

SUPLEMENTASI HYPEROL UNTUK PENINGKATAN PERTUMBUHAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

*Dietary Supplementation of HYPEROL for Growth Improvement of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)*

Nurul Fatimah¹, Aldi Huda Verdian^{2*}, Linuwih Aluh Prastiti², Kurnia Fathurohman¹, Adni Oktaviana², Qorie Astria¹, Arif Faisal Siburian³

¹Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan, Politeknik Negeri Lampung

²Program Studi Budidaya Perikanan, Politeknik Negeri Lampung

³Behn Meyer Chemicals, Indonesia

*Corresponding author: aldihudaverdian@polinela.ac.id

ABSTRAK

Keberhasilan budidaya udang vaname sangat ditentukan oleh kualitas pakan yang diberikan kepada udang vaname. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek suplementasi kombinasi kalsium, magnesium, dan vitamin D3 (HYPEROL) pada pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname. Selama 60 hari udang diberi pakan dengan perlakuan yang berbeda yaitu kontrol (tanpa suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3) dan empat tingkat suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 yaitu 0.25%; 0.50%; 0.75%; 1,00%. Pemeliharaan udang dilakukan di dalam akuarium dengan ukuran 40x25x30cm yang berisi 4 L air laut yang didesinfeksi pada kepadatan tebar 100 larva m⁻². Penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi HYPEROL pada konsentrasi 5 hingga 10 mL Kg⁻¹ secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname.

Kata Kunci: *Litopenaeus vannamei*, kalsium, vitamin D3, magnesium, pertumbuhan.

ABSTRACT

The provision of quality feed is the most important factor determining the success of vannamei shrimp farming. The aim of this study was to evaluate the growth performance, survival rate and water quality of pacific white shrimp Litopenaeus vannamei after dietary administration of combination of calcium, magnesium dan vitamin D3. Shrimp were fed a control diet (without combination of calcium, magnesium dan vitamin D3 supplement) and four levels of combination of calcium, magnesium dan vitamin D3 supplementation i.e 0; 0.25; 0.50; 0.75; 1.00 mL Hyperol Kg⁻¹ of feed. Larvae were reared in tank with a dimension of 40x25x30cm containing 4 L of disinfected seawater at a stocking density of 100 larvae m⁻². In conclusion, the present study demonstrated that dietary supplementation of combination of at the concentration up to 10 mL Kg⁻¹ could significantly improve growth and survival rate of Pacific white shrimp

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, calcium, vitamin D3, magnesium, growth performance.

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas unggulan yang menjadi komoditas perikanan terbesar dalam perdagangan internasional yaitu Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (FAO, 2020). Pemenuhan udang vaname harus selalu ditingkatkan guna memenuhi permintaan udang dunia. Salah satu usaha yang dapat dilakukan dalam peningkatan produksi udang vaname adalah dengan melalui sistem budidaya udang vaname secara super intensif dengan melakukan pemberian pakan yang efektif dan efisien. Pemberian pakan yang berkualitas merupakan faktor terpenting yang menentukan keberhasilan budidaya udang vaname.

Magnesium adalah salah satu mineral yang sangat penting bagi udang karena berperan dalam menjaga keseimbangan tekanan osmotik, mengatur pH darah, hemolim, urin, dan cairan tubuh udang. Kehadiran magnesium dalam tubuh udang sangat esensial bagi fungsi normal sel-sel udang dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan udang. Oleh karena itu, kecukupan magnesium dalam pakan udang perlu dijaga untuk mendukung kesehatan dan produktivitas udang (Lovel, 2016; Jiang *et al.*, 2016; Ebrahimi & Babaei, 2013). Magnesium berperan sebagai kofaktor kerja enzim dalam metabolisme karbohidrat, protein, dan lipid. Magnesium menjadi komponen esensial dalam menjaga homeostasis intra dan ekstra seluler. Reseptor vitamin D3 telah terbukti meningkatkan aktivitas fagositosis, yang merupakan salah satu komponen sistem imun nonspesifik pada udang untuk membunuh dan mencerna patogen yang dikenali sebagai benda asing. Vitamin D3 juga dapat meningkatkan antimicrobial peptide yang diproduksi sebagai salah satu sistem imun nonspesifik pada udang vaname yang terbukti mampu membunuh patogen. Disisi lain, vitamin D3 memiliki peran

penting untuk menjaga keseimbangan kalsium dengan mempromosikan absorpsi kalsium dalam usus. Sehingga, kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 dianggap memiliki peran sinergis untuk memastikan keseimbangan kalsium yang optimal dalam tubuh udang vaname (Wen *et al.*, 2015).

Pertumbuhan udang vaname terdiri dari serangkaian proses moulting secara periodik, khususnya pada tahap *post moult* untuk proses pengerasan kulit melalui pengendapan kalsium pada kulit udang. Ketersediaan kalsium yang optimal dalam tubuh udang harus selalu terpenuhi, jika keberadaan kalsium tidak mencukupi maka proses pengerasan kulit udang yang baru akan berjalan lambat yang mana akan berpengaruh terhadap pertumbuhan udang atau bahkan udang yang kulit barunya belum sempurna akan mudah diserang oleh udang lain. Muliani (2021) menyatakan bahwa kalsium sangat berperan dalam pembentukan kulit udang yang baru. Kalsium yang memadai akan membuat proses moulting udang berjalan cepat dan lancar. Kalsium juga membantu mekanisme absorpsi vitamin B12 dari saluran pencernaan dan absorpsi vitamin yang terjadi pada membran sel. Kalsium membantu menyalurkan rangsangan-rangsangan syaraf dari satu sel ke sel lainnya dengan cara mengatur pembentukan asetilkolin, salah satu jenis neurotransmitter (zat kimia penghantar rangsangan syaraf). Saat ini, belum ada penelitian pada udang yang mengevaluasi suplementasi kombinasi kalsium, magnesium, dan vitamin D3 pada pakan. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek suplementasi kombinasi kalsium, magnesium, dan vitamin D3 pada pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Agustus sampai Oktober 2022.

Pemeliharaan udang vaname dilakukan di Laboratorium Perikanan, Politeknik Negeri Lampung. Analisis kualitas air dilaksanakan di Laboratorium Perikanan dan Laboratorium Analisis, Politeknik Negeri Lampung. Desain Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimental.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Tipe dan deskripsi perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi perlakuan yang digunakan dalam penelitian

Kode	Perlakuan	Keterangan
K	0% suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3	Kontrol (Tanpa Suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3)
A	0,25% suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3	kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 diencerkan dengan air sebanyak 2,5 mL kg ⁻¹ pakan, kemudian pakan dikeringkan terlebih dahulu sebelum pemberian pakan.
B	0,5% suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3	kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 diencerkan dengan air sebanyak 5 mL kg ⁻¹ pakan, kemudian pakan dikeringkan terlebih dahulu sebelum pemberian pakan.
C	0,75% suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3	kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 diencerkan dengan air sebanyak 7,5 mL kg ⁻¹ pakan, kemudian pakan dikeringkan terlebih dahulu sebelum pemberian pakan.
D	1%suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3	kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 diencerkan dengan air sebanyak 10 mL kg ⁻¹ pakan, kemudian pakan dikeringkan terlebih dahulu sebelum pemberian pakan.

Prosedur Penelitian

Pemeliharaan udang vaname dilakukan secara *indoor* menggunakan 12 akuarium/bak berukuran 40x 25x30 cm dengan media pemeliharaan air laut yang memiliki salinitas 15-25 ppt. Udang vaname yang digunakan berumur 15 hari (PL 15) dengan bobot rata-rata 9,8 mg. Udang vaname diaklimatisasi terlebih selama 8 hari sebelum perlakuan. Setelah aklimatisasi, udang vaname disortir dan ditimbang beratnya agar seragam. Sedangkan padat tebar yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 100 ekor m⁻² dalam masing-masing wadah

pemeliharaan. Pemeliharaan udang vaname dilakukan selama 60 hari. Pakan yang digunakan adalah pakan udang komersial dengan menggunakan jenis pakan kadar protein 40%. Kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 yang digunakan adalah suplemen komersial HYPEROL dari *Intracare B.V., The Netherlands*. Pemberian pakan pada udang vaname dilakukan secara *at restricted* dengan frekuensi empat kali dalam sehari yaitu pada pukul 08.00, 11.00, 14.00, dan 19.00 WIB. Pakan ditebar secara merata dan diberikan

sebanyak 5% dari bobot tubuh udang vaname yang diujikan.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati dan diukur dalam penelitian ini adalah kinerja pertumbuhan udang vanamei dan kualitas air. Kinerja pertumbuhan yang diamati meliputi bobot akhir, pertumbuhan harian, sintasan, produksi dan rasio konversi pakan. Sedangkan kualitas air yang diamati adalah pH, suhu dan oksigen terlarut (DO) yang diukur setiap hari selama penelitian, serta salinitas, alkalinitas, Ca air, dan Mg air yang diukur setiap 10 hari selama penelitian.

Analisis Statistik

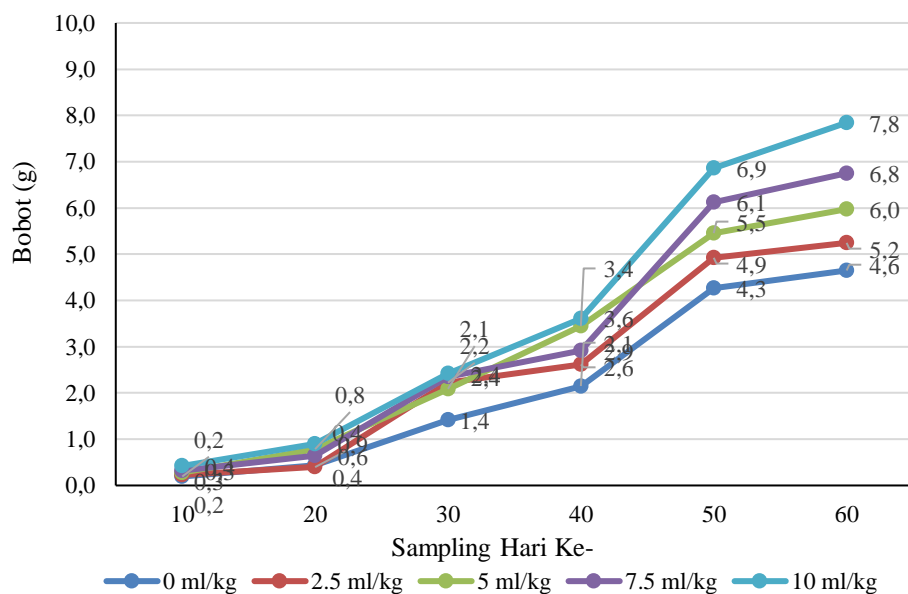
Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan *Ms. Excel* dan dianalisis dengan menggunakan program SPSS 26. Data dianalisis dengan analisis ragam pada selang kepercayaan 95% untuk menentukan apakah perlakuan memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja pertumbuhan. Apabila

perlakuan berpengaruh signifikan maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk menentukan perlakuan yang terbaik. Apabila perlakuan tidak berpengaruh signifikan, maka dilakukan analisis secara deskriptif. Analisis deskriptif secara langsung juga digunakan untuk menjelaskan parameter kualitas air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan

Berdasarkan Hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap rata-rata perolehan bobot akhir udang selama 60 hari pemeliharaan dengan kondisi laboratorium yang bervariasi dari waktu ke waktu seiring dengan meningkatnya waktu pemeliharaan untuk semua perlakuan dapat terlihat pada Gambar 1 dan Tabel 2 dalam hasil dan pembahasan. Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pertambahan bobot rata-rata udang tertinggi diperoleh pada perlakuan D (10 mL kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 Kg⁻¹) sebesar 7,84±0,22g dengan pertumbuhan harian sebesar 0,131±0,004g



Gambar 1. Grafik bobot udang selama 60 hari penelitian

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 pada pakan udang vaname memberikan pengaruh yang berbeda nyata antar perlakuan dan kontrol ($P < 0,05$) terhadap pertambahan bobot rata-rata udang vaname yang dipelihara dalam wadah terkontrol. Hasil pertumbuhan yang meningkat dengan suplementasi kombinasi dari kalsium, magnesium dan vitamin D3, diduga hal ini disebabkan karena kalsium dan vitamin D3 dalam suplementasi yang diberikan memiliki peran sinergis untuk memastikan keseimbangan kalsium yang optimal dalam tubuh udang vaname. Kombinasi kalsium, magnesium, dan

vitamin D3 terbukti mudah diabsorbsi dan memiliki pH netral sehingga dapat dipastikan vitamin D3 tetap stabil. Sejalan dengan penelitian Lin *et al.*, (2019) dan Gao *et al.*, (2015) yang menyebutkan bahwa suplementasi vitamin D3 memberikan efek positif pada pertumbuhan udang vaname. Liu *et al.*, (2011) dan Bai *et al.*, (2016) menambahkan, bahwa udang vaname membutuhkan berbagai mineral untuk tumbuh optimal. Penelitian Wen *et al.*, (2015) juga menyebutkan bahwa penambahan D3 pada pakan dapat memberikan efek percepatan absorpsi kalsium sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan.

Tabel 2. Hasil parameter pertumbuhan udang vaname setelah 60 hari pemeliharaan

Parameter	Perlakuan (Treatment)				
	K (0 ml/kg)	A (2,5 ml/kg)	B (5 ml/kg)	C (7.5 ml/kg)	D (10 ml/kg)
Kepadatan <i>Stocking Density</i> (ind/m ²)	100	100	100	100	100
Lama Pemeliharaan <i>Rearing period</i> (days)	60	60	60	60	60
Bobot Awal <i>Initial weight</i> (g)	0,0098 ±0,00	0,0098 ±0,00	0,0098 ±0,00	0,0098 ±0,00	0,0098 ±0,00
Bobot Akhir <i>Final weight</i> (g)	4,65 ±0,21 ^d	5,25 ±0,58 ^d	5,97 ±0,42 ^c	6,75 ±0,31 ^b	7,84 ±0,22 ^a
Pertumbuhan Harian <i>Average Daily Growth</i> (g/d)	0,08 ±0,00 ^d	0,09 ±0,01 ^d	0,10 ±0,01 ^c	0,11 ±0,01 ^b	0,13 ±0,00 ^a
Sintasan <i>Survival Rate</i> (%)	75,33 ±6,03 ^c	77,67 ±4,16 ^{bc}	85,33 ±1,53 ^{ab}	86,67 ±6,43 ^a	86,33 ±2,52 ^a
Produksi <i>Production</i> (g)	349,36 ±13,06 ^c	408,04 ±56,53 ^c	509,47 ±30,78 ^b	586,20 ±68,58 ^b	676,96 ±21,77 ^a
Rasio Konversi Pakan <i>Food Conversion Ratio</i> (%)	1,25 ±0,09 ^a	1,27 ±0,04 ^a	1,23 ±0,23 ^a	1,15 ±0,04 ^a	1,28 ±0,02 ^a

Kelangsungan hidup udang yang diperoleh selama 60 hari pemeliharaan dalam wadah terkontrol disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, kelangsungan hidup udang yang tertinggi diperoleh pada perlakuan C sebesar $86,67 \pm 6,43\%$ yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan D yaitu sebesar $86,33 \pm 2,52$, menyusul perlakuan B, A dan Kontrol. Uji analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suplementasi Hyperol memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$)

terhadap kelangsungan udang vaname yang dipelihara. Hasil penelitian ini diperoleh informasi bahwa perlakuan kontrol memiliki kelangsungan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini diduga karena kebutuhan nutrisi dan daya tahan dalam pertumbuhannya kurang tercukupi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Selain itu, diduga disebabkan oleh kanibalisme udang vaname yang dipelihara muncul akibat tidak adanya

suplementasi mineral, kalsium dan vitamin D3 pada pakan yang diberikan. Firdaus *et al.*, (2018) mengemukakan bahwa salah satu faktor yang menunjang laju pertumbuhan dan sintasan udang budidaya di tambak khususnya intensif adalah ketersediaan pakan yang sesuai dan mencukupi kebutuhan nutrisinya. Wyban dan Sweeny (1991) mengemukakan bahwa pemberian pakan yang tepat baik dari segi kualitas maupun kuantitas sangat mempengaruhi pertumbuhan dan mencegah kanibalisme udang yang pada akhirnya meningkatkan sintasan udang. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap produksi udang diperoleh perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Menurut

Bai *et al.*, (2018), faktor – faktor yang mempengaruhi produksi adalah laju pertumbuhan, makanan, padat penebaran, dan merupakan hasil perkalian antara sintasan udang dengan bobot akhir rata-rata.

Kualitas Air

Kualitas air memegang peranan penting dalam mendukung kehidupan dan pertumbuhan udang vaname. Data kualitas air yang diperoleh dari hasil pengamatan terhadap beberapa peubah kualitas air yaitu suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, kalsium dan magnesium pada semua perlakuan selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata hasil paramater kualitas air pemeliharaan udang vaname selama 60 hari

Parameter	Perlakuan (Treatment)				
	K (0 ml/kg)	A (2,5 ml/kg)	B (5 ml/kg)	C (7.5 ml/kg)	D 10 ml/kg
Suhu(°C)	28,64±0,21	28,49±0,58	28,53±0,42	28,61±0,31	28,40±0,22
pH	8,45±0,54	8,63±0,41	8,51±0,64	8,50±0,58	8,54±0,39
DO (ppm)	4,45±0,56	4,54±0,35	4,54±0,65	4,45±0,45	4,45±0,35
Salinitas (ppt)	28,86±2,12	28,86±2,12	28,86±2,12	28,86±2,12	28,86±2,12
Alkalinitas	87±19,24	100±13,06	102±7,44	116±5,85	115±12,87

Kualitas air selama pemeliharaan optimum dan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan udang vaname. Pengaruh rendahnya kualitas air dalam media pemeliharaan udang vaname dapat berpengaruh terhadap rendahnya tingkat pertumbuhan dan sintasan udang. Berdasarkan hasil pengamatan kualitas air yang dilakukan selama penelitian masih berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan, pertumbuhan dan sintasan pada udang vaname. Kualitas air yang layak untuk budidaya udang vaname adalah salinitas optimum 10–25 ppt (toleransi 50 ppt), suhu air 28–31°C (toleransi 16–36°C), oksigen terlarut > 4 mg L⁻¹ (toleransi minimum 0,8 mg L⁻¹), pH 7,5–8,2, alkalinitas 120–150 mg L⁻¹, amoniak $< 0,1$ mg L⁻¹, Menurut Suprpto

(2005), suhu dan kadar oksigen terlarut optimum untuk budidaya udang vaname berkisar 27–32 °C. Suhu air yang diperoleh selama penelitian rata-rata 28 mg L⁻¹. Suhu air mempunyai peranan penting dalam mengatur aktivitas udang seperti halnya hewan air lainnya. Haliman dan Adijaya (2005) dan Saputra *et al.*, (2021) menambahkan bahwa suhu optimum untuk kehidupan dan pertumbuhan udang vaname antara 26-27 °C. Beberapa peubah kualitas air lainnya diduga berpengaruh pada laju pertumbuhan udang yang dibudidayakan. Zao *et al.*, (2018) melaporkan bahwa salinitas optimum untuk pertumbuhan udang vaname adalah 15-25 ppt. Sedangkan Prabhu *et al.*, (2014) menerangkan bahwa pertumbuhan udang

vaname pada salinitas 5-15 ppt lebih tinggi secara nyata dibanding pada salinitas 49 ppt. Menurut McGraw & Scarpa, (2002), udang vaname dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebar dari 0,5–45 ppt.

KESIMPULAN

Kinerja pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan kualitas air udang *Litopenaeus vannamei* telah dievaluasi setelah pemberian pakan dengan suplementasi kombinasi kalsium, magnesium dan vitamin D3 (HYPEROL). Udang diberi pakan dengan perlakuan yang berbeda yaitu kontrol (tanpa suplementasi HYPEROL) dan empat tingkat suplementasi HYPEROL yaitu 0.25%; 0.50%; 0.75%; 1,00%. Penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi HYPEROL pada konsentrasi 5 hingga 10 mL Kg⁻¹ secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Simpulan menyajikan ringkasan dari uraian mengenai hasil dan pembahasan, mengacu pada tujuan penelitian. Berdasarkan kedua hal tersebut dikembangkan pokok-pokok pikiran baru yang merupakan esensi dari temuan penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada PT. *Behn Meyer Chemicals* yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melakukan dan berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bai, N., Zhang, W., Li, X., Chen, J., Wang, A., & Chen, L. (2016). Effects of dietary copper on growth, digestive enzyme activities and antioxidant defense in juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 22(4), 868-875.

Bai, Y., Zhang, Q., Li, E., Li, S., Li, Y., & Wang, S. (2018). Effects of stocking density on growth, survival, and stress resistance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at different growth stages. *Aquaculture*, 487, 80-85.

Bray, W.A., Lawrence, A.L., & Leung Trujillo, J.R. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on in the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture*, 122, 133-146.

Ebrahimi, G., & Babaei, H. (2013). Mineral nutrition in crustaceans: a review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(4), 896-908.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.

Firdaus, M., Nur, B., & Amin, M. R. (2018). Effect of different protein levels on growth and survival rate of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in intensive culture system. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 13(2), 112-117.

Gao, Y., Li, X., Chen, Y., & Li, E. (2015). Effects of dietary vitamin D3 on growth, digestive enzyme activity, and immune responses of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 435, 256-262.

Lin, K. J., Wang, W. N., Cheng, W., & Chen, J. C. (2019). Effects of dietary vitamin D3 on growth, feed utilization, and immunity of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared under different salinity conditions. *Aquaculture*, 512, 734335.

- Haliman, R.W. & Adijaya, S.D. 2005. Udang vannamei, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Jiang, W. D., Liu, Y., Jiang, J., Wu, P., Zhao, J., & Feng, L. (2016). Magnesium deficiency impairs growth, antioxidant and immune status of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 22(1), 173-182.
- Liu, Y., Mai, K., & Ai, Q. (2011). Effects of magnesium deficiency on growth, survival and muscle composition of juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 17(5), e105-e111.
- Lovell, T. (2016). *Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans* (2nd ed.). Springer International Publishing.
- McGraw, W.J. & Scarpa, J. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture, Advocate*, 5(3), 36-37.
- Muliani, Adhar, S., Rusydi, R., Erlangga., Hartami., Khalil, M., Laili, D. 2021. Penggunaan sumber kalsium dari cangkang tiram, kepiting dan remis terhadap molting dan pertumbuhan udang vaname. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(3), 185-193.
- P rabhu A.J, J.W. Schrama, S.J. Kaushik. 2014. Mineral requirements of fish: a systematic review *Rev. Aquac.*, 6., pp. 1-48.
- Saputra, H. K., Hamka, M.S., Susanti, L., Mulyani, R., Dwiarto, A., Alam, H. S. 2021. Aplikasi Teknologi Aerasi dan Bioekonomi pada Transportasi Benur Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Jarak Pendek dengan Kepadatan Berbeda. *Jurnal Sains Terapan*. 11 (1): 9-19. <https://doi.org/10.29244/jstsv.11.1.9-19>
- Suprpto. 2005. Petunjuk teknis budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). CV. Biotirta. Bandar Lampung.
- Wen, M., Liu, J., Tian, L., Wang, S. 2015. Vitamin D3 requirement in practical diet of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* at low salinity rearing conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(5).
- Wyban, J.A. & Sweeny, J.N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute Makapuu Point. Honolulu, Hawaii USA.
- Zhao, L., Li, X., Xu, W., & Li, E. (2018). Effects of salinity on growth, survival and body composition of juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Research*, 49(1), 198-207.