BSN, 2009).

Peningkatan jumlah kepadatan mikroalga ke dalam bak pemeliharaan seiring perkembangan stadia bertujuan agar kebutuhan pakan untuk larva terpenuhi dengan baik. Hal ini dikarenakan seiring dengan perkembangan stadia larva udang juga mengalami pertumbuhan ukuran sehingga kebutuhan pakan juga meningkat. Kepadatan mikroalga di bak pemeliharaan dipertahankan melalui penambahan kultur sebanyak dua kali sehari berdasarkan hasil pengecekan kepadatan pada pagi dan sore hari. Kepadatan mikroalga mulai dikurangi saat memasuki fase mysis dan larva mulai diberikan pakan *Artemia* yang berukuran lebih besar.

Artemia umumnya diberikan sebagai pakan hidup menjelang akhir stadia larva PL. Penggunaan *Artemia* secara luas dalam produksi benih dikarenakan ketersediaan dan

karakteristik yang mudah diterima sebagai pakan oleh larva. *Artemia* diberikan sebagai pakan larva bersama dengan mikroalga untuk memperkaya kandungan nutrisi (*enrichment*) pakan yang diberikan (Martelli *et al.*, 2020). Pemberian *Artemia* untuk larva di kedua panti benih setelah melalui proses dekapsulasi melalui perendaman air tawar.

Terdapat perbedaan dosis dan frekuensi pemberian *Artemia* di kedua panti benih. Dosis dan frekuensi pemberian *Artemia* terus ditingkatkan seiring perkembangan stadia larva. Berdasarkan data yang diperoleh pemberian *Artemia* di Panti Benih A dimulai saat larva memasuki stadia M₂. *Artemia* mulai diberikan secara langsung saat stadia M₂ dengan kepadatan 2-5 naupli/ml yang selanjutnya menjadi 3-8 naupli/ml (M₃) dan 6-20 naupli/ml. Pemberian *Artemia* dilakukan sebanyak 3-6 kali per hari. Berbeda dengan Panti Benih A, pemberian *Artemia* untuk larva di Panti Benih B dihitung berdasarkan kepadatan larva dalam bak (naupli/larva/hari). Pemberian pakan *Artemia* dimulai saat stadia M₃ dengan kepadatan 10-20 naupli/larva/hari *Artemia*.

Setelah telur menetas larva udang bermetamorfosis melalui enam fase naupli, tiga fase zoea, tiga fase mysis dan fase post larva sebelum akhirnya menjadi juvenil (Wei *et al.*, 2014; Rojo-Arreola *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan larva berkembang mulai stadia naupli, zoea, mysis, hingga post larva. Perkembangan stadia larva di kedua panti benih secara umum sesuai dengan perkembangan stadia larva berdasarkan SNI 7311 (2009).

Naupli atau nauplius merupakan stadia awal setelah telur menetas yang terdiri dari enam substadia (N₁-N₆). Pengamatan pada stadia menunjukkan mata dan organ gerak belum terbentuk dan kantung telur (*egg yolk*) terlihat penuh (Gambar 1a). Naupli bersifat planktonik dan merespon terhadap rangsangan cahaya (fototaksis positif). Fase naupli di kedua Panti Benih Berlangsung selama dua belas hingga delapan belas jam setelah telur menetas.

Stadia zoea (Z) merupakan stadia lanjutan setelah nauplius yang terdiri dari tiga sub stadia (Z₁₋₃). Berdasarkan hasil pengamatan pada stadia Z₁ organ tubuh larva terlihat lengkap, belum muncul mata dan ekor tampak bercabang. Selanjutnya pada stadia Z₂ terlihat kedua mata dan rostrum serta saluran pencernaan tampak memanjang. Larva berenang terbalik dan bersifat fototaksis positif. Sub stadia Z₃ terlihat ekor larva berkembang berbentuk kipas dan muncul duri pada pangkal ekor (Gambar 1b-1e).

Substadia berikutnya adalah mysis (M) yang terdiri atas tiga sub stadia (M₁₋₃). Sub stadia M₁ larva tampak telah berkembang seperti udang dewasa dan pada bagian larva muncul sembulan kaki renang pada M₂. Larva kemudian berkembang menjadi sub stadia M₃ yang ditandai dengan kaki renang yang mulai memanjang dan tampak beruas-ruas (Gambar 1f-1h). Karakteristik larva pada substadia M₃ mulai menunjukkan aktivitas berenang menghentak mundur dan fototaksis positif.

Stadia setelah mysis adalah *post larva* (PL). Ciri tubuh udang pada stadia PL telah berkembang seperti udang dewasa dan kaki renang terbentuk sempurna (Gambar 1i). Saat memasuki stadia PL, udang berenang melawan arus dan cenderung berada di dinding bak pemeliharaan. Pemeliharaan PL di panti benih umumnya berlangsung sampai sepuluh hari (PL₁₋₁₀) sebelum akhirnya dipanen.

Perbedaan perkembangan larva sangat dipengaruhi komposisi biokimia pakan sementara laju sintasan lebih banyak dipengaruhi proses pemijahan (D'Souza & Loneragan, 1999; de Moraes *et al.*, 2022). Kondisi induk seperti asal dan umur juga berpengaruh terhadap performa reproduksi dan kualitas telur yang dihasilkan. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, perkembangan dan pertumbuhan larva juga berkaitan dengan ukuran pakan alami. Penelitian Jamali *et al.*, (2015) menunjukkan pemberian pakan hidup berupa *C. muelleri* dan *Isochrysis galbana* memberikan pengaruh yang lebih tinggi terhadap pertumbuhan larva udang vaname dibanding perlakuan pemberian pakan mikroalga jenis lain.

Pemberian perpaduan pakan mikroalga *C. muelleri* yang berukuran lebih kecil (3–5 µm) dengan mikroalga yang lebih besar *I. galbana* (5–12 µm) menunjukkan perkembangan stadia larva dan sintasan yang lebih baik.

Pemberian pakan berupa kombinasi beberapa jenis mikroalga memberikan pengaruh performa pertumbuhan yang lebih baik dibanding pemberian pakan monospesies. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Perkembangan stadia larva pada Panti Benih B yang menerapkan pemberian pakan dengan dua jenis mikroalga membutuhkan waktu metamorfosis lebih cepat dibanding dengan panti benih yang hanya menggunakan monospesies mikroalga sebagai pakan alami.

Keterlambatan metamorfosis larva udang berpengaruh terhadap penurunan performa pertumbuhan pada tahap selanjutnya. Larva yang mengalami keterlambatan metamorfosis cenderung memiliki ukuran tubuh lebih besar sehingga seringkali dianggap sebagai larva yang berkualitas. Hal tersebut akan berdampak pada pertumbuhan larva saat di tambak, di mana sering ditemukan larva dengan pertumbuhan yang lambat. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap udang hias *Lysmata seticaudata* menunjukkan ukuran besar disebabkan proses metabolisme yang rendah sehingga larva cenderung bergerak lambat dan lebih banyak menyimpan energi dalam jaringan. Hal ini secara tidak langsung menunjukkan adanya abnormalitas beberapa aktivitas fisiologis yang berdampak terhadap waktu pembesaran udang yang lebih lama (Calado *et al.*, 2022).

Menurut Prianto *et al.*, (2013) koefisien variasi sama dengan atau kurang dari lima belas persen ($\leq 15\%$) menunjukkan variasi pada populasi dianggap rendah, koefisien variasi 15-25%, variasi tergolong sedang, sedangkan koefisien variasi lebih dari dua puluh lima persen ($\geq 25\%$) variasi dikategorikan tinggi. Berdasarkan data koefisien variasi ukuran udang pada kedua panti benih selama dua siklus produksi menunjukkan nilai kurang dari 15%. Hal ini menunjukkan variasi benih relatif seragam.

Hasil analisis ketahanan terhadap stres pada kedua panti benih menunjukkan hasil yang berbeda nyata, meski demikian nilai rerata sintasan selama pengamatan menunjukkan hasil lebih dari 80%. Hal ini sesuai dengan kriteria kesehatan larva yang berdasarkan SNI 01-7252 BSN, (2006) benih udang vaname kelas benih tebar. Hasil uji daya tahan larva pada kedua panti benih menunjukkan larva dalam kondisi sehat, tidak mengalami stres, dan aktif berenang. Berdasarkan SNI pengujian daya tahan terhadap perendaman formalin seharusnya dilakukan dengan konsentrasi larutan 200 ppm, akan tetapi pengujian pada kedua panti menggunakan dosis yang lebih rendah yakni 100 ppm.

Kualitas air berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan dan perkembangan udang vaname (Sakas, 2016). Berdasarkan SNI kisaran suhu optimal yang direkomendasikan untuk pemeliharaan larva udang vaname berkisar 29 – 32 °C. Suhu air sangat mempengaruhi terhadap laju metabolisme yang berpengaruh juga terhadap pertumbuhan dan sintasan udang. Berdasarkan penelitian Araneda *et al.* (2020) suhu optimal untuk pertumbuhan udang vaname adalah di atas 26 °C dan laju pertumbuhan cenderung menurun seiring penurunan suhu di bawah 22 °C.

Parameter kualitas air lain seperti salinitas, pH dan total bakteri selama pemeliharaan menunjukkan berada pada rentang kisaran yang optimal untuk pemeliharaan benih udang sesuai SNI 7311:2009 (Tabel 4). Salinitas air pada Panti Benih A berkisar 25 – 33 ppt pada Panti Benih A dan 29 – 32 ppt pada Panti Benih B, sedangkan nilai pH selama pemeliharaan adalah 8,0 – 8,3 dan 7,2 – 7,7 pada Panti Benih A dan B secara berurutan. Udang vaname memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi salinitas air. Post larva udang vaname mampu bertahan pada rentang salinitas 4 – 30 ppt dan dapat tumbuh dengan baik pada nilai pH 7 – 9 (Furtado *et al.*, 2015). Parameter kualitas air lainnya berupa jumlah total bakteri *Vibrio*

menunjukkan nilai yang di bawah ambang batas atas jumlah bakteri yang membahayakan yaitu maksimal 10^3 cfu/ml sesuai SNI (BSN, 2009).

KESIMPULAN

Koefisien variasi dan perkembangan stadia larva pada Panti Benih A yang menerapkan kombinasi pakan alami mikroalga *Thalassiosira* sp., *Chaetoceros* sp. menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan Panti Benih B yang menerapkan aplikasi pakan alami monospesies berupa *Skeletonema* sp. Akan tetapi perkembangan stadia larva dari Z₁ menjadi Z₂ pada Panti Benih A membutuhkan waktu metamorfosis yang lebih lama dibanding Panti Benih B.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima disampaikan kepada pihak manajemen panti benih yang telah memberi izin dan membantu pelaksanaan pengambilan data di lokasi pengambilan sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Araneda, M., Gasca-Leyva, E., Vela, M. A., & Domínguez-May, R. (2020). Effects of Temperature and Stocking Density on Intensive Culture of Pacific White Shrimp in Freshwater. *Journal of Thermal Biology*, 94(2), 102756. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102756>
- Bhattacharjya, Raya, Kiran Marella, T., Tiwari, A., Saxena, A., Kumar Singh, P., & Mishra, B. (2020). Bioprospecting of Marine Diatoms *Thalassiosira*, *Skeletonema* and *Chaetoceros* for Lipids and Other Value-Added Products. *Bioresource Technology*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124073>
- Calado, R., Carvalho, L., Rodrigues, A. C. M., Abe, F., Patrício Silva, A. L., Soares, A. M. V. M., & Gravato, C. (2022). The Physiological Consequences of Delaying Metamorphosis in The Marine Ornamental Shrimp *Lysmata seticaudata* and its Implications for Aquaculture. *Aquaculture*, 546. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737391>
- Carvalho, L., & Calado, R. (2018). Trade-offs Between Timing of Metamorphosis and Grow-out Performance of a Marine Caridean Shrimp Juveniles and its Relevance For Aquaculture. *Aquaculture*, 492(April), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.007>
- Catarina, A., & Xavier, F. (2012). Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. In Z. Muchlisin (Ed.), *Aquaculture* (p. 390). InTech. <https://doi.org/10.5772/30576>
- D'Souza, F. M. L., & Loneragan, N. R. (1999). Effects of Monospecific and Mixed-Algae Diets on Survival, Development and Fatty Acid Composition of Penaeid Prawn (*Penaeus* spp.) Larvae. *Marine Biology*, 133(4), 621–633. <https://doi.org/10.1007/s002270050502>
- de Moraes, L. B. S., Santos, R. F. B., Gonçalves Junior, G. F., Mota, G. C. P., Dantas, D. M. de M., de Souza Bezerra, R., & Olivera Gálvez, A. (2022). Microalgae For Feeding of Penaeid Shrimp Larvae: an Overview. In *Aquaculture International*, 30(3), 1295–1313. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10499-022-00857-z>
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. In *FAO Fisheries Technical Paper*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Furtado, P. S., Fugimura, M. M. S., Monserrat, J. M., Souza, D. M., Garcia, L. de O., &

- Wasielesky, W. (2015). Acute Effects of Extreme pH and its Influences on the Survival and Biochemical Biomarkers of Juvenile White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 48(6), 417–429. <https://doi.org/10.1080/10236244.2015.1086539>
- Huang, C., Luo, Y., Zeng, G., Zhang, P., Peng, R., Jiang, X., & Jiang, M. (2022). Effect of Adding Microalgae to Whiteleg Shrimp Culture on Water Quality, Shrimp Development and Yield. *Aquaculture Reports*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100916>
- Jamali, H., Ahmadifard, N., & Abdollahi, D. (2015). Evaluation of Growth, Survival and Body Composition of Larval White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Fed the Combination of Three Types of Algae. *International Aquatic Research*, 7(2), 115–122. <https://doi.org/10.1007/s40071-015-0095-9>
- Khatoun, H., Penz, K. P., Banerjee, S., Mahmud, A. I., Rahman, M. R., Mian, S., Minhaz, T. M., & Hossain, S. (2021). Improvement of Water Quality, Survivality, Growth Performance, and Proximate Composition of *Penaeus monodon* Postlarvae Through Immobilizing *Tetraselmis chuii*. *Bioresource Technology Reports*, 15(6), 100755. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100755>
- Kiatmetha, P., Siangdang, W., Bunnag, B., Senapin, S., & Withyachumnarnkul, B. (2011). Enhancement of Survival and Metamorphosis Rates of *Penaeus monodon* Larvae by Feeding With The Diatom *Thalassiosira weissflogii*. *Aquaculture International*, 19(4), 599–609. <https://doi.org/10.1007/s10499-010-9375-y>
- Kourtchenko, O., Rajala, T., & Godhe, A. (2018). Growth of a Common Planktonic Diatom Quantified Using Solid Medium Culturing. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28129-y>
- Lavens, P., & Sorgeloos, P. (1996). Manual on The Production and Use of Live Food For Aquaculture. In *Fao Fisheries Technical Paper*.
- Martelli, A., Barbieri, E. S., Dima, J. B., & Barón, P. J. (2020). Rearing Enhancement of *Ovalipes trimaculatus* (Crustacea: Portunidae) Zoea I by Feeding on Artemia persimilis Nauplii Enriched With Alternative Microalgal Diets. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67933-3>
- Mirzaei, N., Mousavi, S. M., Yavari, V., Souri, M., Pasha-Zanoosi, H., & Rezaie, A. (2021). Quality Assessment of *Litopenaeus vannamei* Postlarvae Produced in Some Commercial Shrimp Hatcheries of Choubdeh Abadan, Iran. *Aquaculture*, 530. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735708>
- Nagarajan, D., Varjani, S., Lee, D. J., & Chang, J. S. (2021). Sustainable Aquaculture and Animal Feed From Microalgae – Nutritive value and Techno-Functional Components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150(April), 111549. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111549>
- SNI 01-7252-(2006). Standar Nasional Indonesia Benih udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) kelas benih sebar, (2006).
- SNI 7311:(2009). Standar Nasional Indonesia Produksi Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) kelas benih sebar, (2009).
- Prianto, E., Nurdawaty, S., & Kamal, M. M. (2013). Distribusi, Kelimpahan dan Variasi Ukuran Larva Ikan di Estuaria Sungai Musi. *Bawal*, 5(2), 73–79.
- Rojo-Arreola, L., García-Carreño, F., Romero, R., & Dominguez, L. D. (2020). Proteolytic Profile of Larval Developmental Stages of *Penaeus vannamei*: An activity and mRNA Expression Approach. *PLoS ONE*, 15(9), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239413>
- Sakas, A. (2016). *Evaluation of Whiteleg Shrimp (Litopenaeus vannamei) Growth and Survival in Three Salinities under RAS Conditions* (Issue August). University of Michigan.

- Sørensen, M., Berge, G. M., Reitan, K. I., & Ruyter, B. (2016). Microalga *Phaeodactylum tricornutum* in Feed for Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) -Effect on Nutrient Digestibility, Growth and Utilization of Feed. *Aquaculture*, 460, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.04.010>
- Tang, Y., Wang, R., Tan, L., Guo, L., Duan, Y., Yang, L., Jiang, S., Zhou, F., Jiang, S., & Huang, J. (2020). Effects of Live Microalgae and Algae Powder on Microbial Community, Survival, Metamorphosis and Digestive Enzyme Activity of *Penaeus monodon* Larvae at Different Growth Stages. *Aquaculture*, 526. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735344>
- Thi Tam, L., Van Cong, N., Thi Thom, L., Cam Ha, N., Thi Minh Hang, N., Van Minh, C., Thi Hoa Vien, D., & Diem Hong, D. (2021). Cultivation and Biomass Production of the Diatom *Thalassiosira weissflogii* as a Live Feed For White-Leg Shrimp in Hatcheries and Commercial Farms in Vietnam. *Journal of Applied Phycology*, 33, 1559–1577. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02371-w/Published>
- Wei, J., Zhang, X., Yu, Y., Huang, H., Li, F., & Xiang, J. (2014). Comparative Transcriptomic Characterization of the Early Development in Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *PLoS ONE*, 9(9), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106201>
- Wyban, J., Walsh, W. A., & Godin, D. M. (1995). Temperature Effects on Growth, Feeding Rate and Feed Conversion of The Pacific White Shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 138(1–4), 267–279. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)00032-1)