

PENINGKATAN RESPON IMUN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) MELALUI KOMBINASI VITAMIN D3, MINERAL Ca DAN Mg PADA PAKAN

Enhancement of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Immune Responses Through the Combination of Vitamin D3, Mineral Ca and Mg in Feed

**Linuwih Aluh Prastiti¹, Aldi Huda Verdian^{1*}, Adni Oktaviana¹, Nurul Fatimah²,
Kurnia Fathurohman², Qorie Astria², Arif Faisal Siburian³**

¹ Program Studi Budidaya Perikanan, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia

² Program Studi Teknologi Pembenuhan Ikan, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia

³ Behn Meyer Chemicals, Indonesia

*Corresponding author: aldihudaverdian@polinela.ac.id

ABSTRAK

Udang vaname merupakan biota perikanan yang tidak memiliki kekebalan tubuh spesifik. Sehingga dalam teknis pembudidayaan udang lebih menerapkan prinsip pencegahan terhadap serangan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk melihat peningkatan respon imun udang vaname melalui penghitungan jumlah total hemosit dan pengamatan perbedaan jenis hemosit yang dipelihara selama 60 hari. Pengujian dilakukan dengan perlakuan kombinasi vitamin D3, mineral Ca dan Mg (Hyperol) pada pakan antara lain kontrol (pemeliharaan udang tanpa suplementasi Hyperol) dan pemeliharaan udang dengan penambahan suplementasi Hyperol pada pakan sebanyak 0,25 mL/kg pakan (A); 0,5 mL/kg pakan (B); 0,75 mL/kg pakan (C); dan 1 mL/kg pakan (D). Hasil terbaik yang didapatkan adalah perlakuan dengan penambahan suplementasi Hyperol 1 mL/kg pakan dengan jumlah total hemosit $65,41 \pm 1,90 \times 10^6$ sel/mL. Hal ini menunjukkan penggunaan Hyperol 1 mL/kg pakan dapat meningkatkan respon imun pada udang vaname.

Kata Kunci: udang vaname, mineral, respon imun

ABSTRACT

Vannamei shrimp is fisheries commodity who doesn't have specific immunity in their body, so principle of prevent against disease was the most important thing to be applied in shrimp farming techniques. The aims of this study is to see an increase in the immune response of vannamei shrimp through counting the total number of hemocytes and observing the different types of hemocytes maintained for 60 days. Tests were carried out with a combination treatment of vitamin D3, minerals Ca and Mg (Hyperol) on the feed, including controls (raising shrimp without Hyperol supplementation) and rearing shrimp with the addition of Hyperol supplementation to feed as much as 0.25 mL/kg feed (A); 0.5 mL/kg feed (B); 0.75 mL/kg feed (C); and 1 mL/kg feed (D). The best results obtained were treatment with the addition of 1 mL/kg Hyperol supplementation with a total hemocyte count of $65.41 \pm 1.90 \times 10^6$ cells/mL. This shows that the use of Hyperol 1 mL/kg of feed can increase the immune response in vannamei shrimp.

Keywords: *vannamei shrimp, mineral, immune response*

PENDAHULUAN

Udang vaname merupakan komoditas unggulan perikanan budidaya yang produktivitas dan permintaan pasarnya cenderung terus meningkat baik skala nasional maupun internasional. Data statistik produksi udang vaname menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2020 adalah sebanyak 378.475,72 ton dan menargetkan produksi pada tahun 2024 sebesar 2 juta ton/tahun dengan program intensifikasi budidaya udang (KKP, 2021).

Intensifikasi budidaya adalah menerapkan sistem budidaya dengan padat tebar tinggi dan input pakan yang optimal untuk meningkatkan produksi. Namun dengan kegiatan budidaya yang semakin intensif akan menurunkan kapasitas daya tampung lingkungan seperti degradasi lahan dan meningkatnya potensi serangan patogen.

Udang vaname merupakan biota perikanan yang tidak memiliki kekebalan tubuh spesifik. Sehingga dalam teknis pembudidayaan udang lebih menerapkan prinsip pencegahan terhadap serangan penyakit. Salah satunya dengan meningkatkan status kesehatan udang vaname seperti dengan menambahkan prebiotik (Prastiti *et al.*, 2018) dan probiotik (dapus) ataupun penambahan bahan tertentu dalam pakan seperti vitamin dan mineral (Madhana *et al.*, 2021)

Hyperol (dari *Intracare B.V, The Netherlands*) adalah campuran kalsium, magnesium, dan vitamin D3 yang mudah diabsorpsi. Hyperol memiliki pH netral sehingga dapat dipastikan vitamin D3 tetap stabil. Salah satu peran paling penting dari vitamin D3 adalah untuk menjaga keseimbangan kalsium dengan mempromosikan absorpsi kalsium dalam usus. Kalsium dan vitamin D3 dalam Hyperol memiliki peran sinergis untuk memastikan keseimbangan kalsium yang optimal dalam tubuh udang vaname.

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. Kalsium juga membantu mekanisme absorpsi vitamin B12 dari saluran pencernaan dan absorpsi vitamin 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) (Piliang, 2000)

Magnesium adalah mineral penting yang dibutuhkan oleh krustasea untuk pertumbuhan dan perkembangan normal (Davis & Lawrence, 1997), serta berfungsi sebagai kofaktor dalam banyak reaksi enzimatik dan terlibat dalam osmoregulasi, sintesis protein, dan pertumbuhan (Furriel *et al.*, 2000). 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. Yang *et al.*, (2021) mengungkapkan bahwa vitamin D3 terindikasi turut berpartisipasi dalam respon imun melawan bakteri pathogen.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - Agustus 2022 berlokasi di kolam dan laboratorium Budidaya Perikanan Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah akuarium, syringe 1 ml, *microtube*, *micro pipet* dan *slide glass* DO meter, timbangan, thermometer, pH meter. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah benur udang vaname, antikoagulan Na-sitrat 3,8%, metanol, pewarna giemsa, Hyperol (dari *Intracare B.V, The Netherlands*) dan pakan buatan.

Desain Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan K: Pemeliharaan udang tanpa suplementasi Hyperol.
2. Perlakuan A: Pemeliharaan udang dengan penambahan suplementasi Hyperol sebanyak 0,25 mL/kg pakan.
3. Perlakuan B: Pemeliharaan udang dengan penambahan suplementasi Hyperol sebanyak 0,5 mL/kg pakan.
4. Perlakuan C: Pemeliharaan udang dengan penambahan suplementasi Hyperol sebanyak 0,75 mL/kg pakan.
5. Perlakuan D: Pemeliharaan udang dengan penambahan suplementasi Hyperol sebanyak 1 mL/kg pakan.

Persiapan Hewan Uji dan Media Pemeliharaan

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah Benur udang vaname berukuran PL 15, yang berasal dari *hatchery* daerah kalianda. Sebelum digunakan benur dipelihara terlebih dahulu selama kurang lebih 5 hari. Hal ini bertujuan untuk mengadaptasikan benur pada media akuarium. Wadah yang digunakan berupa akuarium berukuran 40x25x30 cm sebanyak 15 buah. Padat tebar yang digunakan adalah 100 ekor/m². Pemeliharaan

Pemeliharaan udang dilakukan selama 60 hari. Selama pemeliharaan dilakukan pengontrolan dan pengecekan kualitas air. Pembersihan akuarium dilakukan setiap pagi hari yang bertujuan untuk membersihkan sisa pakan dan feses yang berada didasar akuarium. Selama pemeliharaan udang vaname diberikan pakan uji dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari yaitu pada pukul 08.00; 11.00; 14.00 dan 19.00 WIB. Tingkat pemberian pakan (FR) sebesar 5% pakan uji yang digunakan pada penelitian ini berupa pellet tenggelam.

Parameter yang diamati

Respon imun udang

Respon imun udang dapat diketahui dengan mengamati *total haemocyte count* (THC) serta *Differential haemocyte count* (DHC) pada udang yang dilakukan dengan pengambilan hemolim yang dilakukan pada hari ke 60 dan 100 hari pemeliharaan. Parameter penelitian yang diamati dan diukur dalam penelitian ini antara lain *total haemocyte count* (THC), *Differential haemocyte count* (DHC) dan kualitas air.

Total haemocyte count (THC)

Penghitungan THC mengacu pada metode Brock & Madigan (1991). Hemolim diambil sebanyak 0,1 mL dari pangkal kaki renang pertama dengan menggunakan syringe 1 mL yang sudah berisi 0,3 mL antikoagulan Na-sitrat 3,8%. Jumlah sel hemosit per mL dihitung menggunakan mikroskop pada perbesaran 400 kali.

Differential haemocyte count (DHC)

Penghitungan DHC mengacu pada metode Mix & Sparks, (1980). Hemolim yang telah didapatkan kemudian difiksasi yang dilakukan dengan cara meneteskan sedikit darah pada gelas obyek bersih di bagian sebelah kanan, dan gelas obyek lain diletakkan di sebelah kiri tetesan

hemolim membentuk sudut 30° . Kemudian gelas obyek ditarik ke kanan sampai menyentuh hemolim tersebut. Setelah darah menyebar di sepanjang tepi gelas obyek kedua dorong gelas obyek kedua tersebut ke kiri dengan tetap membentuk sudut 30° agar didapatkan preparat darah yang cukup tipis sehingga mudah diamati. Setelah itu ulasan dikeringudarkan kemudian fiksasi dalam larutan methanol selama 5-10 menit. Preparat ulas direndam pada larutan giemsa yang telah diencerkan (1:20) selama 15-20 menit dan di bilas menggunakan akuades untuk dikeringkan dan ditutup dengan gelas penutup setelah itu amati di bawah mikroskop pada perbesaran 400 kali.

Kualitas Air

Pengamatan kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut 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 *Microsoft Excel* dan dianalisis dengan menggunakan program SPSS. 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.

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah: (1) Waktu dan Tempat; (2) Alat

dan Bahan yang digunakan (3) Rancangan Penelitian; (4) Populasi dan sampel (sasaran penelitian); (5) Teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen; (6) dan teknik analisis data.

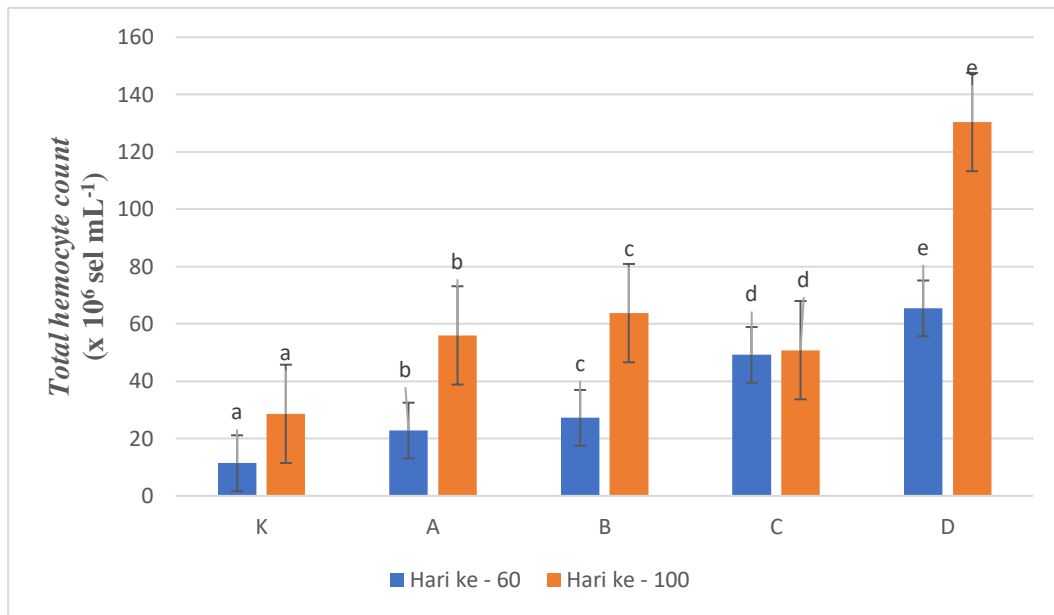
Pada penelitian lapangan, perlu juga ditampilkan peta lokasi pengambilan sampling, termasuk spesifikasi penggunaan alat dan bahan. Untuk penelitian kualitatif seperti penelitian tindakan kelas, etnografi, fenomenologi, studi kasus, dan lain-lain, perlu ditambahkan kehadiran peneliti, subyek penelitian, informan yang ikut membantu beserta cara-cara menggali data-data penelitian, lokasi dan lama penelitian serta uraian mengenai pengecekan keabsahan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Haemocyte Count (THC)

Nilai *total haemocyte count* setelah pemberian pakan dengan penambahan suplementasi hyperol pada perlakuan K, A, B, C dan D. Nilai THC cenderung mengalami peningkatan dengan nilai lebih tinggi ($p < 0,05$) pada pemberian pakan dengan suplementasi Hyperol (hari ke-60). Nilai THC perlakuan D mendapatkan nilai yang paling tinggi yaitu sebesar $65,41 \pm 1,90 \times 10^6$ sel mL^{-1} jika dibandingkan dengan perlakuan K sebesar $11,38 \pm 1,33 \times 10^6$ sel mL^{-1} . Nilai THC pada hari ke 60 pada perlakuan A, B dan C secara berturut – turut yakni $22,77 \pm 2,3 \times 10^6$ sel mL^{-1} , $27,22 \pm 1,04 \times 10^6$ sel mL^{-1} dan $49,16 \pm 1,9 \times 10^6$ sel mL^{-1} . Nilai THC mengalami peningkatan pada hari ke 100 pengambilan sampel, dengan nilai lebih tinggi ($p < 0,05$) pada perlakuan D ($130,41 \pm 3,01 \times 10^6$ sel mL^{-1}) jika dibandingkan dengan perlakuan K ($28,61 \pm 1,04 \times 10^6$ sel mL^{-1}). Pada akhir penelitian (hari ke-100), nilai THC pada perlakuan A, B dan C secara berturut-turut yakni $55,97 \pm 1,47 \times 10^6$ sel mL^{-1} , $63,75 \pm 1,47 \times 10^6$ sel mL^{-1} dan $50,17 \pm 1,76$

x 10^6 sel mL^{-1} . Nilai THC pada hari ke 60 dan 100 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Total Haemocyte Count (THC) pada udang vaname (*L. vannamei*) hari ke-60 dan hari ke-100, setelah pemberian pakan dengan suplementasi hyperol. Keterangan: K (Kontrol), A (hyperol dosis 0,25), B (hyperol dosis 0,5), C (hyperol dosis 0,75) dan D (hyperol dosis 1). Huruf di atas bar yang berbeda pada periode pengamatan yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antar perlakuan

Secara umum, kelompok krustasea memiliki sistem kekebalan non-spesifik karena tidak memiliki kemampuan untuk mengingat antigen. Kutikula udang yang keras merupakan pertahanan fisik pertama yang menghambat masuknya patogen. Jika terjadi infeksi baik bakteri, virus atau jamur, Jika patogen melewati pertahanan eksternal ini, pertahanan internal tubuh udang menjadi pertahanan kedua yang dilakukan oleh respons seluler dan humoralnya (Van de Braak, 2002)

Sistem kekebalan pada udang berbeda dengan vertebrata. Yang berperan dalam sistem imunitas udang adalah mekanisme pertahanan melalui hemosit dan protein plasma (Vergas-Albores, 1996). Hemosit adalah sel yang memiliki perangkat fungsional seperti makrofag, granulosit, dan sel pembunuh alami (sel NK) pada hewan vertebrata

(Raa, 2000). Hemosit memainkan peran penting dalam sistem kekebalan tubuh krustasea dengan mengeluarkan partikel asing melalui fagositosis, enkapsulasi, dan agregasi nodular (Rodriguez, 2000). Parameter penanda untuk evaluasi sistem pertahanan udang meliputi imunitas humerus dan seluler, yang meliputi jumlah hemosit (Le Moullac, 1998), enzim prophenoloksidase (proPO) dan aktivitas enzim fenoloksidase (PO) (Le Moullac, 1998 dan Hernandez et al., 1996). Udang memiliki 3 jenis hemosit yaitu hyalin yang berperan dalam proses fagositosis dan sel granular dan semi granular yang penting dalam proses aktivasi fenoloksidase (Mahasri et al., 2018).

Hemosit memiliki peran penting dalam sistem pertahanan tubuh udang. Faktanya total hemosit serta DHC

merupakan cara yang efektif untuk menganalisis kondisi kesehatan hewan. Populasi hemosit yang bersirkulasi berbeda berdasarkan spesies hewan tersebut. Sebagian variasi dapat disebabkan oleh penggumpalan sel (Stewart *et al.*, 1967) atau terkait dengan kondisi fisiologis hewan yang berbeda (Siddiqui & Al-Khalifa, 2014).

Hasil pengamatan THC pada perlakuan D hari ke 60 ke hari 100 menunjukkan peningkatan terbesar, hal ini mengindikasikan bahwa suplementasi hyperol yang mengandung campuran kalsium, magnesium, dan vitamin D3 memiliki efektifitas yang lebih baik dalam meningkatkan imunitas udang vaname jika dibandingkan dengan perlakuan lain. Kandungan kalsium dan magnesium sangat dibutuhkan oleh udang untuk melakukan proses molting. Secara umum, kalsium dan magnesium merupakan faktor penting yang mempengaruhi aktivitas biologis dan fisiologis krustasea. Pada sebagian besar spesies krustasea akuatik, ion ini tersedia di lingkungan akuatik dan diserap, sesuai kebutuhan, untuk menggantikan garam yang hilang

selama molting (Fieber & Lutz, 1985). Kandungan vitamin D3 yang terdapat dalam hyperol juga berperan penting dalam meningkatkan system kekebalan tubuh udang vaname. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bora *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa salah satu fungsi non-klasik vitamin D adalah partisipasi dalam sistem kekebalan tubuh. Beberapa bukti menunjukkan bahwa vitamin D3 melindungi inang dari infeksi patogen. 1,25-dihidroksivitamin D3, bentuk aktif vitamin D, memediasi reaksi imun bawaan dengan meningkatkan aktivitas antimikroba sel imun.

Differential Haemocyte Count (DHC)

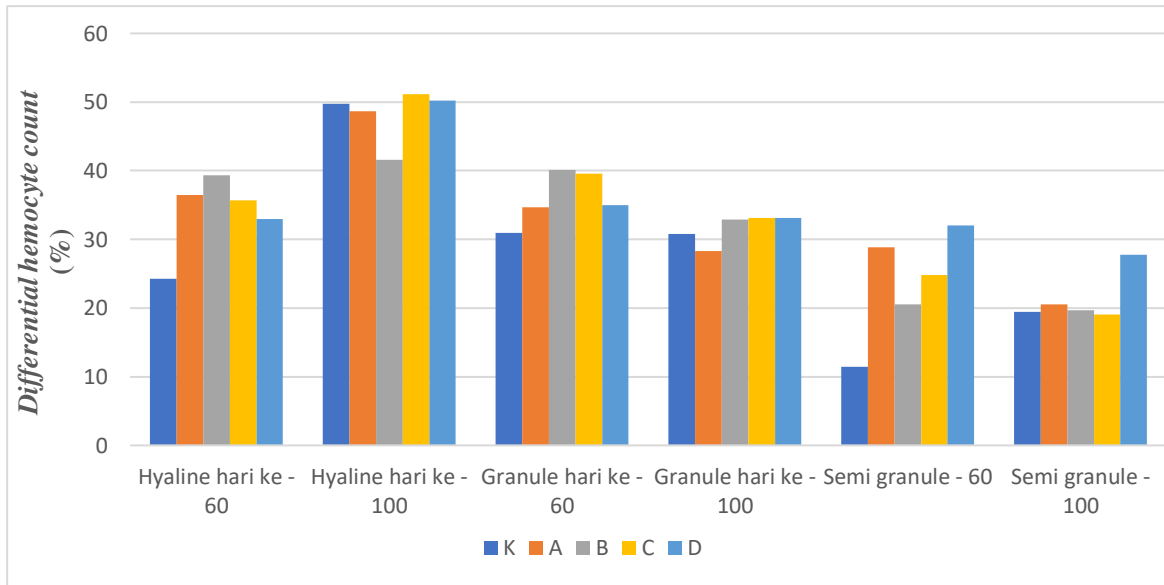
Differential Haemocyte Count pada *P. vannamei* (Tabel 1 dan Gambar 2) menunjukkan bahwa hemosit adalah yang paling banyak ditemukan pada hari ke 10 adalah pada populasi sel hyaline berkisar antara 24,2% – 39,3%. sel semi granula mencatat persentase 11,42 pada perlakuan K hingga 28,83 pada perlakuan A dan sel granula berkisar antara 30,95% pada perlakuan K hingga 40,13% pada perlakuan B.

Tabel 1. *Differential Haemocyte Count (DHC)* udang vaname hari ke 60 dan 100

Pelakuan	Tipe Sel	Rata-Rata (%)	
		Hari ke-60	Hari ke-100
K	Hyaline	24,28±9,09	49,75±18,14
	Semi Granule	11,42±4,04	19,46±9,25
	Granule	30,95±5,05	30,78±11,86
A	Hyaline	36,45±18,33	48,65±7,57
	Semi Granule	28,83±18,75	20,56±4,30
	Granule	34,70±18,55	28,31±6,89
B	Hyaline	39,32±7,19	41,57±1,77
	Semi Granule	20,54±11,13	19,67±2,30
	Granule	50,13±6,44	32,89±0,97
C	Hyaline	35,65±5,91	51,12±1,55
	Semi Granule	24,77±2,16	19,08±1,11
	Granule	39,57±6,50	33,15±1,62
D	Hyaline	33,00±9,84	50,20±1,00
	Semi Granule	32,00±6,08	27,79±1,50
	Granule	35,00±13,22	33,09±2,47

Peningkatan sel hemosit pada udang vaname terlihat pada hari ke 100 pengambilan sampel hemolim udang, dimana sel hyaline 49,75% pada perlakuan K dan sel hyaline tertinggi pada perlakuan D sebesar 50,20%. Populasi sel

semi granula pada perlakuan K 19,46% dan perlakuan D sebesar 27,79%. Sedangkan pada sel granula perlakuan K sebesar 30,78%, dan tertinggi pada perlakuan C sebesar 33,15%.



Gambar 2. *Differential Haemocyte Count (DHC)* pada udang vaname (*L. vannamei*) hari ke-60 dan hari ke-100, setelah pemberian pakan dengan suplementasi hyperol. Keterangan: K (Kontrol), A (hyperol dosis 0,25 mL/kg), B (hyperol dosis 0,5 mL/kg), C (hyperol dosis 0,75 mL/kg) dan D (hyperol dosis 1 mL/kg).

Pengamatan DHC pada tabel 1 dan gambar 2 menunjukkan respon imun udang vaname yang meningkat yang ditandai dengan meningkatnya populasi sel hemosit berupa hyaline pada semua perlakuan, namun terjadi penurunan sel hemosit berupa semi granula dan granula pada beberapa perlakuan. Meskipun penurunan yang terjadi tidak signifikan. Menurut Maftuch (2013), menyatakan bahwa penurunan persentase sel semigranular dan granular dikompensasi oleh peningkatan proporsional dalam persentase populasi hialin. Aladaileh et al., (2007), mengungkapkan bahwa peningkatan persentase jenis hemosit tertentu disebabkan oleh proliferasi seluler yang diinduksi, rekrutmen sel dari kompartemen hemolim yang tidak

bersirkulasi, atau diferensiasi seluler yang cepat sebagai respons terhadap tantangan antigenik.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan hal yang memiliki peranan penting dalam mendukung kehidupan, pertumbuhan dan status kesehatan udang vaname. Hasil pengamatan selama 60 hari dengan perlakuan penambahan vitamin D3, mineral Ca dan Mg dapat dilihat pada tabel 2. yang meliputi suhu, pH, DO, serta salinitas. Hasil yang didapatkan menunjukkan hasil pengamatan kualitas air yang masih pada batas toleransi aman untuk pemeliharaan udang vaname berdasarkan standar SNI.

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter kualitas air	Kisaran kualitas air					Kisaran Nilai SNI
	K (0 ml/kg)	A (0,25 ml/kg)	B (0,5 ml/kg)	C (0,75 ml/kg)	D 1 ml/kg	
Suhu (°C)	27,5 - 33,5	27,7-33,7	28,0 - 33,2	27,7 - 33,7	28,2 - 33,1	28 - 33
pH	6,8 - 7,5	6,9 - 8,5	7,0 - 8,2	6,7 - 8,1	6,4 - 8,4	7,5 - 8,5
DO (ppm)	5,5 - 6,0	5,8 - 6,2	5,2-6,1	5,2-6,2	5,6-6,4	>4,0
Salinitas (ppt)	18 - 35	20 - 35	18 - 34	15 - 35	15 - 35	30 - 33

Suhu air pada wadah pemeliharaan berkisar antara 27°C-33°C. Suprpto (2005) menyatakan bahwa suhu untuk budidaya udang vaname berkisar antara 27 – 32°C. Suhu air memiliki peranan penting dalam mengatur proses alamiah udang di lingkungan air serta proses fisiologi pada udang seperti laju respirasi, metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi (Varatharajan et al., 2021; Saputra et al., 2021). Kualitas air yang diukur selanjutnya adalah pH dan DO yang mendapatkan nilai yang masih dalam kisaran optimal yaitu 6,7-8,5 dan DO 5,2-6,4. Menurut (Varatharajan et al., 2021), menyatakan bahwa nilai pH yang optimal pada budidaya udang adalah 7,5-8,5 dan untuk konsentrasi DO optimal adalah 5 ppm pada area tropis. Hasil pengukuran yang terakhir merupakan salinitas yang berkisar antara 30 – 35 ppt, hasil pengukuran tersebut masih dalam batas optimal untuk pertumbuhan udang. Sejalan dengan Supono et al., (2022), yang menyatakan bahwa secara umum udang vaname menunjukkan performa pertumbuhan yang baik pada wadah budidaya dengan salinitas 15 ppt. Hasil pengukuran kualitas air tersebut didapatkan hasil yang optimal baik suhum pH, DO dan salinitas, dengan kualitas air yang baik akan membuat patogen tidak akan mudah untuk tumbuh dan menyebabkan serangan penyakit pada udang, sehingga status kesehatan udang juga akan tetap optimal.

KESIMPULAN

Penambahan kombinasi vitamin D3, mineral Ca dan Mg pada pakan dapat meningkatkan respon imun udang vaname melalui penghitungan jumlah total hemosit dan pengamatan perbedaan jenis hemosit yang dipelihara selama 60 hari.

SARAN

kegiatan budidaya udang dapat menggunakan suplementasi kombinasi vitamin D3, mineral Ca dan Mg dengan dosis 1 mL/kg pakan untuk meningkatkan sttus kesehatan udang vaname.

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

- Aladaileh S, Nair VS, Birch D, Raftos AD . 2007. Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) haemocytes. Morphology and function. J Invertebr Pathol 96:48–63
- Bora, S.A., Kennett, M.J., Smith, P.B., Patterson, A.D., Cantorna, M.T., 2018. The gut microbiota regulates endocrine vitamin D metabolism through fibroblast growth factor 23. Front. Immunol. 9.

- Brock,TD. & Madigan,MT. 1991. *Biology of Microorganisms*. Sixth ed. Prentice- Hall International,Inc
- Davis, D.A., Lawrence, A.L. & Gatlin, D.M., III (1992) Mineral requirements of *Penaeus vannamei*: a preliminary examination of the dietary essentiality for thirteen minerals. *J. World Aquacult. Soc.*, 23, 8–14.
- Fieber, L.A., Lutz, P.L., 1985. Magnesium and calcium metabolism during molting in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Canadian Journal of Zoology* 63, 1120–1124.
- Furriel, R.P.M., McNamara, J.C. & Leone, F.A. (2000) Characterization of (Na⁺, K⁺)-ATPase in gill microsome of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersia*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 126B, 303–315.
- Greenaway, P., 1993. Calcium and magnesium balance during molting in land crabs. *Journal of Crustacean Biology* 13, 191–197.
- Hernández-López J, Gollas-Galván T and Vargas-Albores F 1996 Activation of the prophenoloxidase system of the brown shrimp *Penaeus californiensis* Holmes. *Comparative Biochemistry and Physiology* 113C: 61-66.
- Johansson MW, Keyser P, Sritunyalucksana K, Söderhäll K. 2000. Crustacean hemocytes and haematopoiesis. *Aquaculture* 191: 45-52.
- Jones JC (1977). The circulatory system of insects. Springfield, IL: Thomas Spring Field. pp. 1–175.
- Le Moullac, G Soyez, C Saulnier, D Ansquer, D Avarre, J C Levy P. 1998. *Fish Shellfish Immunol* 8: 621–629.
- Ling E, Yu XQ. 2006. Hemocytes from the tobacco hornworm, *Menduca exa* have distinct functions in phagocytosis of foreign particles and self-dead cell. *Developmental and Comparative Immunology*, 30:301–309.
- Madhana S, Kanimozhi G, Panneerselvam A. 2021. Chapter 20 – Probiotics in Shrimp Aquaculture. *Advances in Probiotics Microorganisms in Food and Health*. 309-325 pp.
- Maftuch, E Prasetio, A Sudianto, M Rozik, R Nurdiyani, E Sanusi, H Nursyam, F Fariedah, Marsoedi dan Murachman. 2013. Improvement of innate immune responses and defense activity in tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fab.) by intramuscular administration of the outer membrane protein *Vibrio alginolyticus*. *SpringerPlus* 2013, 2:432 .
- Mahasri, G., Sari P.D.W., and Prayogo. 2018. Immune response and parasitic infestation on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in immuno-probio circulation system (SI-PBR) in ponds. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 137 (2018) 012024.
- Mix MC, Sparks AK (1980). Haemocyte classification and differential counts in the Dungeness crab, *Cancer magister*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 35:134-143.

- Vargas-Albores 1996 *Dev Comp Immunol* 20 299-306.
- Vazquez L, Juan A, Guadalupe M, Concepcion A, Ali Pereyra M, Edgar Z. 2009. Immunity Mechanism in Crustaceans. Sage Publications. 15(3) (2009) 179–188.
- Perazzolo LM, Gargioni R, Ogliari P, Barracco MAA (2002). Evaluation of some hematoimmunological parameters in the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* submitted to environmental and physiological stress. *Aquaculture* 214:19–33.
- Piliang, W.G. 2000. Nutrisi mineral. Institut Pertanian Bogor. Edisi ke-3. p. 13-38.
- Prastiti L A, Munti Y, Widanarni. 2018. Effectivity of prebiotic mannan oligosaccharides as the immunity enhancer and growth response on whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* against white spot disease. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 17(1), 81-86 (2018).
- Raa J 2000 *The use of immunostimulant in fish and shellfish feeds*, In : LE Cruz Suarez, D Richie-Marie, M Tapia-Salazar, MA Olver-Novoa, R Civera-Cerecedo (Eds) *Avances en Nutricion Acuicola, Merid, Yucatan, Mexico* : 47-54.
- Rodriguez J, Le Moullac G 2000 *Aquacult* 19 109-119. Le Moullac, G Soyez, C Saulnier, D Ansquer, D Avarre, J C Levy P 1998 *Fish Shellfish Immunol* 8 621–629 .
- Saputra HK, Hamka MS, Susanti L, Mulyani R, Dwiarti A, Alam HS. 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> .
- Siddiqui MI, Al-Khalifa MS (2014). Review of haemocyte count, response to chemicals, phagocytosis, encapsulation and metamorphosis in insects. *Italian Journal of Zoology*, 81(1): 2-15.
- Stewart JE, Cornick JW, Dingle JR (1967). An electronic method for counting lobster (*Homarus americanus*) hemocytes and the influence of diet on haemocyte numbers and haemolymph proteins. *Canadian Journal of Zoology*, 45: 291-304.
- Suprpto. 2005. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. CV.Biotirta. Bandar Lampung.
- Supono, Rehulina T. P, dan Sarida M. 2022. The Growth Performance of the Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Cultured at Various Salinity Conditions Using Single Step Acclimation. *AAFL Bioflux* 15(2):1061-1066.
- Varatharajan, D., P. Yuvarajan dan M. Alagappan. 2021. Importance of Water Quality Management in Whiteleg Shrimp (*Penaeus vannamei*) Farming. *AgriCos e-Newsletter* 02(09): 17-20.
- Wilder, M.N., Houg, D.T.T., Jasmani, S., Jayasankar, V., Kaneko, T., Aida, K., Hatta, T., Nemoto, S.,

Wigginton, A., 2009. Hemolymph osmolality, ion concentrations and calcium in the structural organization of the cuticle of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: Changes with molt cycle. *Aquaculture* 292, 104–110.

Yang M C, Jin X Wa, Xiu Z S. 2021. Vitamin D3 identified from metabolomic analysis of intestinal contents promotes an antibacterial response in shrimp intestinal immunity. *Aquaculture* 530 (2021) 735951.