



**OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA**

Print ISSN: 0125-9830 Online ISSN: 2477-328X

Nomor Akreditasi: 712/AU3/P2MI – LIPI/10/2015

<http://jurnal-oldi.or.id>



**Penetapan Kadar Kalsium dalam Pakan Formulasi untuk Zoea Awal Kepiting *Scylla paramamosain***

**Determination of Calcium Concentration in Formulated Feed  
for Early Zoea Crab *Scylla paramamosain***

Idham Sumarto Pratama<sup>1</sup>, Sri Juwana<sup>2</sup> & Sandi Permadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Bio Industri Laut LIPI, <sup>2</sup>Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

Email: [idham.sumarto.pratama@lipi.go.id](mailto:idham.sumarto.pratama@lipi.go.id)

Submitted 25 November 2015. Reviewed 21 July 2016. Accepted 26 October 2016.

**Abstrak**

Proses kalsifikasi cangkang baru pascamolting pada burayak kepiting membutuhkan kalsium yang bersumber dari pakan dan air di lingkungan hidupnya. Namun, aktivitas enzim pencernaan pada fase Zoea awal belum sempurna, sehingga pakan buatan yang diberikan dalam ransum pemeliharaan burayak kepiting mungkin kurang dapat dicerna. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kalsium pada pakan formulasi terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup Zoea kepiting bakau *Scylla paramamosain* selama pemeliharaan. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2015 selama 3 hari. Zoea dipelihara dalam wadah ekoplas dengan padat penebaran 50 ind/L. Penambahan kalsium Kalzana-D dilakukan sebanyak 0 mg/g (A), 50 mg/g (B), 100 mg/g (C), 150 mg/g (D), dan 200 mg/g (E) per adonan (34.50 g) pakan formulasi, dengan 9 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Seluruh wadah ekoplas diletakkan di dalam *waterbath* bersuhu 30°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalsium 50 mg/g dapat mendukung keberhasilan Zoea I untuk berkembang ke tahap Zoea II (66%) dengan kelangsungan hidup tertinggi ( $7.6 \pm 4.98\%$ ), serta ukuran cephalothorax ( $597.69 \pm 65.81 \mu\text{m}$ ), abdomen ( $1135.39 \pm 126.47 \mu\text{m}$ ), dan telson ( $409.23 \pm 61.80 \mu\text{m}$ ) yang lebih besar dibandingkan keempat perlakuan yang lain.

**Kata kunci:** *Scylla paramamosain*, kepiting bakau, Zoea awal, kalsium, pakan formulasi.

**Abstract**

Calcification process of the new shell during postmoulting of crab fries needs calcium from food and water in the environment. However, the digestive enzymes in the early phase of zoea have not functioned perfectly yet, so the artificial feed given in the ration of crab fries may be less digestible. Therefore, in this study Enzyplex (commercial enzyme) was added to the formulated feed for rearing of crab fries (zoea at early phase). The purpose of this study was to determine the effect of calcium addition into the formulated feed on the growth and survival of mud crab *Scylla paramamosain* Zoea. The study was conducted in August 2015 for 3 days. Zoea were kept in ecoplast containers with a stocking density of 50 ind / L. Calcium-D Kalzana was added as much as 0 mg/g (A), 50 mg/g (B), 100 mg/g (C), 150 mg/g (D), and 200 mg/g (E) per batter (34.50 g) of formulated feed, with 9 replications for each treatment. All ecoplast containers were placed in a waterbath at 30°C. The results show that the addition of calcium at a dose of 50 mg/g can successfully support the growth of Zoea I into Zoea II (66%) with the highest survival rate ( $7.6 \pm 4.98\%$ ).

The size of cephalothorax ( $597.69 \pm 65.81$  m), abdomen ( $1135.39 \pm 126.47$  m), and telson ( $409.23 \pm 61.80$  m) are shown to be larger than the other four treatments.

**Keywords:** *Scylla paramamosain*, mud crab, early Zoea, calcium, formulated feed.

## Pendahuluan

Kepiting merupakan salah satu komoditas yang berkontribusi pada nilai ekspor hasil perikanan tahun 2013, yaitu sebesar 5,71% atau USD 148,46 juta setelah udang (33,10%), ikan lain (16,53%), dan kelompok tuna-tongkol-cakalang (TTC) (16, 53%) dari nilai total ekspor hasil perikanan Indonesia tahun 2013 yang mencapai USD 2,6 milyar (Pusat Data, Statistik dan Informasi KKP, 2013). Kegiatan budi daya kepiting bakau sudah banyak dilakukan meskipun belum optimal karena terkendala ketersediaan benih. Kepiting bakau masih bergantung pada benih hasil tangkapan dari alam sehingga kegiatan ini menjadi kurang berkelanjutan (Cholik, 1999; Fortes, 1999; Djunaidah et al., 2004). Uji coba pembenihan kepiting *Scylla paramamosain* telah banyak dilakukan, mulai dari teknik pemeliharaan burayak hingga pemberian ransum makanan, seperti oleh Hoang (1999), BBRPBL (2002), Susanto et al. (2006), dan Nghia et al. (2007).

Balai Besar Riset Perikanan Budi daya Laut (2002) telah berhasil memproduksi benih kepiting secara massal. Teknik produksi benih kepiting terus diteliti untuk meningkatkan hasil sampai 25% (Susanto et al., 2006). Nghia et al. (2007) berhasil meningkatkan produksi benih kepiting Crab I hingga 30% dengan rata-rata produksi 10–15% menggunakan pakan kombinasi rotifera dan nauplii *Artemia*. Gunarto dan Herlinah (2015) memberikan rotifera dan *Artemia* yang diperkaya dengan HUFA dan vitamin C kepada larva Zoea untuk menghasilkan Crab sebanyak 177 ekor dari Zoea yang dipelihara sebanyak 20.000 ekor dalam 200 L bak.

Tingkat kelangsungan hidup burayak yang rendah menjadi kendala dalam pembenihan kepiting. Kematian massal menjadi permasalahan utama dalam pemeliharaan burayak kepiting yang terjadi mulai dari fase Zoea I hingga Crab I (Quinitio et al., 2001; Thirunavukkarasu et al., 2014). Kematian massal tersebut diakibatkan oleh serangan bakteri atau *Moult Death Syndrome* (MDS) yang merupakan ketidakmampuan burayak krustasea untuk melepaskan cangkang lama sebelum cangkang barunya mengeras yang disebabkan oleh kandungan nutrisi dalam pakan yang tidak mencukupi (Macintosh & Tan, 1999).

MDS umumnya terjadi pada fase Zoea V–Megalopa, namun dapat juga terjadi pada setiap tahapan burayak kepiting (Macintosh & Tan, 1999; Thirunavukkarasu et al., 2014).

Nutrisi memiliki peranan penting dalam meningkatkan kelangsungan hidup dan perkembangan burayak kepiting bakau dalam kegiatan pembenihan (Genodepa et al., 2004; Thirunavukkarasu et al., 2014). Pemberian rotifera dan nauplii *Artemia* sebagai pakan burayak kepiting bakau yang selama ini dilakukan, diperkirakan belum memenuhi kebutuhan nutrisi burayak (Holme et al., 2007), meskipun pemberian rotifera pada fase Zoea I dapat memacu molting serta meningkatkan kelangsungan hidup burayak hingga  $78 \pm 5.54\%$  ketika mencapai fase Megalopa (Ruscoe et al., 2004). Penggunaan pakan buatan dalam diet telah dilakukan untuk memenuhi asupan nutrisi burayak, namun masih perlu pengembangan lebih lanjut dalam hal komposisi nutrisi (Genodepa et al., 2004; Holme et al., 2007; Juwana & Permadi, 2013, 2014; Thirunavukkarasu et al., 2014).

Kalsium merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan oleh krustasea. Kepiting membutuhkan kalsium untuk mengeraskan eksoskeletonnya yang baru setelah molting. Kalsium didepositkan pada cangkang yang baru dalam bentuk kalsium karbonat selama periode pascamolting (Zanotto et al., 2004; Nørum et al., 2005; Zanotto et al., 2009). Penelitian terkait penggunaan kalsium dalam diet telah dilakukan pada *post-larvae* dan juvenil *Litopenaeus vannamei* (Pan et al., 2005; Cheng et al., 2006), juvenil *Penaeus monodon* (Peñaflorida, 1999), dan juvenil lobster air tawar (Rostika et al., 2010). Penggunaan kalsium dalam diet pada burayak kepiting bakau *Scylla serrata* telah dilakukan oleh Juwana dan Permadi (2014), tetapi belum diketahui konsentrasi optimum Ca yang mendukung perkembangan burayak kepiting *S. paramamosain*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar kalsium yang berbeda dalam pakan formulasi untuk pemeliharaan larva kepiting *S. paramamosain*. Pengetahuan tentang konsentrasi optimum kalsium dalam pakan formulasi diharapkan dapat mendukung keberhasilan kegiatan produksi benih kepiting.

## Metodologi

### Sumber Burayak

Induk kepiting bakau yang mengandung telur diperoleh dari perairan pesisir Probolinggo pada 19 Juli 2015. Induk kepiting tersebut dibawa ke Laboratorium Basah Budi Daya Organisme Laut (LBBOL), Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, untuk dipelihara di dalam bak pemijahan induk kepiting yang berdasar pasir dengan volume 250 L. Sebelum dipelihara, induk disucihamakan terlebih dahulu dengan cara direndam dalam 50 ppm formalin selama 15 menit. Bak pemeliharaan diberi aerasi lalu ditutup agar tidak tembus cahaya. Pemeliharaan tidak menggunakan sistem resirkulasi, sehingga setiap hari dilakukan pergantian air sebanyak 100%. Induk kepiting diamati setiap hari hingga burayak menetas pada 26 Juli 2015. Burayak yang telah menetas dipindahkan ke dalam bak pemeliharaan burayak.

Burayak fase Zoea I dipelihara dalam bak beton keramik yang telah diisi air laut steril sebanyak 1.000 L dengan kepadatan tebar 19 individu/L. Air laut steril diperoleh melalui tahap filtrasi, klorinasi, dan paparan sinar ultraviolet. Bak pemeliharaan burayak diberi penyinaran selama 24 jam, pemberian aerasi dan pemanas air agar parameter lingkungan pemeliharaan burayak (Tabel 1) menjadi stabil dan optimal untuk perkembangan burayak Zoea I.

Setiap hari burayak diberi pakan berupa nauplii *Artemia* yang diperoleh dari 10 g telur kering yang ditetaskan, serta jus pakan formulasi sebanyak 5 g (Tabel 2). Komposisi bahan-bahan penyusun pakan formulasi diperlihatkan dalam Tabel 3. Semua bahan pakan formulasi dihaluskan dan dihomogenkan, lalu dikukus. Adonan pakan formulasi yang telah dikukus tersebut diambil

sebanyak 5 g, lalu diblender dalam 100 mL aquades hingga halus dan homogen. Jus pakan formulasi tersebut kemudian dituang ke dalam bak pemeliharaan burayak.

### Percobaan

Sebanyak 4.500 ekor burayak Zoea I yang berusia 5 hari diambil untuk kegiatan penelitian. Burayak Zoea I diberi pakan formulasi dengan 5 konsentrasi kalsium sebagai perlakuan dengan 9 kali pengulangan. Komposisi pakan formulasi percobaan diperlihatkan dalam Tabel 4. Setiap ulangan menggunakan 100 ekor burayak Zoea I yang dipelihara dalam 2 L air laut steril. Lingkungan dijaga konstan dengan cara meletakkan bak-bak ekoplas di dalam *waterbath* pada suhu 30°C, serta diberi pencahayaan 24 jam dan aerasi kuat (Juwana & Permadi, 2013). Wadah pemeliharaan burayak Zoea I untuk percobaan ini (Gambar 1) sama dengan yang dilakukan oleh Juwana dan Permadi (2013). Burayak diberi pakan setiap hari berupa nauplii *Artemia* sebanyak 15.000 ekor serta 2 mL jus dari 2 g adonan pakan formulasi percobaan yang diblender dalam 100 mL aquades. Penggantian air dilakukan setiap hari dengan cara disifon sebelum pemberian pakan. Burayak dipelihara hingga Zoea I telah berkembang menjadi Zoea II pada usia 8 hari pascamenetas. Larva Zoea I dikatakan telah berkembang menjadi Zoea II ketika memiliki 6 helai setae di ujung maxillipednya (Jantrarotai et al., 2006; Juwana & Permadi, 2014). Perkembangan larva Zoea I menjadi Zoea II pada umumnya terjadi setelah 3 hari dengan variasi 2–8 hari (Zeng & Li, 1999; Baylon, 2009; Juwana & Permadi, 2014). Dengan demikian, pengamatan pengaruh pakan formulasi terbaik dapat diketahui dari kejadian Zoea II terbanyak.

Tabel 1. Parameter kualitas lingkungan selama pemeliharaan burayak *S. paramamosain*.

Table 1. Water quality parameters during rearing of *S. paramamosain* larvae.

Parameter	This study	Reference
Temperature (°C)	29–30	29 (Permadi & Juwana, 2015) 26–30 (Gong et al., 2015)
Dissolved Oxygen (mg/L)	5.80–6.44	5.20–6.03 (Juwana & Permadi, 2014)
pH	7.99–8.03	7.80–8.00 (Juwana & Permadi, 2014)
Light intensity (Lux)	1,400–1,500	1,100–3,000 (Juwana & Permadi, 2014)

Tabel 2. Komposisi pakan formulasi untuk pemeliharaan burayak Zoea I.

Table 2. Formulated feed composition for rearing Zoea I larvae.

Ingredient	Quantity
Chicken eggs (mL)	25
Fish oil (mL)	3.7
Multi-vitamin (mL)	2.5
Spirulina powder (g)	2
Enzyplex (mg)	50
Calcium-vitamin D (mg)	50

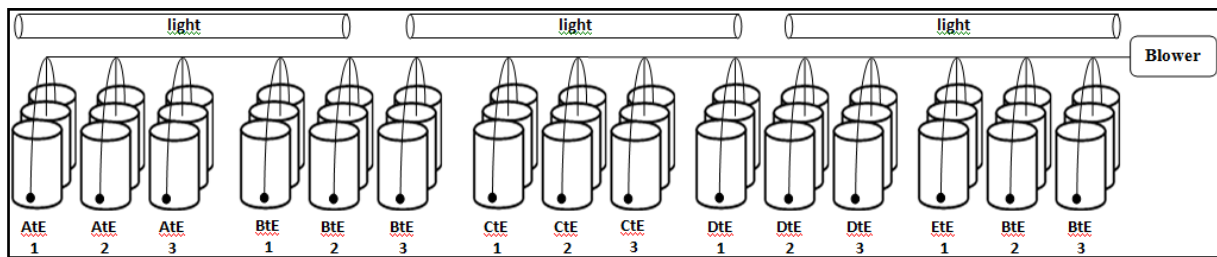
Tabel 3. Komposisi bahan-bahan penyusun pakan formulasi.

Table 3. Composition of constituent materials from formulated feed.

Ingredient	Quantity
<b>15 mL fish oil:</b>	
Cod Liver Oil	1500 mg
Capelin Oil	1500 mg
Vitamin A	850 IU
Vitamin D	85 IU
Calcium Hypophosphite	148 mg
Sodium Hypophosphite	74 mg
<b>5 mL multivitamin:</b>	
Amino Acid (AA)	15 mg
Doco Hexaeonic Acid (DHA)	10 mg
Essential Phospholipid Acid (EPA)	1 mg
L-glutamic acid	50 mg
Folic acid	100 µg
Biotin	0,2 mg
L-lysine HCL	50 mg
Vitamin B1	1,5 mg
Vitamin B2	1,5 mg
Vitamin B6	1,5 mg
Vitamin B12	2 mcg
Vitamin A	2000 IU
Vitamin C	50 mg
Vitamin D	200 IU
<b>1 tablet Calcium-vitamin D:</b>	
Calcium	100 mg
Vitamin D3	70 IU
<b>1 caplet Enzyplex:</b>	
Amylase	10.000 IU
Protease	9.000 IU
Lypase	240 IU
Desoxikholat acid	30 mg
Dimetilpolisiloksan	25 mg
Vitamin B1	10 mg
Vitamin B2	5 mg
Vitamin B6	5 mg
Vitamin B12	5 µg
Niasinamide	10 mg
Calcium pantotenat	5 mg

Tabel 4. Komposisi pakan formulasi percobaan, per adonan (34,5 g) ditambah kalsium.  
 Table 4. Composition of experimental formulated feed, per dough (34,5 g) plus calcium.

Ingredient	Formulated feed				
	A	B	C	D	E
Chicken eggs (mL)	25	25	25	25	25
Cod liver oil (mL)	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
Multi-vitamin (mL)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Spirulina powder (g)	2	2	2	2	2
Enzyplex (mg)	50	50	50	50	50
Calcium vitamin-D (mg)	0	50	100	150	200



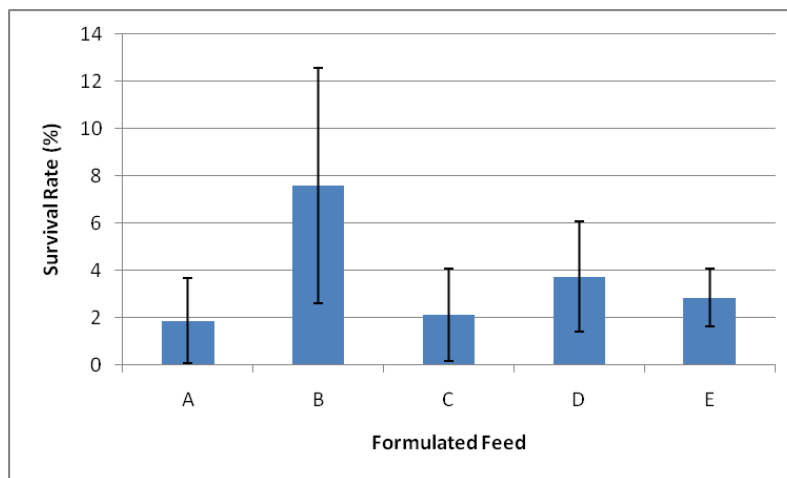
Gambar 1. Sistem pemeliharaan burayak kepiting Zoea I.  
 Figure 1. Zoea I crab larva rearing system.

Semua burayak Zoea yang masih hidup dari satu ekoplas diambil lalu dimasukkan ke dalam satu botol berlabel, kemudian diawetkan dengan 10% formalin. Jumlah Zoea I dan Zoea II dari sampel dihitung di bawah mikroskop untuk mengetahui persentase kelangsungan hidup burayak serta komposisi Zoea I dan Zoea II dari setiap perlakuan. Analisis mikroskopis selanjutnya berupa pengukuran panjang cephalothorax, abdomen, dan telson Zoea II. Pengukuran bagian tubuh burayak kepiting mengacu pada Juwana et al. (1987). Pengukuran Zoea dilakukan di bawah mikroskop dengan

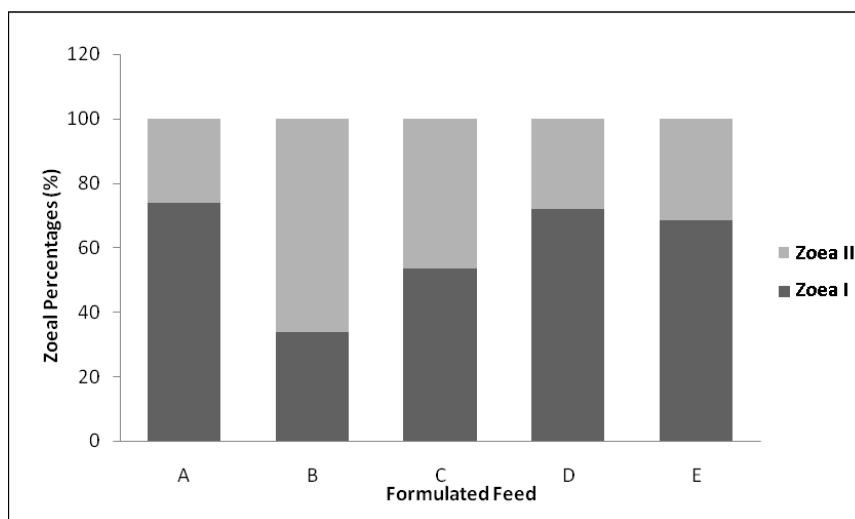
pembesaran 80 kali dengan bantuan mikrometer okuler yang telah dikalibrasi dengan mikrometer objektif.

**Hasil**

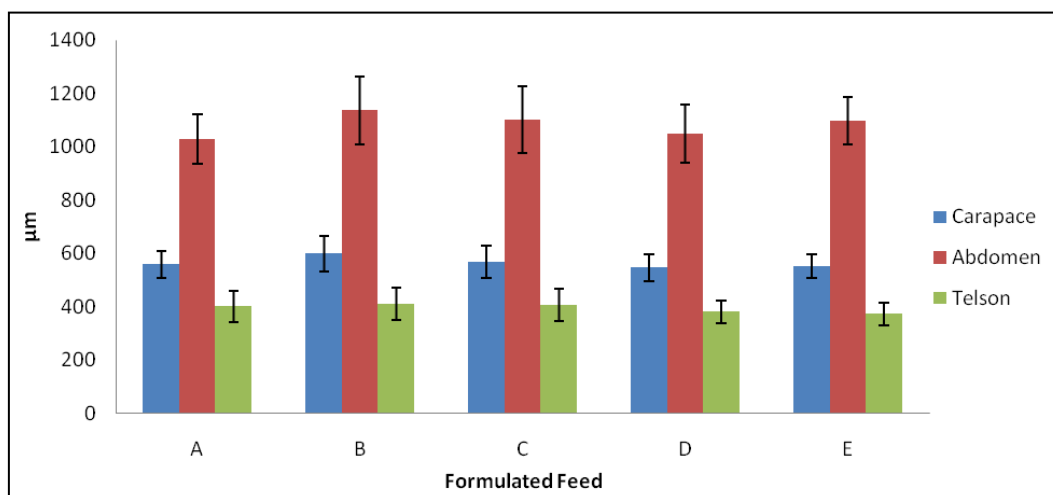
Hasil pengamatan (Gambar 2) menunjukkan bahwa pemberian pakan formulasi B (50 mg Ca/g) menghasilkan kelangsungan hidup Zoea kepiting bakau tertinggi, yaitu sebesar  $7,6 \pm 4,98\%$ .



Gambar 2. Kelangsungan hidup rata-rata Zoea I kepiting bakau.  
 Figure 2. Mean survival rate of Zoea I of mud crab.



Gambar 3. Komposisi Zoea I dan Zoea II hasil analisis sampel burayak kepiting.  
Figure 3. Composition of Zoea I and Zoea II analyzed from sample of mud crab larvae.



Gambar 4. Morfometri Zoea kepiting bakau.  
Figure 4. Zoea morphometry of mud crab.

Hasil analisis sampel burayak kepiting yang menunjukkan komposisi Zoea II tertinggi diperoleh dari pakan formulasi B (Gambar 3). Hasil pengamatan pada percobaan pertama menunjukkan bahwa pemberian pakan formulasi B menghasilkan ukuran karapas Zoea tertinggi, yaitu  $597,69 \pm 65,81 \mu\text{m}$  (Gambar 4).

### Pembahasan

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pemberian kalsium sebanyak 50 mg per adonan pakan formulasi B mampu mendukung kelangsungan hidup burayak Zoea I, sehingga dapat tumbuh dan berkembang menjadi Zoea II.

Kalsium memiliki peran yang sangat vital bagi krustasea termasuk kepiting bakau, untuk proses pengerasan eksoskeleton baru pada periode *postmoult* (Zanotto et al., 2004; Nørum et al., 2005; Zanotto et al., 2009; Tavabe et al., 2013). Selama hidupnya, Krustasea akan melepaskan eksoskeletonnya (ekdisis) secara periodik untuk dapat tumbuh dan berkembang (Wheatly, 1999; Wilder et al., 2009).

Kalsium diserap ke dalam tubuh kepiting melalui lapisan epitelium pada insang, ginjal, saluran pencernaan, kelenjar antenna, dan kutikula hipodermis (Wheatly, 1999). Asupan kalsium pascamolting dapat diperoleh dengan memakan *exuviae*, tetapi kandungan kalsium dalam *exuviae* belum mencukupi, sehingga kepiting harus



memenuhinya dari makanan atau air di lingkungannya (Wheatly, 1999; Ahearn et al., 2004; Nørum et al., 2005). *Exuviae* adalah eksoskeleton yang terlepas pascamolting. Memakan *exuviae* untuk memperoleh kalsium secara cepat akan sulit dilakukan oleh burayak Zoea I yang memiliki mulut yang kecil (Jantrarotai et al., 2006). Pada kondisi air laut kurang mencukupi kebutuhan kalsium, penyerapan kalsium melalui saluran pencernaan dapat menjadi pilihan yang tepat. Pemberian kalsium dalam pakan formulasi sudah terbukti mampu memenuhi kebutuhan kalsium untuk proses pengerasan eksoskeleton baru (Peñaflorida, 1999; Erlando et al., 2015).

Dalam studi ini, formulasi pakan tanpa kalsium dan pakan dengan tambahan kalsium di atas 50 mg dalam satu adonan (34,5 g), tidak menghasilkan pertumbuhan dan perkembangan burayak Zoea I yang terbaik. Hal tersebut diduga karena ada gangguan terhadap homeostasis kalsium dalam tubuh kepiting akibat kelebihan atau kekurangan kalsium, sebagaimana hasil pengamatan Peñaflorida (1999) dan Tavabe et al. (2013). Kepiting mampu menjaga keseimbangan kalsium dalam tubuhnya (Nørum et al., 2005; Tavabe et al., 2013). Penambahan kalsium sebanyak 50 mg merupakan konsentrasi kalsium yang optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan burayak kepiting. Insang cenderung aktif menyerap kalsium selama periode *postmoult*, sedangkan saluran pencernaan aktif menyerap kalsium selama periode *intermoult* (Wheatly, 1999; Zanotto & Wheatly, 2002). Selama periode *postmoult*, kalsium akan disimpan pada eksoskeleton untuk proses pengerasannya, kemudian akan disimpan dalam hepatopankreas dalam bentuk vesikel-vesikel granula kalsium fosfat selama periode *intermoult*. Kalsium diserap dari eksoskeleton selama periode *pre-moult* untuk selanjutnya disimpan sebagai gastrolit lalu dilepaskan kembali setelah ecdysis untuk pengerasan eksoskeleton. Proses penyerapan dan penyimpanan kalsium dari bagian tubuh kepiting tersebut terjadi melalui perantara *hemolymph* (Wheatly, 1999; Zanotto & Wheatly, 2002; Zanotto et al., 2004; Nørum et al., 2005; Zanotto et al., 2009).

Sebagian kalsium akan dilepaskan dari hepatopankreas ke dalam saluran pencernaan untuk dikeluarkan melalui feses. Pada kondisi kandungan kalsium yang semakin tinggi dalam pakan, kandungan kalsium dalam feses cenderung stabil. Hal tersebut menandakan penyerapan kalsium yang tinggi oleh tubuh kepiting (Zanotto

& Wheatly, 2002). Asupan kalsium yang terlalu tinggi mengakibatkan kondisi hiperionik kalsium dalam tubuh kepiting. Kondisi ini akan menimbulkan gangguan homeostasis terhadap unsur-unsur lain dalam tubuh kepiting, yang pada akhirnya akan mengganggu kesehatan dan pertumbuhan kepiting.

Kekurangan kalsium juga mengganggu proses pengerasan eksoskeleton baru, sehingga proses tersebut akan berlangsung lebih lama (Peñaflorida, 1999; Pan et al., 2005; Tavabe et al., 2013). Kondisi hipoionik atau hiperionik kalsium akan mempersulit keseimbangan ion kalsium dalam tubuh, sehingga energi yang dibutuhkan untuk kelangsungan proses pengerasan karapas akan lebih besar. Keseimbangan ion kalsium yang terganggu dalam tubuh kepiting pascamolting, pada akhirnya akan menyebabkan gangguan pada pertumbuhan burayak (Adegboye, 1981 in Erlando et al., 2015).

Pemberian kalsium sebanyak 50 mg dalam pakan formulasi menghasilkan ukuran morfometri Zoea yang lebih besar dibandingkan tiga perlakuan yang lain. Hal tersebut dikarenakan burayak telah memasuki fase Zoea II (Gambar 3). Burayak Zoea II kepiting bakau memiliki morfometri yang lebih besar dibandingkan Zoea I. Burayak Zoea II kepiting bakau *S. olivacea* memiliki panjang karapas  $1,55 \pm 0,013$  mm, sedangkan panjang karapas burayak Zoea I  $1,20 \pm 0,009$  mm. Ukuran burayak Zoea II dalam penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan literatur, keadaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan spesies kepiting serta sistem pemeliharaan dan pakan yang diberikan (Jantrarotai et al., 2006).

Burayak Zoea pada perlakuan B memiliki kelangsungan hidup tertinggi, sehingga selain berhasil memasuki fase Zoea II juga tidak mengalami kegagalan molting. *Moult Death Syndrome* (MDS) merupakan ketidakmampuan burayak untuk melepaskan eksoskeleton lamanya (Macintosh & Tan, 1999) yang disebabkan oleh kekurangan kandungan nutrisi dalam pakan yang diberikan. Kandungan nutrisi pada pakan formulasi B mampu memenuhi kebutuhan nutrisi burayak. Komposisi pakan formulasi dalam penelitian ini merupakan pengembangan dari formulasi Juwana dan Permadi (2014).

## Kesimpulan

Kalsium pada dosis 50 mg per adonan pakan merupakan konsentrasi optimum untuk

mendukung perkembangan burayak Zoea I kepiting bakau *S. paramamosain* ke tahap selanjutnya dengan sintasan yang tinggi. Dosis ini juga menghasilkan pertumbuhan cephalothorax, abdomen, dan telson yang lebih besar dibandingkan keempat perlakuan yang lain.

### Persantunan

Kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium Basah Budi Daya Organisme Laut (LBBOL), Pusat Penelitian Oseanografi LIPI yang didanai dari DIPA P2O LIPI dan Technopark Balai Bio Industri Laut. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Nurjamin dan Bapak Suparmo, A.Md. yang telah membantu dalam mempersiapkan laboratorium selama kegiatan penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Ahearn GA, PK Mandal & A Mandal. 2004. Calcium regulation in crustaceans during the molt cycle: a review and update. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 137: 247-257.
- Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut. 2002. Pengembangan sentra-sentra andalan untuk budidaya kepiting bakau di Indonesia dan Vietnam. In: I. Soesilo (Ed). *Australia-Indonesia Fisheries Showcase. 20 years of collaborative research*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan & Australian Center for International Agricultural Research, 31 Juli 2002, Jakarta. p. 1.
- Baylon JC. 2009. Appropriate food type, feeding schedule and *Artemia* density for the zoea larvae of the mud crab, *Scylla tranquebarica* (Crustacea:Decapoda:Portunidae). *Aquaculture*, 288: 190-195.
- Cheng K, C Hu, Y Liu, S Zheng & X Qi. 2006. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water. *Aquaculture*, 251: 472-483.
- Cholik F. 1999. Review of mud crab culture research in Indonesia. In: CP Keenan and A Blackshaw (Eds). *Proceedings of an International Scientific Forum. Mud Crab Aquaculture and Biology*. Australian Centre for International Agricultural Research, 21-24 April 1997, Darwin. p. 14-20.
- Djunaidah IS, MR Toelihere, MI Effendie, S Sukimin & E Riani. 2004. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) yang dipelihara pada substrat berbeda. *Ilmu Kelautan*, 9(1): 20-25.
- Erlando G, Rusliadi & Mulyadi. 2015. Increasing calcium oxidase (CaO) to accelerate moulting and survival rate vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Online Mahasiswa Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan Univ. Riau*, 3(1): 1-14.
- Fortes, R.D. 1999. Mud crab research and development in the Philippines: An overview. In: CP Keenan and A Blackshaw (Eds). *Proceedings of an International Scientific Forum. Mud Crab Aquaculture and Biology*. Australian Centre for International Agricultural Research, 21-24 April 1997, Darwin. p. 27-32.
- Genodepa J, PC Southgate & C Zeng. 2004. Diet particle size preference and optimal ration for mud crab, *Scylla serrata*, larvae fed microbound diets. *Aquaculture*, 230: 493-505.
- Gong J, K Yu, L Shu, H Ye, S Li, & C. Zeng. 2015. Evaluating the effects of temperature, salinity, starvation and autotomy on molting success, molting interval and expression of ecdyson receptor in early juvenile mud crab, *Scylla paramamosain*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 464: 11-17.
- Gunarto & Herlinah. 2015. Tingkat produksi crablet kepiting bakau *Scylla paramamosain* dengan pemberian pakan diperkaya dengan HUFA dan vitamin C pada fase larva. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2): 511-520.
- Hoang DD. 1999. Preliminary studies on rearing the larvae of the mud crab (*Scylla paramamosain*) in South Vietnam. In: CP Keenan and A Blackshaw (Eds). *Proceedings of an International Scientific Forum. Mud Crab Aquaculture and Biology*. Australian Centre for International Agricultural Research, 21-24 April 1997, Darwin. p. 147-152.
- Holme M, PC Southgate & C Zeng. 2007. Survival, development and growth response of mud crab, *Scylla serrata*, megalopae fed semi-purified diets containing various fish oil : corn oil ratios. *Aquaculture*, 269: 427-435.
- Jantrarotai P, K Sirisintuwanich, S Pripanapong & C Chayarat. 2006. Morphological study in zoeal stages of mud crabs: *Scylla olivacea* (Herbst, 1796). *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 40(2): 507-516.
- Juwana S, I Aswandy & MGL Panggabean. 1987. Larval development of the Indonesian blue



- swimming crab, *Portunus pelagicus* (L) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) reared in the laboratory. *Marine Research in Indonesia*, 26: 29-50.
- Juwana S & S Permadi. 2013. Pengaruh penambahan lipid pada formulasi diet terhadap sintasan dan pertumbuhan burayak rajungan *Portunus pelagicus*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 39(1): 31-48.
- Juwana S & S Permadi. 2014. Pembenuhan kepiting *Scylla serrata* dengan pakan berupa nauplii *Artemia* dan diet formulasi di bak-bak keramik, akrilik dan ekoplas. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 40(1): 43-54.
- Macintosh DJ & ESP Tan. 1999. Workshop 1: Farming systems. In: CP Keenan and A Blackshaw (Eds). *Proceedings of an International Scientific Forum. Mud Crab Aquaculture and Biology*. Australian Centre for International Agricultural Research, 21-24 April 1997, Darwin. p. 199-200.
- Nørum U, M Bodgaard, TV Pedersen & P Bjerregaard. 2005. In vivo and in vitro cadmium accumulation during the moult cycle of the male shore crab *Carcinus maenas*—interaction with calcium metabolism. *Aquatic Toxicology*, 72: 29-44.
- Pan Q, X Chen, F Li, Y Bi & S Zheng. 2005. Response of juvenile *Litopenaeus vannamei* to varying levels of calcium phosphate monobasic supplemented to a practical diet. *Aquaculture*, 248: 97-102.
- Permadi S & S Juwana. 2015. Produksi benih kepiting *Scylla paramamosain* dengan ransum nauplii *Artemia* dan diet formulasi yang mengandung *Spirulina* dan dizezym. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 41(2): 181-203.
- Peñaflorida VD. 1999. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 172: 281-289.
- Pusat Data, Statistik dan Informasi KKP. 2013. *Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2013*. Pusat Data, Statistik dan Informasi KKP, Jakarta. p. 212.
- Quinitio, E.T., F.D. Parado-Estepa, O.M. Millamena, E. Rodriguez, & E. Borlongan. 2001. Seed production of mud crab *Scylla serrata* juveniles. *Asian Fisheries Science*, 14: 161-174.
- Rostika R, I Insan & A Subakti. 2010. Peran kalsium pakan terhadap pertumbuhan yuwana lobster air tawar red claw (*Cherax quadricarinatus*) In: A Sudrajat (Ed). *Prosiding Forum Informasi Teknologi Akuakultur 2010*. Balitbang KP, 20-24 April 2010, Bandar Lampung. p. 795-801.
- Ruscoe IM, GR Williams & CC Shelley. 2004. Limiting the use of rotifers to the first zoeal stage in mud crab (*Scylla serrata* Forskål) larval rearing. *Aquaculture*, 231: 517-527.
- Susanto B, K Suwirya, I Setyadi & Zafran. 2006. Perbaikan teknik produksi benih kepiting bakau (*Scylla paramamosain*) di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol-Bali. In: *Prosiding Seminar Nasional Tahunan III Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, 27 Juli 2006, Yogyakarta. p. 428-435.
- Tavabe KR, G Rafiee, M Frinsko & H Daniels. 2013. Effects of different calcium and magnesium concentrations separately and in combination on *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larviculture. *Aquaculture*, 412-413: 160-166.
- Thirunavukkarasu, SA Nesakumari & A Shanmugam. 2014. Larval rearing and seed production of mud crab *Scylla tranquebarica* (Fabricius, 1798). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(2): 19-25.
- Nghia TT, M Wille, TC Binh, HP Thanh, N van Danh & P Sorgeloos. 2007. Improved techniques for rearing mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador 1949) larvae. *Aquaculture Research*, 38: 1539-1553.
- Wheatly MG. 1999. Calcium homeostasis in Crustacea: The evolving role of branchial, renal, digestive and hypodermal epithelia. *Journal of Experimental Zoology*, 283: 620-640.
- Wilder MN, DTT Huong, S Jasmani, V Jayasankar, T Kaneko, K Aida, T Hatta, S Nemoto & A Wigginton. 2009. Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the cuticle of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: Changes with the molt cycle. *Aquaculture*, 292: 104-110.
- Zanotto FP & MG Wheatly. 2002. Calcium balance in crustaceans: nutritional aspects of physiological regulation. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A Molecular and Integrative Physiology*, 133(3): 645-660.
- Zanotto FP, F Pinheiro, LA Brito & MG Wheatly. 2004. Some considerations on calcium homeostasis in semi-terrestrial crabs. *International Congress Series*, 1275: 89-95.

- Zanotto FP, F Pinheiro & MG e Sá. 2009. The importance of dietary calcium consumption in two species of semi-terrestrial grapsoid crabs. *Inheringia. Série Zoologia, Porto Alegre*, 99(3): 295-300.
- Zeng C & S Li. 1999. Effects of density and different combinations of diets on survival, development, dry weight and chemical composition of larvae of the mud crab *Scylla paramamosain*. In: CP Keenan and A Blackshaw (Eds). *Proceedings of an International Scientific Forum. Mud Crab Aquaculture and Biology*. Australian Centre for International Agricultural Research, 21-24 April 1997, Darwin. p. 159-166.