

PENGARUH PENAMBAHAN KALSIMUM PADA MEDIA TERHADAP SIKLUS *MOLTING* DAN PERTUMBUHAN BIOMASSA UDANG GALAH, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man)

Azam Bachur Zaidy^{*)} dan Wartono Hadie^{**)}

^{*)} Dosen STP, Program Studi Penyuluhan Perikanan Bogor
Jl. Cikaret No. 2, Bogor Selatan
E-mail: azamcult@yahoo.com

^{**)} Pusat Riset Perikanan Budidaya
Jl. Ragunan 20, Pasar Minggu, Jakarta Selatan

(Naskah diterima: 10 November 2008; Disetujui publikasi: 1 Juni 2009)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan kalsium ke dalam media dalam proses peningkatan kadar kalsium kulit dan konsumsi pakan, serta konsekuensinya bagi pertumbuhan udang. Penelitian tahap 1 dengan perlakuan dosis penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 0 mg/L, 15 mg/L, 30 mg/L, 45 mg/L, dan 60 mg/L, dengan 3 ulangan. Penelitian tahap 2 dengan perlakuan penambahan kalsium 0 mg/L, 30 mg/L, dan 60 mg/L. Parameter yang diukur meliputi kadar kalsium kulit, tingkat konsumsi pakan, laju pertumbuhan, dan efisiensi pemanfaatan pakan. Penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 15-60 mg/L meningkatkan kadar kalsium media (25,51-35,22 mg/L) dibanding dengan kontrol (18,53 mg/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kalsium Ca(OH)_2 sebanyak 30 mg/L mampu mempercepat laju peningkatan kadar kalsium kulit. Laju peningkatan kadar kalsium kulit yang lebih cepat berimplikasi terhadap peningkatan konsumsi pakan dan berkonsekuensi lanjut bagi peningkatan pertumbuhan udang. Aplikasi penggunaan kalsium Ca(OH)_2 sebanyak 15-30 mg/L untuk mempercepat proses ganti kulit udang berimplikasi terhadap pertumbuhan udang. Konsumsi pakan harian, mulai meningkat pada penambahan Ca(OH)_2 15 mg/L, dan tertinggi pada perlakuan penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 45 mg/L. Laju pertumbuhan biomassa pada media yang ditambah Ca(OH)_2 sebanyak 30 dan 60 mg/L memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Efisiensi tingkat konsumsi pakan perlakuan penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 30 mg/L lebih tinggi dibanding perlakuan penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 0 dan 60 mg/L.

KATA KUNCI: *molting*, kalsium, konsumsi pakan, pertumbuhan, udang galah

ABSTRACT: *The effect of calcium addition into culture media to the molting cycles and growth of giant prawn, Macrobrachium rosenbergii de Man. By: Azam Bachur Zaidy and Wartono Hadie*

This research was aimed to study the effect of calcium addition into culture media in order to increase husk calcium and food consumption and its consequences to prawn growth. Research phase 1 consisted of treatments of Ca(OH)_2 addition i.e. 0 mg/L, 15 mg/L, 30 mg/L, 45 mg/L, and 60 mg/L, with 3 replications for all treatments. Research phase 2 consisted of treatments of calcium addition of 0 mg/L, 30 mg/L, and 60 mg/L. The measured parameters were the rate of husk calcium, feed consumption rate, growth rate, and feed conversion ratio. The Ca (OH)_2 addition was 15-60 mg/L to increase calcium concentration in the media (25.51-35.22 mg/L) compared to the control (18.53 mg/L). Result of the research indicated that the usage of calcium

Ca(OH)₂ of 30 mg/L can accelerate the calcium deposition in prawn husk. Acceleration of calcium deposition has direct implication to the increase of FCR and thus it increases prawn growth rate. Application of calcium Ca(OH)₂ addition of 15-30 mg/L to accelerate molting process has positive effect on the growth rate of prawn. Daily food consumption rate started to increase with the addition of 15 mg/L of Ca(OH)₂, and the highest was reached at the concentration of 45 mg/L Ca(OH)₂. Growth rate of prawn biomass in culture media added with 30 and 60 mg/L of Ca(OH)₂ were significantly different (P<0.05). Better food consumption efficiency levels were achieved by the treatment of Ca(OH)₂ addition of 30 mg/L compared to the other treatments.

KEYWORDS: *molting, calcium, food consumption, growth Macrobrachium rosenbergii*

PENDAHULUAN

Dalam periode sepuluh tahun terakhir, pembesaran udang galah berkembang cukup pesat, terutama ditunjang oleh keberhasilan pembenihan udang galah dan harga jual udang galah konsumsi yang cukup tinggi yaitu Rp 45.000,-/kg ukuran 30 g/ekor. Beberapa perairan tawar memiliki pH dan alkalinitas yang rendah, dapat menghambat proses ganti kulit dan pertumbuhan udang. Pada pH di bawah 5,75; pengambilan Ca²⁺ terhambat, siklus *molting* menjadi lebih lambat, dan periode *intermolting* lebih panjang (Malley, 1980; Appelberg, 1980; Adhikari *et al.*, 2007).

Proses *molting* udang diikuti oleh pertumbuhan. Pada tahap *postmolting* terjadi proses pengerasan kulit melalui pengendapan kalsium di kulit. Kebutuhan kalsium dapat dicukupi dari makanan dan dari lingkungan (Deshimaru *et al.*, 1978; Suharso, 1999), namun peran kalsium lingkungan sangat dominan dalam proses pengerasan kulit udang (Greenway, 1974; Adhikari *et al.*, 2007). Untuk pengerasan kulit udang dibutuhkan kalsium yang cukup tinggi (Frence, 1983) dan pada lingkungan dengan kadar kalsium yang cukup, proses mineralisasi pada kulit udang selesai selama 3 hari (Avault *et al.*, 1978; Wang *et al.*, 2003).

Dalam budidaya udang galah sering ditemukan masalah yaitu pertumbuhan udang melambat dengan kulit yang lembek. Udang dapat tumbuh baik apabila proses *molting* berjalan dengan baik (Allen *et al.*, 1984) dan konsumsi pakan yang cukup (Pascual, 1983) Periode *postmolting* pada *crayfish* bergantung pada seberapa banyak kalsium yang diambil dari lingkungan untuk pengendapan dan pengerasan kulit baru (Adedboye, 1983). Laju masuk kalsium dan laju keluar H⁺ pada kepingan

sangat terhambat oleh penurunan kadar Ca²⁺ lingkungan (Cameron, 1985b). Laju maksimum pengambilan Ca²⁺ dari lingkungan sebesar 1,3 mmol kg⁻¹ jam⁻¹ (Cameron, 1985a). Untuk mengatasi permasalahan pertumbuhan serta pengerasan kulit yang lambat tersebut, ketersediaan kalsium terlarut perlu ditingkatkan untuk menunjang beberapa kali pergantian kulit.

Berkenaan dengan hal tersebut, perlu dilakukan kajian pengaruh penambahan kalsium sebagai sumber kalsium dalam mempercepat siklus *molting*, dan pertumbuhan biomassa udang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan kalsium ke dalam media sebagai sumber kalsium terhadap proses peningkatan kadar kalsium kulit dan lama siklus *molting*, serta konsekuensinya bagi pertumbuhan biomassa udang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Jurusan Penyuluhan Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan, Balai Besar Pengolahan Hasil, Deptan, Bogor dan Laboratorium Kualitas Air FPIK IPB.

Air yang digunakan untuk penelitian berasal dari sumur dangkal dengan pH 4,64 dan kadar kalsium 19,7 mg/L. Pakan pelet dengan kandungan protein 37,38%; lemak 6,09%; bahan ekstrak tanpa nitrogen 29,73%; Ca 1,44%; dan energi bruto 3.560 kcal. Sumber kalsium berasal dari Ca(OH)₂. Tokolan udang galah berasal dari hasil pemeliharaan di kolam dengan bobot 4 g per ekor. Wadah percobaan berupa akuarium 80 cm x 50 cm x 50 cm, yang disekat menjadi 10 kompartemen.

Penelitian tahap 1 menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan dosis penambahan kalsium ke dalam media

yaitu 0 mg/L, 15 mg/L, 30 mg/L, dan 45 mg/L, dan 60 mg/L. Penelitian tahap 2 menggunakan rancangan yang sama dengan perlakuan penambahan kalsium hidroksida Ca(OH)_2 sebanyak 0 mg/L, 15 mg/L, dan 60 mg/L. Akuarium diisi air dan diaerasi, kemudian setiap akuarium secara acak ditambahkan kalsium masing-masing 0 mg/L, 15 mg/L, 30 mg/L, dan 45 mg/L, dengan 3 ulangan. Setiap kompartemen diisi 1 ekor udang galah seberat 4 g. Udang diberi pakan pelet sebanyak 3% dari bobot tubuh setiap hari. Setiap 10 hari air diganti sebanyak 20%-25% dari total volume pemeliharaan.

Kadar kalsium kulit udang diukur pada *premolting*, *molting*, *postmolting* 4, 8, 10, dan 20 hari. Kadar kalsium terlarut, pH, DO, alkalinitas, dan TOM diukur setiap 7 hari sekali. Waktu *molting* udang dipantau setiap terjadi *molting*. Sisa pakan diukur 2 jam setelah pemberian pakan. Perkembangan bobot udang diukur setiap 10 hari.

Untuk membandingkan kadar kalsium kulit pada setiap fase *molting*, tingkat konsumsi pakan harian, pertumbuhan biomassa, dan efisiensi pemanfaatan pakan antar perlakuan digunakan analisis varian.

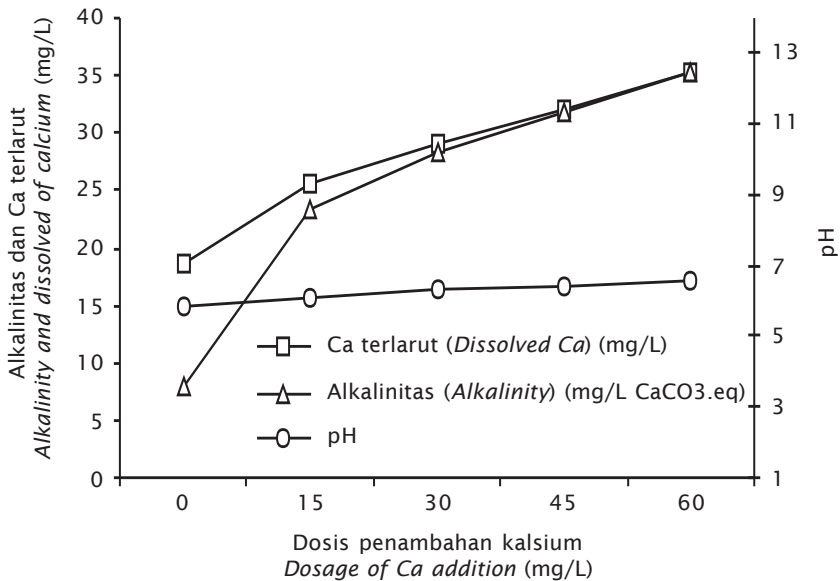
HASIL DAN BAHASAN

Kualitas Air

Hasil pemantauan dan analisis kualitas air selama percobaan tahap 1 disajikan pada Gambar 1 dan 2.

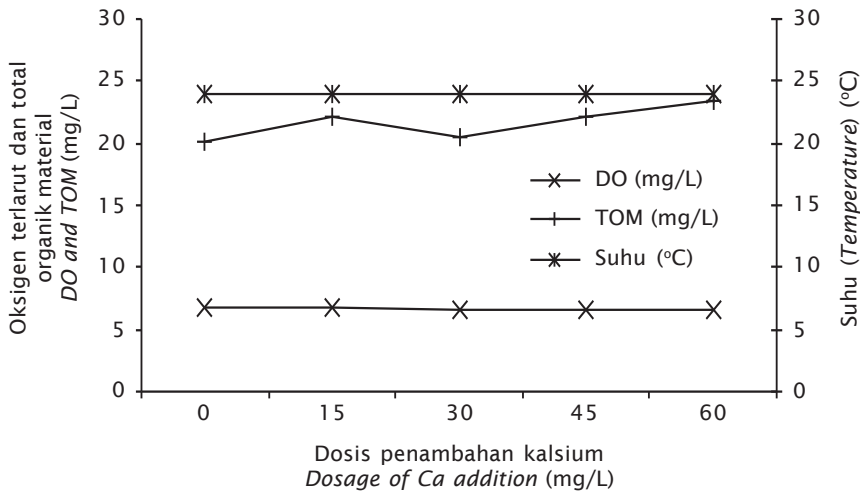
Rataan kadar kalsium terlarut dari media yang memperoleh tambahan Ca(OH)_2 berkisar antara 25,51-35,32 mg/L, sehingga menjadi lebih tinggi dari media yang tidak ditambah Ca(OH)_2 yaitu 18,53 mg/L.

Peningkatan kalsium terlarut tersebut mampu mengakibatkan peningkatan pH dan alkalinitas. Rataan pH media percobaan perlakuan penambahan kalsium 15, 30, 45, dan 60 mg/L berkisar antara 6,12-6,59; lebih tinggi sedikit ($P > 0,05$) dibanding perlakuan penambahan kalsium 0 mg/L (5,84). Sedangkan rata-rata alkalinitas perlakuan 15, 30, 45, dan 60 mg/L berkisar antara 23,39-35,23 mg/L lebih tinggi ($P < 0,05$) dibanding perlakuan kalsium 0 mg/L (7,85 mg/L). Rentang kisaran pH dan alkalinitas tersebut layak bagi kehidupan udang (Boyd, 1979; Wetzel, 2001). Hubungan antara kadar kalsium terlarut dengan tingkat dosis penggunaan Ca(OH)_2 cukup erat ($R^2 =$



Gambar 1. Kadar kalsium terlarut, alkalinitas, dan pH sebagai hasil penambahan kalsium hidroksida pada media

Figure 1. Calcium content, alkalinity, and pH of culture media as a result of Ca(OH)_2 addition



Gambar 2. Rataan suhu, oksigen, dan bahan organik terlarut selama penelitian berlangsung

Figure 2. Mean of temperature, dissolved oxygen, and dissolved organic material of culture media during research period

0,96). Peningkatan penggunaan Ca(OH)_2 dari 15 menjadi 45 mg/L mampu meningkatkan kadar kalsium terlarut dari 25,51 mg/L menjadi 32,07 mg/L. Sedangkan peningkatan penggunaan Ca(OH)_2 sebesar 60 mg/L ternyata kadar kalsium terlarut relatif tetap. Hal tersebut disebabkan semakin tinggi pH perairan, tingkat kelarutan kalsium semakin rendah.

Data kualitas air selama percobaan dapat dinyatakan bahwa (1) oksigen dan bahan organik terlarut dari media yang diberi kalsium masih dalam rentang layak untuk menunjang sintasan dan pertumbuhan udang. (2) ketersediaan kalsium terlarut, alkalinitas, dan pH dari media yang diberi kalsium meningkat sehingga akan mempengaruhi lama waktu *postmolting* dan kekerasan kulit.

Tabel 1. Rataan kadar kalsium kulit setiap tahap ganti kulit (mg/g)

Table 1. Mean of calcium concentration in the exoskeleton of giant prawn (mg/g) in each molting stage

Tahap Step	Dosis penambahan kalsium Dosage of calcium addition (mg/L)					Level perbedaan Significant level
	0	15	30	45	60	
Premolt	7.934	8.903	8.308	9.518	8.951	NS
Molting	1.875	2.514	3.648	2.963	3.295	NS
Postmolt 4 days	6.109 ^(C)	8.032 ^(B)	7.574 ^(B)	9.309 ^(A)	5.436 ^(C)	S
Postmolt 8 days	6.353 ^(C)	8.128 ^(B)	7.837 ^(B)	9.432 ^(A)	6.715 ^(C)	S
Postmolt 10 days	6.786 ^(C)	8.801 ^(AB)	8.302 ^(B)	9.515 ^(A)	8.022 ^(B)	S
Intermolt (Postmolt 20 days)	7.941 ^(C)	9.091 ^(B)	9.425 ^(AB)	10.094 ^(A)	10.095 ^(A)	S

Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (Different superscript letters in the same row are significantly different)

NS = Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$); S = Berbeda nyata ($P < 0,05$) (NS = Not significantly different ($P > 0.05$); S = Significantly different ($P < 0.05$))

Molting Udang

Ganti kulit udang galah merupakan pergantian kulit lama oleh kulit baru melalui proses-proses (1) *premolting*, (2) *molting*, (3) *postmolting*, dan (4) *intermolting*. Keberhasilan proses ganti kulit tersebut tercermin dari kadar kalsium yang dicapai secara sekuensial dari tahap ganti kulit mulai dari siap *molting*, *molting*, *postmolting*, dan siap *molting* berikutnya. Rataan kadar kalsium kulit setiap tahap ganti kulit tercantum pada Tabel 1.

Pada tahap *molting*, kadar kalsium kulit di setiap perlakuan penambahan Ca(OH)₂ mencapai tingkat terendah, yaitu 2.859 mg/g. Keberadaan kadar kalsium kulit pada tahap *molting* yang tidak berbeda nyata (P>0,05) diperkirakan terkendali oleh hormon *molting*. Setelah tahap *postmolting*, kadar kalsium kulit berbeda nyata (P<0,05) dan perlakuan

penambahan Ca(OH)₂ sebesar 45 mg/L, lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Peningkatan kadar kalsium kulit dari *molting* ke *postmolting* 20 hari tersebut mengindikasikan bahwa selama tahap *postmolting* terjadi peningkatan kadar kalsium kulit.

Peningkatan kadar kalsium kulit selama *postmolting* didukung hasil penelitian Cameron (1985a) yang menunjukkan bahwa sesaat setelah *molting*, kadar kalsium kulit kepiting adalah sebesar 3 mg/g dan pada *postmolting* 8 hari kadar kalsium kulit meningkat menjadi 30 mg/g. Hubungan antara kadar kalsium terlarut dan kadar kalsium kulit seperti halnya ditemukan oleh Greenway (1974) dan Daag *et al.* (1991) bahwa terdapat hubungan yang positif antara kadar kalsium kulit dan kadar kalsium lingkungan sejalan dengan terjadi pertukaran kalsium secara terus-menerus antara tubuh dan lingkungan.

Tabel 2. Rataan tingkat konsumsi pakan harian (g/individu) pada *postmolting* dan *intermolting*
 Table 2. Mean of consumption of daily diet (g/pcs) of giant prawn in *postmolting* and *intermolting* stages

Proses molting Molting process	Dosis penambahan kalsium Dosage of calcium addition (mg/L)					Uji statistik Statistical test
	0	15	30	45	60	
<i>Postmolt (M - M+8)</i>						
Siklus <i>molting</i> 1 <i>Molting cycles 1</i> (8 days)	0.028	0.032	0.035	0.038	0.033	NS
Siklus <i>molting</i> 2 <i>Molting cycles 2</i> (8 days)	0.022 ^(B)	0.036 ^(A)	0.036 ^(A)	0.044 ^(A)	0.039 ^(A)	S
Siklus <i>molting</i> 3 <i>Molting cycles 3</i> (8 days)	0.018 ^(B)	0.029 ^(AB)	0.031 ^(A)	0.036 ^(A)	0.031 ^(A)	S
<i>Intermolt (M+8 - Mni)</i>						
Siklus <i>molting</i> 1 <i>Molting cycles 1</i> (12 days)	0.018 ^(B)	0.031 ^(AB)	0.036 ^(A)	0.042 ^(A)	0.040 ^(A)	S
Siklus <i>molting</i> 2 <i>Molting cycles 2</i> (19 days)	0.017 ^(C)	0.023 ^(BC)	0.030 ^(AB)	0.035 ^(A)	0.031 ^(AB)	S
Siklus <i>molting</i> 3 <i>Molting cycles 3</i> (19 days)	0.018 ^(C)	0.017 ^(C)	0.027 ^(AB)	0.031 ^(A)	0.025 ^(AB)	S

Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (Different superscript letters in the same row are significantly different)
 NS = Tidak berbeda nyata (P>0,05); S = Berbeda nyata (P<0,05) (NS = Not significantly different (P> 0.05); S = Significantly different (P<0.05))

Demikian juga Malley (1980) menemukan bahwa pada tahap *postmolting* udang karang mengambil kalsium dari lingkungan untuk pengerasan kulitnya.

Konsumsi Pakan Harian

Pola konsumsi pakan harian udang dipengaruhi oleh tahapan proses *molting*. Pada tahap *premolting* dan *postmolting* konsumsi pakan menurun dan bahkan terhenti selama *molting*. Konsumsi pakan kembali normal pada tahap *intermolting* yang merupakan tahap pertumbuhan udang.

Rataan konsumsi pakan harian (RKPH) selama percobaan disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ragam rata-rata konsumsi pakan harian pada *postmolting* sampai *postmolting* 8 hari antar perlakuan pada siklus *molting* 2 dan 3 berbeda nyata ($P < 0,05$). Konsumsi pakan harian *postmolting* di setiap siklus 2 dan 3 lebih tinggi yang ditambah kalsium 30, 45, 60 mg/L dibanding yang tidak ditambah kalsium (0 mg/L). Dengan demikian konsumsi pakan terbaik adalah pada perlakuan penambahan kalsium 30, 45, dan 60 mg/L ($P < 0,05$).

Tingkat konsumsi pakan pada *intermolting* pada setiap siklus *molting* antar perlakuan penambahan kalsium berbeda nyata ($P < 0,05$). Tingkat konsumsi pakan di setiap siklus antar perlakuan penambahan kalsium lebih tinggi pada media yang ditambah kalsium 30, 45, dan 60 mg/L dibanding perlakuan yang ditambah

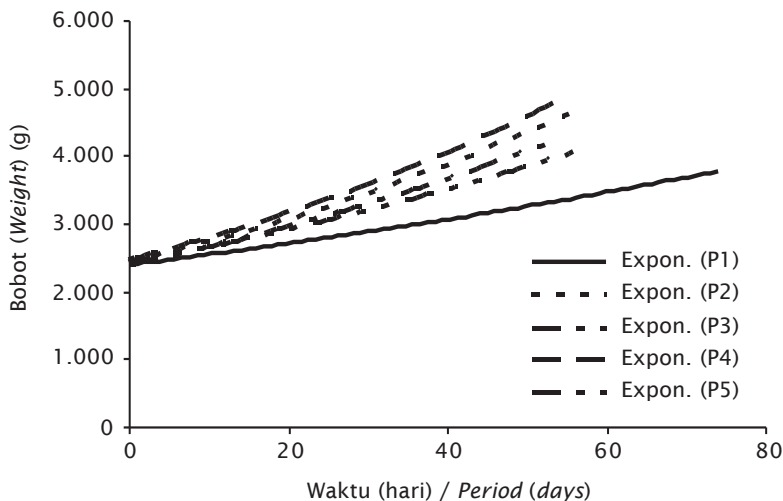
kalsium 0 dan 15 mg/L. Rataan konsumsi pakan harian perlakuan penambahan kalsium 45 mg/L secara konsisten paling tinggi/terbaik dibanding perlakuan lainnya.

Proses transfer kalsium dari hemolimf ke kulit udang melalui mekanisme transport aktif yang membutuhkan energi. Transfer kalsium ke kulit berjalan lebih cepat yang ditandai oleh laju pengendapan kalsium kulit lebih tinggi akan membutuhkan energi yang lebih besar. Kebutuhan energi yang besar ini diperoleh dari pakan yang dikonsumsi. Tingkat rata-rata konsumsi pakan harian yang tinggi pada media yang ditambah kalsium mulai dari 30 mg/L merupakan akibat kebutuhan energi yang lebih tinggi untuk mendukung laju pengendapan kalsium di kulit yang lebih cepat (Adhikari *et al.*, 2007).

Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dinyatakan bahwa, konsumsi pakan *postmolting* pada siklus *molting* 2 dan 3 lebih tinggi pada perlakuan yang ditambah kalsium, sedangkan konsumsi pakan *intermolting* pada tiap siklus *molting* lebih tinggi pada perlakuan penambahan kalsium mulai 30 mg/L.

Pertumbuhan dan Siklus Molting Udang

Hasil pemantauan bobot individu udang pada tahap *molting*, *postmolting* 2, dan 8 hari selama 3 siklus *molting*, diperoleh persamaan regresi pertumbuhan individu udang



Gambar 3. Pertumbuhan individu udang selama 80 hari penelitian
Figure 3. The growth of prawn during 80 days period of research

berbentuk logistik eksponensial dengan rumus $W_t = W_0 e^{rt}$, dengan R^2 berturut-turut sebesar 0,98; 0,96; 0,97; 0,94; dan 0,95 (Gambar 3). Laju pertumbuhan secara keseluruhan perlakuan terbagi kedalam dua kelompok yang berbeda ($P < 0,05$) yaitu kelompok dosis 0, dan 60, sedangkan kelompok kedua adalah kelompok 15, 30, dan 45. Urutan laju pertumbuhan dari yang terkecil adalah perlakuan penambahan kalsium 0, 60, 15, 30, dan 45 mg/L berturut-turut adalah 0,006; 0,009; 0,010; 0,010; dan 0,012. Laju pertumbuhan tersebut merupakan bentuk respons stimulus dari RKP. Pengaruh tingkat konsumsi pada periode siklus *molting* sesuai hasil penelitian Cittleborough (1975) maupun Daag *et al.* (1991) pada yuwana *Panulirus L* yang diberi pakan setiap hari, 2 kali seminggu dan 1 kali seminggu berakibat pada periode siklus *molting* berturut-turut yaitu 42, 31, dan 79 hari.

Hasil penelitian periode siklus *molting* selama 3 siklus *molting* disajikan pada Tabel 3.

Periode siklus *molting* 1 dan 2 antar perlakuan penambahan kalsium berbeda nyata ($P < 0,05$). Siklus *molting* 1, ternyata periode *molting* lebih cepat/baik pada perlakuan penambahan kalsium 15, 30, 45, dan 60 mg/L dibandingkan perlakuan tanda penambahan kalsium (0 mg/L). Siklus *molting* 2, ternyata periode *molting* lebih cepat, baik pada

perlakuan penambahan kalsium 30, 45, dan 60 mg/L dibandingkan perlakuan tanda penambahan kalsium (0 mg/L). Periode *molting* siklus 1 dan 2 yang berbeda tersebut disebabkan oleh laju pertumbuhan individu udang yang lebih tinggi pada media yang ditambah kalsium terutama pada kadar 30 dan 45 mg/L. Pada periode siklus *molting* 3 tidak berbeda antar perlakuan penambahan kalsium. Pada siklus *molting* 3 dengan lama percobaan telah mencapai 56-74 hari, pertumbuhan parsial udang sama mendekati bobot maksimal sehingga lama waktu siklus kulit 3 tidak berbeda nyata antarperlakuan penambahan kalsium. Hasil penelitian tersebut didukung oleh Adegboye (1983) dan Latif *et al.* (1995) yang menemukan semakin tinggi bobot krustase, periode siklus *molting* lebih lambat ($R^2 = 0,65$).

Berdasarkan uraian tersebut di atas dapat dinyatakan bahwa tingkat konsumsi pakan yang meningkat dan laju pertumbuhan individu yang lebih tinggi dapat mempercepat periode siklus *molting* 1 dan 2.

Peningkatan Biomassa

Pertumbuhan biomassa merupakan gabungan pertumbuhan individu dan stok. Laju pertumbuhan individu dan biomassa mengikuti model logistik, selama waktu tertentu mencapai maksimum selanjutnya menurun. Pertumbuhan yang menurun

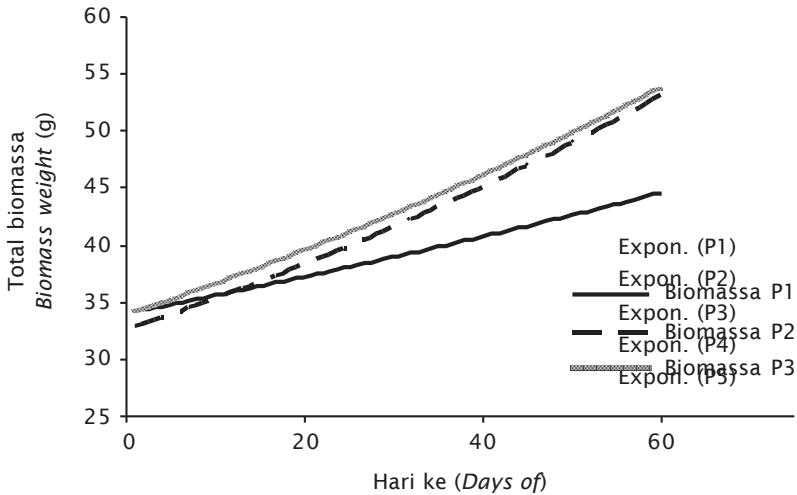
Tabel 3. Rataan lama waktu siklus *molting* 1, 2, dan 3 (hari) pada perlakuan kalsium yang berbeda

Table 3. Mean of period molting cycles 1, 2, and 3 (days) of giant prawn tested with different calcium dosages

Siklus Cycles	Dosis penambahan kalsium Dosage of calcium addition (mg/L)					Uji statistik Statistical test
	0	15	30	45	60	
Molting 1	20 ^(B)	12 ^(A)	14 ^(A)	12 ^(A)	14 ^(A)	S
Molting 2	27 ^(C)	22 ^(BC)	15 ^(A)	19 ^(AB)	21 ^(AB)	S
Molting 3	27	22	23	24	21	NS
Total (days)	74	56	52	56	56	

Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (Different superscript letters in the same row are significantly different)

NS = Tidak berbeda nyata ($P > 0,05$); S = Berbeda nyata ($P < 0,05$) (NS = Not significantly different ($P > 0.05$); S = Significantly different ($P < 0.05$))

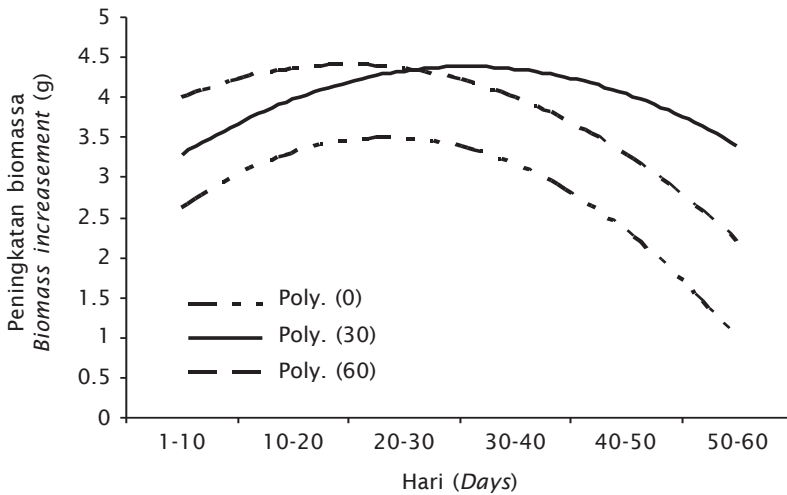


Gambar 4. Bobot biomassa udang galah pada kadar kalsium yang berbeda
 Figure 4. Biomass weight of *Macrobrachium rosenbergii* in different calcium dosage treatments

tersebut terjadi selain disebabkan tingkat konsumsi pakan juga disebabkan faktor ruang dan kualitas media, yang mulai menjadi kendala bagi pertumbuhan biomassa (Balamurungan *et al.*, 2006).

Pertumbuhan biomassa udang ketiga perlakuan penambahan kalsium tersajikan pada Gambar 4. Laju pertumbuhan biomassa

memenuhi syarat persamaan logistik. Persamaan pertumbuhan biomassa perlakuan penambahan kalsium 0, 30, dan 60 mg/L adalah $Y1 = 34.046 e^{0.003t}$, $Y2 = 32.583 e^{0.007t}$ dan $Y3 = 33.907 e^{0.007t}$ dengan nilai R^2 masing-masing adalah 0,74; 0,98; dan 0,96. Laju pertumbuhan biomassa pada media yang ditambah kalsium 0, 30, dan 60 mg/L adalah 0,003; 0,007; dan 0,007.



Gambar 5. Pola peningkatan biomassa (g) pada kadar kalsium yang berbeda
 Figure 5. Pattern of biomass increase (g) of giant prawn in different calcium dosage treatments

Hasil pemantauan peningkatan biomassa udang setiap 10 hari sekali disajikan dalam Gambar 5.

Peningkatan biomassa setiap 10 hari ketiga perlakuan penambahan kalsium secara umum memiliki pola yang sama, yaitu pada awalnya cenderung meningkat, kemudian sampai waktu tertentu menurun. Namun peningkatan biomassa maksimum antar perlakuan penambahan kalsium terjadi pada waktu yang berbeda.

Hasil analisis peningkatan biomassa setiap 10 hari perlakuan penambahan kalsium 0, 30, dan 60 mg/L berturut-turut adalah:

$$Y1 = -0,258X^2 + 14,65X + 1,407 \quad (R^2 = 0,80)$$

$$Y2 = -0,167X^2 + 11,91X + 2,260 \quad (R^2 = 0,80)$$

$$Y3 = -0,180X^2 + 9,02X + 3,279 \quad (R^2 = 0,99)$$

Persamaan kudratik tersebut dapat ditentukan waktu peningkatan biomassa maksimum yaitu dari yang tercepat perlakuan penambahan kalsium 60, 0, dan 30 mg/L

Tabel 4. Tingkat efisiensi pakan udang galah selama penelitian berlangsung
 Table 4. Food efficiency of *Macrobrachium rosenbergii* during research period

Periode Period (days)	Parameter	Dosis penambahan kalsium Dosage of calcium addition			Uji statistik Statistical test
		0	30	60	
1 - 10	TKP (food efficiency)	7.985	8.122	8.185	
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	2.309	3.285	4.045	
	Efisiensi (efficiency) (%)	28.79	40.37	48.28	NS
11 - 20	TKP (food efficiency)	6.983	6.51	8.552	
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	3.618	3.805	4.29	
	Efisiensi (efficiency) (%)	51.19	57.8	50.15	NS
21 - 30	TKP (food efficiency)	8.809	9.374	11.112	
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	4.052	4.699	4.317	
	Efisiensi (efficiency) (%)	46.03	50.03	39.54	NS
31 - 40	TKP (food efficiency)	8.486	10.563	9.531	
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	2.725	4.27	4.142	
	Efisiensi (efficiency) (%)	32.17 ^(B)	40.20 ^(AB)	43.52 ^(A)	S
41 - 50	TKP (food efficiency)	8.734	10.583	10.213	
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	1.847	3.79	3.217	
	Efisiensi (efficiency) (%)	21.01 ^(B)	36.05 ^(A)	31.59 ^(A)	S
51 - 60	TKP (food efficiency)	8.012	11.375	11.062	S
	Biomassa tumbuh Biomass of growth	1.313 ^(C)	3.540 ^(A)	2.203 ^(B)	S
	Efisiensi (efficiency) (%)	17.07 ^(B)	32.02 ^(A)	20.26 ^(B)	S

Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (Different superscript letters in the same row are significantly different)
 NS = Tidak berbeda nyata (P>0,05); S = Berbeda nyata (P<0,05) (NS = Not significantly different (P> 0.05); S = Significantly different (P<0.05))

berturut-turut adalah 25, 28, dan 35 hari (Gambar 5). Peningkatan biomassa yang mulai menurun setelah titik belok dapat disebabkan oleh kondisi kualitas air media dan konsumsi pakan.

Sehubungan data kualitas selama percobaan cukup layak untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang sehingga kondisi kualitas air selama percobaan tidak menentukan pertumbuhan biomassa udang. Kondisi yang layak selama percobaan mengidentifikasi bahwa pertumbuhan udang dalam percobaan lebih ditentukan oleh tingkat konsumsi pakan harian.

Pola efisiensi parsial tingkat pemanfaatan pakan setiap 10 hari disajikan pada Tabel 4.

Efisiensi parsial tingkat pemanfaatan pakan perlakuan penambahan kalsium 0, 30, dan 60 mg/L, yaitu tetap tinggi sampai sepuluh hari ke-3, setelah itu efisiensi tingkat pemanfaatan pakan menurun. Pada hari ke 4, 5, dan 6, efisiensi tingkat konsumsi pakan pada perlakuan penambahan kalsium 30 mg/L lebih tinggi ($P < 0,05$) dibanding perlakuan penambahan kalsium 0 dan 60 mg/L. Selama percobaan pada lingkungan yang ditambah kalsium 30 mg/L merupakan media yang lebih optimal untuk pertumbuhan udang maka proporsi energi pakan yang digunakan untuk respirasi relatif lebih kecil sehingga sisa energi tersebut dapat digunakan untuk pertumbuhan (Funge-Smith *et al.*, 1995). Dengan demikian, pemberian kalsium sebanyak 30 mg/L diharapkan dapat memberikan tingkat konsumsi pakan yang optimal sehingga laju pertumbuhan cukup bagus dan efisiensi pemanfaatan pakan cukup baik (Hasanuzzaman *et al.*, 2009).

KESIMPULAN

Penggunaan kalsium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebanyak 30 mg/L mampu mempercepat laju peningkatan kadar kalsium kulit. Laju peningkatan kadar kalsium kulit yang lebih cepat berimplikasi terhadap peningkatan konsumsi pakan dan berkonsekuensi lanjut bagi peningkatan pertumbuhan udang. Aplikasi penggunaan kalsium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebanyak 15-30 mg/L untuk mempercepat proses ganti kulit udang berimplikasi terhadap pertumbuhan udang, perlu mempertimbangkan kualitas air lainnya khususnya pH dan alkalinitas.

DAFTAR ACUAN

- Adegboye, D. 1983. Table Size And Physiological Condition of The Crayfish in Relation to Calcium Ion Accumulation. Dalam: Goldman CR, (Ed.). Avi Publishing Copm, Inc. Connecticut. Freshwater Crayfish, 5: 115-125.
- Adhikari, S., Chaurasia, V.S., Naqvi, A.A., & Pillai, B.R. 2007. Survival and Growth of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) Juvenile in Relation to Calcium Hardness and Bicarbonate Alkalinity. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 23-26.
- Allen, P.G., Botsford, C.W., Schuur, A.M., & Johnston, W.E. 1984. Bioeconomics Aquaculture. *Ecological Applications*, 8(3): 833-845.
- Appelberg, M. 1980. The effect of low pH on *Astacus astacus* L. During moult. Scandianavian crayfish symposium 1979, 9 pp.
- Avault, J.W. & Huner, J.V. 1985. Crayfish Culture in United States. Dalam: Huner, Brown (Ed.). Crustacean and Mollusc Aquaculture in United States. Avi Publishing Comp. Inc Connecticut, 61 pp.
- Balamurugan, P., Pitchaimuthu, M., & Chellam, B. 2006. Molt Related Biochemical Changes In Freshwater Prawn, *Macrobrachium Malcolmsonii* (H. Milne Edwards). *Journal of Bioscience*, 17(2): 1-8.
- Boyd, C.E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Pond. Auburn University, Agricultural Experiment Station. Auburn. Alabama, p. 82-84.
- Cameron, J.N. 1985a. Compensation of hypercapnic acidosis in the aquatic blue crab, *Callinectes sapidus*: The predominance of external sea water over carapace carbonate as the proton sink. *J. Exp. Biol.*, 114: 197-206.
- Cameron, J.N. 1985b. Post-moult calcification in the blue crab (*Callinectes sapidus*): Relationships between apparent net H^+ excretion, calcium and bicarbonate. *J.exp. Biol.*, 119: 275-285.
- Chittleborough, R. 1975. Environmental factors affectif growth and survival of juvenile western rock lobster *Panulirus longipes*. *Aust. J. Mar Freshwater Res.*, 26: 177-196.
- Dag, H., Grill, K., & Ingunn, L. 1991. Calcium Uptake From Food and Water in the Crayfish *Astacus astacus* (L., 1758), Measured

- By Radioactive ^{45}Ca (Decapoda, Astacidea). *Crustaceana*, 60(1): 76-83.
- Deshimaru, O., Kuroki, K., Sakomoto, S., & Yone, Y. 1978. Absorption of labelled calcium ^{45}Ca by prawns from seawater. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 44: 975-977.
- Frence, R.L. 1983. Response of the crayfish *Orconectes virilis* to experimental acidification of the lake with special reference to the importance of calcium. Dalam: Goldman, C.R. (Ed.). *Freshwater Crayfish V*. AVI Publ Comp, INC, Westport, p. 86-111.
- Funge-Smith, S.J., Taylor, A.C., Whitley, J., & Brown, J.H. 1995. Osmotic and ionic regulation in the giant Malaysian freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), with special reference to strontium and bromine. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 110(4): 357-365.
- Greenway, P. 1974. Calcium balance at the postmolting stage of the freshwater Crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). *J. Exp. Bio.*, 61: 35-45.
- Hasanuzzaman, A.F., Noman Siddiqui, & Chisty, A.H. 2009. Optimum Replacement of Fishmeal with Soybean Meal in Diet for *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) Cultured in Low Saline Water. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 17-22.
- Latif, M.A., Brown, J.H., & Wickins, J.F. 1995. Effects of environmental alkalinity on calcium-stimulated dephosphorylating enzyme activity in the gills of postmoult and intermoult giant freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *Comparative Biochemistry and Physiology A-Physiology*, 107(4): 597-601.
- Malley, D.F. 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in the low pH. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*
- Pascual, F.P. 1983. Nutrition and feeding of *Penaeus monodon*. Extension Manual No. 3, 3rd edition. Aquaculture Department SEAFDEC, Tigbauan, Iloilo, Philippines, 10 pp.
- Soeharso, D.S. 1999. *A Study On The Composition And Structure Of Mineral Compounds in The Cuticle of Macrobrachium rosenbergii and Penaeus monodon and Their Evolutions During the Moulting Period*. PhD Theses from JBPTITBPP. Mathematics and Natural Sciences, Institute of Technology Bandung, 212 pp.
- Wang, W.N., Wang, A.L., Wang, D.M., Wang, L.P., Liu, Y., & Sun, R.Y. 2003. Calcium, phosphorus and adenylate levels and $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ activities of prawn, *Macrobrachium nipponense*, during the moult cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 134(2): 297-305.
- Wetzel, J.E. 2001. *A Production Methods for Freshwater Prawn in Illinois Ponds*. Rural Enterprise and Alternative Development Initiative Report. Report No.10, 13 pp.