

PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM PADA MEDIA KULTUR SALINITAS RENDAH TERHADAP PERFORMA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*

THE EFFECT OF ADDED CALCIUM ON LOW SALINITY CULTURE MEDIA ON THE PERFORMANCE OF VANAME SHRIMP *Litopenaeus vannamei*

Supono*, Destriana Puspitasari, dan Munti Sarida

*Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro Gedong Meneng No. 1 Bandar Lampung 35145
Email: supono_unila@yahoo.com*

Abstrak

Kalsium merupakan salah satu makromineral yang berperan penting dalam proses pengerasan kulit udang pasca molting. Pada tambak salinitas rendah, sering mengalami kekurangan kalsium yang dapat berdampak pada kegagalan molting udang bahkan menyebabkan kematian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada media kultur salinitas rendah dengan penambahan konsentrasi mineral kalsium berbeda. Penelitian ini dilakukan pada media bersalinitas 5 ppt, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan tersebut berupa penambahan makromineral kalsium yang berbeda, yaitu: A (0 mg/L), B (50 mg/L), C (100 mg/L), dan D (150 mg/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalsium yang berbeda pada media salinitas rendah berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan udang vaname. Pertumbuhan terbaik terjadi pada perlakuan penambahan kalsium 0 mg/L (kontrol) yaitu sebesar $0,56 \pm 0,18$ g, sementara tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan terbaik terjadi pada perlakuan 50 mg/L yaitu $54,3 \pm 0,38\%$ dan $1,4 \pm 0,1$.

Kata kunci : makromineral, molting, pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup

Abstract

Calcium is one of the macrominerals that plays an important role in the process of hardening of the shrimp shell after molting. In low salinity ponds, there is often a lack of calcium which can have an impact on shrimp molting failure and even cause death. This study aimed to assess the growth, survival rate, and feed conversion ratio of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared in low salinity culture media with the addition of different concentrations of calcium minerals. This study was conducted on 5 ppt salinity media, using a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatment was the addition of different calcium macrominerals, namely: A (0 mg/L), B (50 mg/L), C (100 mg/L), and D (150 mg/L). The results showed that the addition of different calcium in low salinity media affected the growth, survival rate, and feed conversion ratio of vaname shrimp. The best growth occurred in the 0 mg/L calcium treatment (control) which was 0.56 ± 0.18 g, while the best survival rate and feed conversion occurred in the 50 mg/L treatment which was $54.3 \pm 0.38\%$ and 1.4 ± 0.1 .

Keywords : macromineral, molting, growth rate, survival rate

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan Indonesia bernilai ekonomis tinggi. Udang vaname bersifat *euryhaline* atau dapat

hidup dalam rentang salinitas lebar, yaitu 0,5-40 ppt (Anisa *et al.*, 2021) sehingga dapat memberikan peluang dalam pengembangan komoditas ini di perairan darat (*inland water*). Upaya pengembangan komoditas yang dapat dilakukan dengan

memanfaatkan sifat *euryhaline* udang vaname adalah budidaya udang pada perairan salinitas rendah.

Budidaya udang salinitas rendah dapat dilakukan di daerah yang jauh dari sumber air laut karena mengandalkan air tawar sebagai media budidaya. Menurut Tahe et al. (2011), beberapa daerah di Indonesia memiliki tambak yang berjarak 2-3 km dari pantai dan bersalinitas rendah bahkan 0 ppt.

Namun, pada praktiknya budidaya udang salinitas rendah juga memiliki kendala yang dihadapi, yaitu rendahnya kadar mineral perairan yang dapat menghambat proses pergantian kulit dan pertumbuhan udang. Oleh sebab itu, dibutuhkan mineral dalam jumlah yang sesuai untuk menunjang kegiatan budidaya udang vaname pada salinitas rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan mineral kalsium dalam media kultur salinitas rendah. Kalsium merupakan makro mineral yang berperan dalam proses pengerasan kulit udang, metabolisme, hormonal udang serta dibutuhkan oleh tubuh udang sebagai kofaktor (Zufadhillah et al., 2018). Pada budidaya udang vaname, keberadaan kalsium akan mempercepat proses molting udang sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada media kultur salinitas rendah dengan penambahan mineral kalsium (Ca).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2021 bertempat di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan dan alat yang digunakan meliputi: udang vaname PL₁₀ dengan bobot awal 0,02 gram, air laut, air tawar, kaporit, kalsium karbonat (CaCO₃), pakan komersial dengan kandungan protein 41%, wadah berupa kontainer bervolume 70 L dengan ukuran 61 cm x 42,5 cm x 38 cm, DO meter, pH meter, blower, selang dan batu aerasi, *refractometer*, dan timbangan digital.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yang terdiri dari: Perlakuan A : tanpa penambahan Ca; Perlakuan B : penambahan Ca 50 mg/L; salinitas 5 ppt + penambahan kalsium 50 mg/L; Perlakuan C : Penambahan Ca 100 mg/L : salinitas 5 ppt + penambahan kalsium

100 mg/L; Perlakuan D : Penambahan Ca 150 mg/L

Variabel yang diamati meliputi pertumbuhan berat mutlak atau *growth rate* (GR), laju pertumbuhan spesifik atau *specific growth rate* (SGR), tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR), dan rasio konversi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR). Parameter kualitas air yang diukur meliputi: suhu, pH, oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*), dan amoniak. Data pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan diuji secara statistik menggunakan Anova dan uji lanjut Duncann dengan bantuan program SPSS 25.0. Data kualitas air (suhu, pH, DO, dan amoniak) dianalisis secara deskriptif.

Penurunan salinitas media dilakukan dengan penambahan air tawar dengan menggunakan rumus pengenceran :

$$S_n = \frac{(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2)}{V_1 + V_2}$$

Keterangan : S_n = salinitas yang dikehendaki; S_1 = salinitas air laut; S_2 = salinitas air tawar; V_1 = volume air laut; V_2 = volume air tawar;

Pertumbuhan berat mutlak udang dihitung menggunakan rumus Zokaeifar et al. (2012):

$$GR = W_t - W_0$$

Keterangan : GR = pertumbuhan berat mutlak (g); W_t = berat rata-rata akhir (g); W_0 = berat rata-rata awal (g)

Laju pertumbuhan spesifik udang dihitung menggunakan rumus Zokaeifar et al. (2012):

$$SGR = 100 \left[\sqrt[n]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right]$$

Keterangan : SGR = laju pertumbuhan spesifik(%); W_t = berat rata-rata akhir (g); W_0 = berat rata-rata awal (g); N = lama pemeliharaan

Tingkat kelangsungan hidup udang dihitung menggunakan rumus Sang & Fotedar (2004):

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan : SR = tingkat kelangsungan hidup(%); N_t = jumlah udang akhir (ekor); N_0 = Jumlah udang awal (ekor)

Rasio konversi pakan udang dihitung menggunakan rumus:

$$FCR = \frac{F}{B_t - B_0}$$

Keterangan : FCR = rasio konversi pakan; F = total pakan yang diberikan (g); B_t = biomassa udang akhir (g); B₀ = biomassa udang awal (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan berat mutlak udang vaname pada masing-masing perlakuan penambahan kalsium memiliki nilai berkisar 0,33 gram sampai dengan 0,56 gram. Berdasarkan uji Anova dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa penambahan kalsium yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan udang vaname. Perlakuan tanpa penambahan kalsium memberikan nilai pertumbuhan tertinggi sebesar 0,56 gram (A) dan diikuti oleh penambahan kalsium 50 mg/L (B) dengan nilai 0,42 gram, penambahan kalsium 100 mg/L (C) sebesar 0,37 gram, dan nilai terendah terdapat pada perlakuan penambahan kalsium 150 mg/L (D) sebesar 0,33 gram. Hasil pengamatan pertumbuhan berat mutlak udang vaname setelah dilakukan pemberian mineral kalsium dengan dosis berbeda selama 40 hari pemeliharaan disajikan pada Gambar 1.

Laju pertumbuhan spesifik udang vaname pada masing-masing perlakuan penambahan kalsium memiliki nilai berkisar 6,87±0,11% sampai dengan 8,25±0,83%. Pada penelitian ini, perlakuan tanpa penambahan kalsium memberikan nilai tertinggi sebesar 8,25% (A) dan diikuti oleh penambahan kalsium 50 mg/L (B) dengan nilai 7,57%, penambahan kalsium 100 mg/L (C) sebesar 7,30%, dan nilai terendah terdapat pada perlakuan penambahan kalsium 150 mg/L (D) sebesar 6,87%. Hasil pengamatan laju pertumbuhan spesifik udang vaname setelah dilakukan pemberian mineral kalsium dengan dosis berbeda selama 40 hari pemeliharaan disajikan pada Gambar 2.

Kalsium merupakan makro mineral yang berperan dalam proses metabolisme tubuh dalam hal mengatur permeabilitas membran sel dan mengatur masukan zat-zat nutrisi oleh sel. Apabila jumlah kalsium terpenuhi, maka proses metabolisme dalam tubuh tidak akan terganggu. Kelebihan atau kekurangan kalsium pada media pemeliharaan akan berdampak terhadap

menurunnya laju pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan penelitian Scabra et al. (2016) bahwa ikan sidat yang dipelihara pada media yang ditambahkan kalsium dengan dosis 150 mg/L menunjukkan nilai pertumbuhan yang lebih rendah dibanding pemeliharaan pada media yang ditambahkan kalsium dengan dosis 50 mg/L. Hal tersebut diduga karena adanya respon stress yang terlalu tinggi pada media berkalsium tinggi. Konsentrasi Kalsium yang berlebihan juga dapat menghambat penyerapan ion magnesium (Boyd, 2018).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Erlando et al. (2016), penambahan kalsium sebanyak 75 mg/L memberikan hasil terbaik dengan nilai pertumbuhan berat mutlak sebesar 1,31 gram. Ketersediaan kalsium yang tercukupi akan membantu dalam proses pembentukan dan pengerasan kulit udang yang baru serta percepatan proses pemulihan udang pasca molting sehingga pertumbuhan udang akan meningkat.

Kalsium diabsorpsi melalui mekanisme ketidakjenuhan (*non saturable mechanism*) yang tergantung pada vitamin D dan ditandai oleh suatu transfer yang bersifat difusi. Menurut Roshaliza & Nurul (2020), mekanisme udang dalam penyerapan kalsium dan garam-garam organik berasal dari kulit udang, pakan, dan lingkungan, yaitu masuk melalui insang secara pasif kemudian menuju ke usus, kelenjar antenal (ginjal), hemolimfe, dan ke seluruh tubuh atau lapisan sel epitel integumen. Setelah waktu tertentu, kadar kalsium dalam tubuh udang menjadi jenuh sehingga akan terjadi proses molting.

Tingkat Kelangsungan Hidup

Data tingkat kelangsungan hidup udang vaname pada masing-masing tersaji pada Gambar 3. Berdasarkan uji Anova dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa penambahan kalsium yang berbeda berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname selama 40 hari pemeliharaan. Perlakuan penambahan kalsium 50 mg/L memberikan nilai tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 54,3%±3,8 (B) dan diikuti oleh perlakuan tanpa penambahan kalsium (A) dengan nilai 47,7±6,7 %, penambahan kalsium 100 mg/L (C) sebesar 46,00±1,0%, dan nilai terendah terdapat pada perlakuan penambahan kalsium 150 mg/L (D) sebesar 29,7±1,5%.

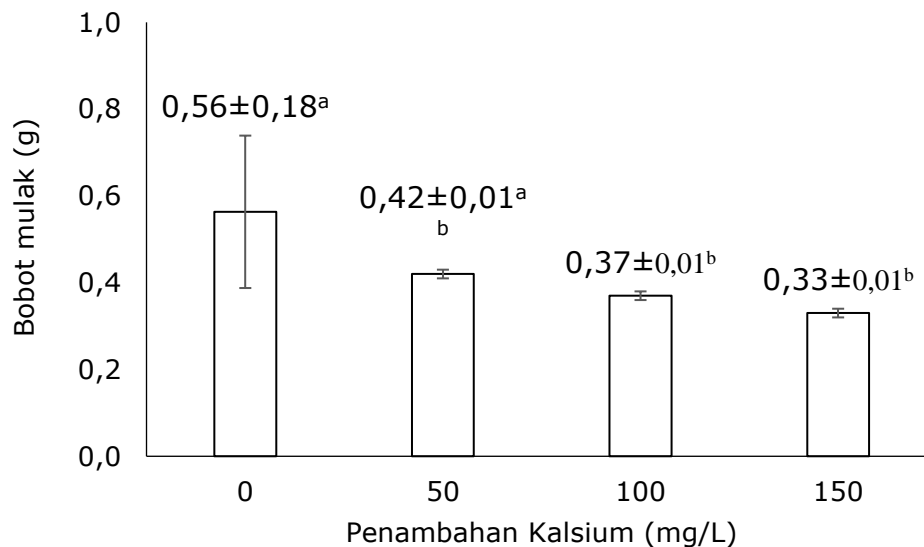
Pada perlakuan 50 mg/L, kebutuhan kalsium pada media pemeliharaan untuk membantu mempercepat pembentukan kulit baru udang vaname pada tahap *post molting*

sudah tercukupi. Ketika molting, udang akan mengeluarkan aroma yang lebih merangsang dibandingkan aroma pakan buatan sehingga dapat mengakibatkan kanibalisme. Oleh sebab itu, dengan terpenuhinya kalsium dalam media pemeliharaan maka kulit udang akan lebih cepat terbentuk untuk menghindari adanya kanibalisme yang dilakukan udang lain. Menurut hasil penelitian Wahyudi (2021), penambahan kalsium dengan dosis 40 mg/L dapat memberikan nilai tingkat kelangsungan hidup udang mencapai 68%.

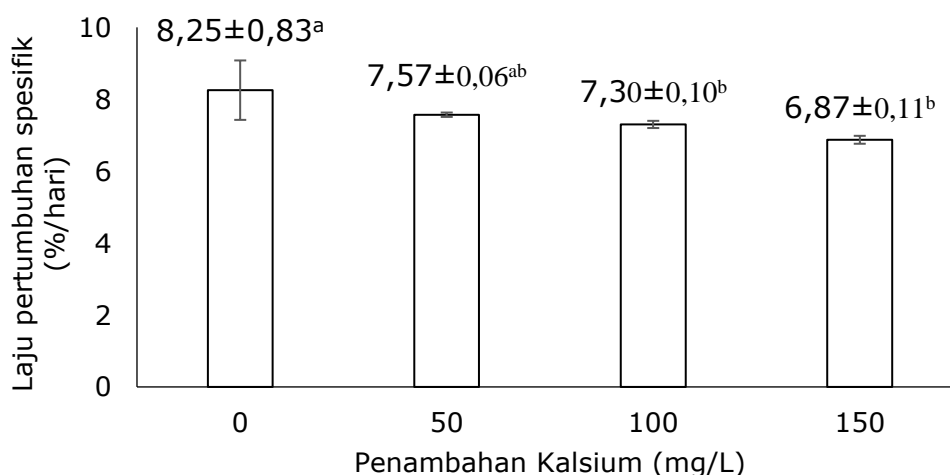
Menurut Jaganmohan & Leela (2018), kadar kalsium yang tinggi dapat menyebabkan deposisi mineral pada kulit udang dan terkadang dapat menunda molting. Deposisi mineral membuat kulit udang menjadi kasar (*rough shell disease*), menghambat pertumbuhan udang, dan

menyebabkan kematian yang lebih banyak sehingga tingkat kelangsungan hidup udang menjadi lebih rendah.

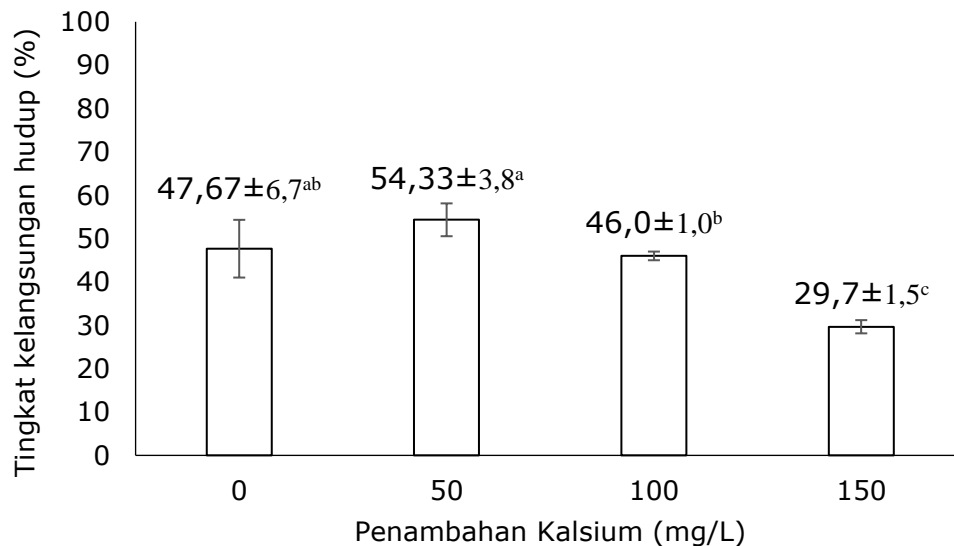
Muralidhar et al. (2016) menyatakan bahwa mineral memiliki banyak fungsi fisiologis untuk menjaga keseimbangan asam-basa dan penting dalam proses osmoregulasi. Di antara mineral utama, kalsium dan magnesium dianggap berperan penting dalam proses molting dan pembentukan kulit baru. Penambahan mineral untuk budidaya udang harus memperhatikan rasio masing-masing mineral sehingga dapat bekerja secara sinergis. Rasio yang tidak proposional akan menyebabkan tekanan osmotik yang memiliki efek penurunan pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Menurut hasil perhitungan jumlah kelarutan mineral dengan asumsi bahwa jumlah magnesium tidak



Gambar 1. Pertumbuhan berat mutlak udang vaname



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik udang vaname



Gambar 3. Tingkat kelangsungan hidup udang vaname

berbeda nyata antar perlakuan penambahan kalsium maka perbandingan antara kalsium dan magnesium adalah 1:1,8. Menurut Boyd (2018), perbandingan optimal kalsium dan magnesium adalah 1:3. Ketidakseimbangan rasio antara kalsium dan magnesium diduga menjadi penyebab kurang optimalnya nilai pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang.

Rasio Konversi Pakan

Hasil pengamatan rasio konversi pakan udang vaname setelah dipelihara selama 40 hari disajikan pada Gambar 4. Rasio konversi pakan atau FCR udang vaname pada masing-masing perlakuan penambahan kalsium memiliki nilai berkisar 1,40 sampai dengan 1,89. Berdasarkan uji Anova dengan tingkat kepercayaan 95%, penambahan ion kalsium yang berbeda berpengaruh terhadap rasio konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada media salinitas rendah. Perlakuan penambahan kalsium 50 mg/L memberikan nilai terendah sebesar 1,40 (B) dan diikuti oleh perlakuan penambahan kalsium 100 mg/L (C) dan 150 mg/L (D) sebesar 1,50, dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa penambahan kalsium (A) sebesar 1,89. Semakin rendah nilai FCR semakin baik kualitas pakan tersebut.

Rendahnya nilai FCR pada perlakuan 50 mg/L kalsium mengindikasikan bahwa udang vaname dapat memanfaatkan pakan dengan baik sehingga pemberian pakan lebih efisien dan pakan tercerna dengan sempurna. Menurut Arsad et al. (2017), umumnya nilai FCR untuk udang vaname adalah 1,4-1,8

(Supono, 2019). Perlakuan A (0 mg/L) memiliki nilai FCR tertinggi dengan nilai 1,89. Tingginya nilai FCR diduga karena tidak efektifnya pakan yang dikonsumsi udang vaname. Nilai FCR berbanding terbalik dengan berat udang. Semakin rendah nilai FCR maka semakin efisien pakan tercerna oleh udang dan semakin rendah FCR maka semakin sedikit pakan yang dikeluarkan sehingga akan meningkatkan keuntungan yang diperoleh. Selain itu, rendahnya nilai FCR berdampak baik pada kualitas air media pemeliharaan sebab limbah yang dikeluarkan oleh udang akan semakin sedikit.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, DO, dan amoniak. Kualitas air dari awal pemeliharaan hingga akhir pemeliharaan berada pada batas normal. Parameter kualitas air selama masa pemeliharaan udang vaname setelah dilakukan pemberian mineral kalsium dengan dosis berbeda disajikan pada Tabel 1.

Kualitas air berperan penting dalam menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Kualitas air selama pemeliharaan berada pada kisaran yang mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Suhu media pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 28,2-29,8°C. Rakhfid et al. (2019) menyatakan kisaran suhu yang menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname yaitu 26-32°C. Suhu berpengaruh terhadap metabolisme dan secara tidak langsung akan memengaruhi kehidupan organisme air

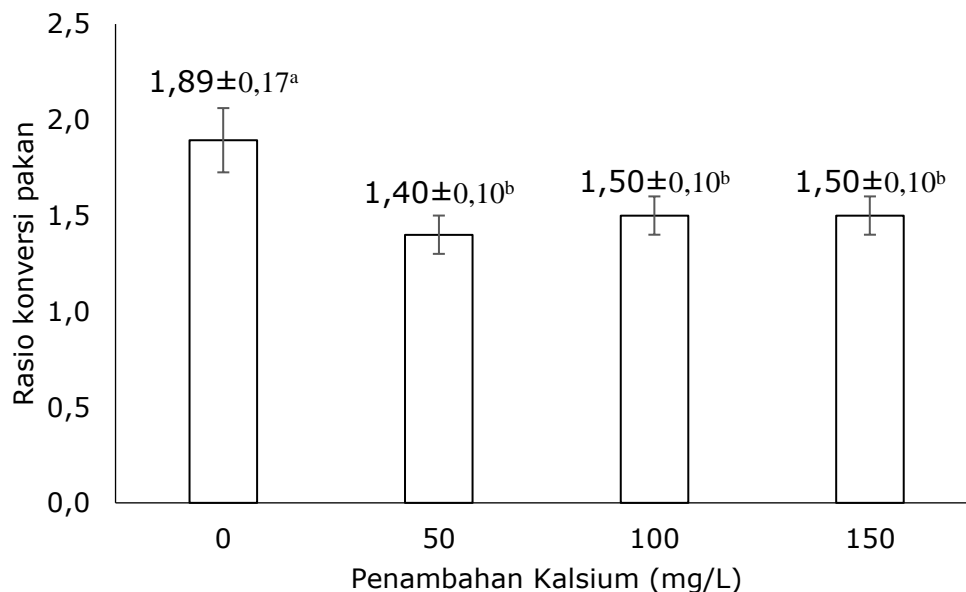
melalui kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air maka kelarutan oksigen semakin rendah. Suhu harus berada pada kisaran optimal untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang optimal.

Nilai pH mengindikasikan bahwa suatu perairan bersifat asam, basa atau netral. Menurut Anisa et al. (2021), pH memengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air media maupun reaksi biokimia dalam tubuh udang, memengaruhi daya racun suatu senyawa, kelangsungan hidup, dan pertumbuhan udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH media pemeliharaan udang vaname berkisar antara 7,2-8,1. Nilai ini masih berada pada kisaran optimal media pemeliharaan udang vaname. Arsad et al. (2017) menyatakan bahwa kisaran pH optimal untuk pertumbuhan udang adalah 7,0-8,5 dan dapat mentoleransi pH dengan kisaran 6,5-9,0.

Oksigen terlarut sangat memengaruhi metabolisme tubuh udang. Berdasarkan hasil penelitian, kandungan oksigen terlarut selama masa pemeliharaan berkisar antara

4,16-6,24 mg/L. Hasil ini berada pada kisaran optimal media pemeliharaan udang untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya. Kadar oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan adanya penurunan nafsu makan serta meningkatkan stress pada udang sehingga akan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan udang. Yunus et al. (2020) menyatakan bahwa kisaran optimal kandungan oksigen terlarut bagi udang adalah 4-8 mg/L.

Kadar amoniak akan meningkat seiring meningkatnya jumlah pakan dan feses yang menumpuk dalam wadah pemeliharaan sehingga bertambah juga beban nitrogen dalam lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar amoniak selama masa pemeliharaan berkisar antara 0,01-0,07 mg/L. Hasil ini masih berada pada batas optimal kandungan amonia yang dapat ditoleransi udang untuk tumbuh dan mempertahankan kelangsungan hidupnya. Menurut Mas'ud & Tri (2018), batas optimal kadar amoniak bagi udang adalah <0,1 mg/L. Kelebihan kadar amoniak dapat menyebabkan stress dan kematian pada udang.



Gambar 4. Rasio konversi pakan udang vaname

Tabel 1. Data kualitas air selama masa pemeliharaan udang vaname

Parameter	Perlakuan				Standar Baku
	A (0 mg/L)	B (50 mg/L)	C (100 mg/L)	D (150 mg/L)	
Suhu (°C)	28,3-29,8	28,4-29,6	28,3-29,4	28,2-29,5	28,0-33 ^a
pH	7,2-7,9	7,6-8	7,5-8	7,5-8,1	7-8,5 ^b
DO (mg/L)	4,60-6,21	4,18-6,24	4,18-6,22	4,16-6,21	> 4,0 ^c
NH ₃ (mg/L)	0,01-0,07	0,01-0,07	0,02-0,07	0,03-0,07	≤ 0,1 ^d
Keterangan sumber : a. SNI 8037.1:2014 (2014); b. Arsad et al. (2017); c. Supono (2019); d. Wulandari et al. (2015)					

KESIMPULAN

Penambahan mineral kalsium pada media kultur salinitas rendah berpengaruh terhadap performa udang vaname, baik pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, maupun rasio konversi pakan udang vaname. Pertumbuhan terbaik terjadi pada perlakuan kalsium 0 mg/L (kontrol) yaitu sebesar $0,56 \pm 0,18$ g, sementara tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan terbaik terjadi pada perlakuan 50 mg/L yaitu $54,3 \pm 0,38\%$ dan $1,4 \pm 0,1$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Pascasarjana.

REFERENSI

- Anisa, Muhammad, M., Bagus, D.H.S., & Andre, R.S. 2021. Tingkat Kelulusan Hidup Post Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara pada Salinitas Rendah dengan Menggunakan Metode Aklimatisasi Bertingkat. *Jurnal Perikanan*, 11(1):129-140. DOI: 10.29303/jp.v11i1.242
- Arsad, S., Ahmad, A., Atika, P.P., Betrinda, M.V., Dhira, K.S., & Nanik, R.B. 2017. Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1):1-14. DOI: 10.20473/jipk.v9i1.7624
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931). SNI 8037.1:2014. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Boyd, C.E. 2018. Revisiting Ionic Imbalance in Low-salinity Shrimp Aquaculture. *Global Seafood Alliance*.
- Erlando, G., Rusliadi, & Mulyadi. 2016. Penambahan Kalsium Oksida (CaO) terhadap Percepatan Moulting dan Kelulushidupan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Online Mahasiswa UNRI*, 3(1):1-7.
- Jaganmohan, P., & Leela, K.C. 2018. Production of Decreased Calcium Waters for Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming using EDTA. *International Journal of Recent Scientific Research*, 9(6):27.336-27.339.
- Mas'ud, F., & Tri, W. 2018. Pertumbuhan dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Air Tawar di Kolam Bundar dengan Sistem Resirkulasi Air. *Seminar Nasional Universitas Islam, Lamongan* 3 Oktober 2018, Hal 152-154.
- Muralidhar, M., Saraswathy, R., Raja, P.K., Suvana, C., & Nagavel, A. 2016. Application of Minerals in Shrimp Culture Systems. Central Institute of Brackish-water Aquaculture, India.
- Rakhfid, A., Erna, E., Rochmady, R., Fendi, F., & Muhammad, Z.I. 2019. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Juvenil Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Salinitas Air Media Berbeda. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir, dan Pulau-pulau Kecil*, 3(1):23-29. DOI: 10.29239/j.akuatikisile.3.1.23-29
- Roshaliza, E.J., & Nurul, S. 2020. Pengaruh Penambahan Kapur (CaCO_3) pada Media Pemeliharaan terhadap Pertumbuhan Udang Galah *Macrobrachium rosenbergii* de Man, 1879. *Bioma*, 9(1):129-142. DOI: 10.26877/bioma.v9i1.6039
- Sang, H.M., & Fotedar, R. 2004. Growth, survival, haemolymph osmolality, and osmotic indices of the western king prawn (*Penaeus latissulcatus* Kishinouye, 1896) reared at different salinities. *Aquaculture*, 234:601-614. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.01.008
- Scabra, A.R., Tatag, B., & Daniel, D. 2016. Kinerja Produksi *Anguilla bicolor bicolor* dengan Penambahan CaCO_3 pada Media Budidaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1):1-7. DOI: 10.19027/1/1
- Supono. 2019. *Budidaya Udang Vaname Salinitas Rendah: Solusi untuk Budidaya di Lahan Kritis*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu, 131 Hal.
- Tahe, S., Agus, N., & Hidayat, S.S. 2011. Pemasarakatan Teknologi Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Polikultur dengan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Salinitas Rendah. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Maros, Sulawesi Selatan.
- Wahyudi, R. 2021. Pemberian Kalsium Karbonat (CaCO_3) pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Media Air Tawar. (*Skripsi*). Universitas Mataram.
- Wulandari, T., Niniek, W., & Pujiono, W.P. 2015. Hubungan Pengelolaan Kualitas Air dengan Kandungan Bahan Organik, NO_2 dan NH_3 pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Keburuhan Purworejo. *Diponegoro Journal of Maquares Management of Aquatic Resources*, 4(3):42-48.

- Yunus, R., Abdul, H., & Hamsah. 2020. Pengaruh Penambahan Kapur Dolomite dan Kapur Tohor dalam Media Pemeliharaan Terhadap Moulting, Pertumbuhan, dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(1): 39-47.
- Zokaeifar, H., Balcázar, J.L., Saad, C.R., Kamarudin, M.S., Sijam, K., Arshad, A., & Nejat, N. 2012. Effect of *Bacillus subtilis* on the Growth Performance, Digestive Enzymes, Immune Gene Expression and Disease Resistance of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish Shellfish Immunol*, 33, 683-689. DOI: 10.1016/j.fsi.2012.05.027
- Zufadhillah, S., Azwar, T., & Lia, H. 2018. Efektivitas Penambahan Nano CaO Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) ke dalam Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Frekuensi Molting Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acta Aquatica: Jurnal Ilmu Perairan*, 5(2):69-74.