

**EFEKTIFITAS PENGGUNAAN PROBIOTIK PADA PENTOKOLAN UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**

***Effectiveness Of Probiotic Use On Pentocopol Vannamei Shrimp
(*Litopenaeus vannamei*)***

Andi Tamsil ^{1)*}, Hasnidar ²⁾, Muhammad Saenong ²⁾, Alif Musaldi ³⁾
Andi Muhammad Akram ⁴⁾

^{1*,2,3)} Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim
Indonesia, 90232, Makassar Indonesia

⁴⁾ Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, 90232, Makassar,
Indonesia

Korespondensi Author: andi.tamsil@umi.ac.id

Diterima: 25 April 2025 ; Disetujui: 06 Mei 2025 ; Dipublikasikan: 30 Juni 2025

Keywords:
Vannamei Shrimp;
Probiotics;
Dosage;
Feed;
Effectiveness.

Kata kunci:
Udang Vaname;
Probiotik;
Dosis;
Pakan;
Efektifitas.

ABSTRACT:

Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) requires feed management and health to support growth and survival. One of the widely used approaches is the addition of probiotics in feed. This study aims to evaluate the effect of probiotic supplementation at different doses through feed on the survival and growth of vannamei shrimp during the nursery stage. The study was conducted experimentally using four treatments: A (no probiotic/control), B (2 ml/kg feed), C (3 ml/kg feed), and D (4 ml/kg feed), each with three replications. Shrimp were stocked at a density of 100 individuals per liter and reared in a controlled system. Observed parameters included survival rate (%), absolute weight gain (g), specific growth rate (SGR, %/day), and water quality. The results showed that probiotic supplementation influenced the survival and growth performance of vannamei shrimp, although the differences were not statistically significant ($p > 0.05$). Treatment B (2 ml/kg feed) yielded the highest results, with a survival rate of 61.3%, an average absolute weight gain of 8.8 g, and the highest specific growth rate compared to other treatments. Treatment A (without probiotics) showed the lowest performance in both survival and growth. Water quality parameters (temperature, pH, DO, and ammonia) were within the optimal range for vannamei shrimp growth.

ABSTRAK:

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) memerlukan manajemen pakan dan kesehatan untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah penambahan probiotik dalam pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian probiotik pada dosis berbeda melalui pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname pada stadia pentokolan. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan empat perlakuan, yaitu: A (tanpa probiotik/control), B (2 ml/kg pakan), C (3 ml/kg pakan), dan D (4 ml/kg pakan), masing-masing dengan tiga ulangan. Udang ditebar dengan padat tebar 100 ekor/liter dan dipelihara dalam sistem terkontrol. Parameter yang diamati meliputi kelangsungan hidup (%), penambahan bobot mutlak (g), dan laju pertumbuhan harian (SGR, %/hari), kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan probiotik berpengaruh terhadap performa kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik ($p > 0,05$). Perlakuan B (2 ml/kg pakan) memberikan hasil tertinggi dengan kelangsungan hidup sebesar 61,3%, bobot mutlak rata-rata 8,8 g, dan laju pertumbuhan harian tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan A (tanpa probiotik) menunjukkan performa terendah baik dalam hal kelangsungan hidup maupun pertumbuhan. Parameter kualitas air (suhu, pH, DO, dan amonia) berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan udang vaname.

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas utama dalam industri akuakultur global, termasuk di Indonesia (Mustafa et al. 2023; Asmild et al. 2024). Komoditas ini sangat diminati karena memiliki berbagai keunggulan, antara lain tingkat pertumbuhan yang cepat, efisiensi konversi pakan yang tinggi, ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan, serta nilai ekonomis yang tinggi (Aulia 2024). Permintaan pasar global dan domestik terhadap udang vaname terus meningkat, sehingga mendorong peningkatan produksi melalui intensifikasi dan modernisasi teknologi budidaya.

Namun demikian, keberhasilan budidaya udang vaname masih menghadapi berbagai tantangan, terutama yang berkaitan dengan aspek kesehatan dan pertumbuhan. Salah satu fase kritis dalam siklus hidup udang adalah tahap larva (pentokolan), di mana udang sangat rentan terhadap stres lingkungan, serangan patogen, serta kualitas air yang menurun (Rahardjo et al. 2023; Argue et al. 2002). Kegagalan dalam pengelolaan tahap ini dapat menyebabkan tingginya angka kematian, pertumbuhan yang lambat, dan penurunan kualitas benur yang dihasilkan, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap produktivitas dan keberlanjutan budidaya.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan strategi manajemen yang tepat, salah satunya melalui peningkatan kualitas nutrisi dan

kesehatan selama tahap pentokolan. Penggunaan probiotik merupakan salah satu pendekatan yang semakin banyak diterapkan dalam budidaya udang. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang apabila diberikan dalam jumlah yang tepat dapat memberikan manfaat kesehatan bagi inangnya (Mirna dan Tahir 2023). Dalam konteks budidaya udang, probiotik berperan penting dalam menjaga kesehatan usus, memperbaiki kualitas air, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit, serta mendukung pertumbuhan dan efisiensi pakan (Susianingsih et al. 2016).

Selain itu, probiotik juga berkontribusi dalam proses bioremediasi di lingkungan budidaya, dengan cara menguraikan sisa pakan dan feses menjadi senyawa yang lebih sederhana dan bermanfaat, serta membantu menjaga keseimbangan ekosistem mikroba di tambak. Penggunaan probiotik secara konsisten telah dilaporkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap antibiotik, menekan laju infeksi penyakit, dan meningkatkan kelangsungan hidup larva udang. Meskipun demikian, efektivitas probiotik sangat bergantung pada jenis mikroba yang digunakan, metode aplikasi (melalui pakan atau air), dosis pemberian, serta kondisi lingkungan budidaya.

Hingga saat ini, penelitian mengenai penerapan probiotik pada budidaya udang telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Namun, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terutama mengenai dosis optimal, kombinasi spesies probiotik yang paling efektif, serta dampaknya terhadap parameter performa larva, khususnya pada tahap

pentokolan udang vaname. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan probiotik pada pentokolan udang vaname, dengan fokus pada parameter kelangsungan hidup dan pertumbuhan sebagai indikator keberhasilan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam pengembangan teknologi budidaya udang yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan September-Desember 2024 di Laboratorium Rekayasa Biota dan Lingkungan Hidup Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UMI.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat tabel 1.

Tabel 1. Tabel alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian
Table 1. Table of tools and materials used in the study

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Udang vaname PL10	Hewan uji untuk mengevaluasi pengaruh probiotik
2	Pakan komersial	Sebagai sumber nutrisi dasar untuk udang
3	Vitamin mix (Vitaliquid)	Menunjang kebutuhan mikronutrien udang
5	Probiotik BIOPOCALL	Perlakuan utama yang mengandung <i>Bacillus</i> spp. dan enzim pencernaan
6	Akuarium kapasitas 60 liter (12 unit)	Wadah pemeliharaan udang selama penelitian
7	Timbangan digital	Mengukur bobot awal dan akhir udang untuk analisis pertumbuhan
8	DO meter, pH meter, termometer	Mengukur parameter kualitas air (oksigen terlarut, pH, suhu)
9	Alat aerasi (blower, selang, batu aerasi)	Menyediakan oksigen terlarut selama pemeliharaan udang
10	Ember dan gelas ukur	Alat bantu pencampuran dan pengukuran volume bahan
11	Pipet dan botol probiotik	Mengukur dan menambahkan probiotik sesuai dosis perlakuan
12	Saringan halus	Memisahkan sisa pakan dan kotoran dari media air

.Prosedur Penelitian

Sebanyak 4800 ekor benur udang vaname (PL 10), berukuran rata-rata 0,003 g, panjang ± 10 mm digunakan dalam penelitian ini. Benur diperoleh dari hatchery bersertifikat dan diaklimatisasi selama 3 hari sebelum ditebar ke dalam bak pemeliharaan.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu:

- Perlakuan A: Pakan tanpa probiotik (kontrol)
- Perlakuan B: Pakan + probiotik dosis 2 ml/kg pakan
- Perlakuan C: Pakan + probiotik dosis 3 ml/kg pakan

- Perlakuan D: Pakan + probiotik dosis 4 ml/kg pakan

Media pemeliharaan berupa bak fiber berkapasitas 60 liter, diisi air laut sebanyak 40 liter dengan salinitas 25 ppt dan dilengkapi dengan sistem aerasi. Kepadatan tebar adalah 10 ekor/L. Probiotik yang digunakan mengandung bakteri *Bacillus* spp. dan enzim pencernaan, dan diberikan dengan cara dicampurkan ke dalam pakan komersial menggunakan cairan perekat (molase) satu kali setiap hari pada pagi hari. Dosis probiotik disesuaikan dengan perlakuan. Pakan diberikan tiga kali sehari secara ad libitum. Selama penelitian, dilakukan pemeliharaan kualitas air dengan penggantian air 20% setiap 3 hari dan penyifonan dasar bak setiap hari. Parameter kualitas air seperti suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut dipantau secara berkala.

Sumber Data Dan Metode Pengumpulan Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas; 1) Data Primer, Data primer diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan dan pengukuran selama pelaksanaan penelitian. Data ini mencakup pertumbuhan udang vaname (berat dan panjang), kelangsungan hidup (survival rate), dan parameter kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas, amoniak). Pengukuran dilakukan secara berkala sesuai dengan desain perlakuan. 2) Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi pustaka yang mencakup referensi ilmiah, jurnal, buku teks, serta sumber lain yang relevan, yang digunakan untuk

mendukung latar belakang teori, metodologi, dan pembahasan hasil.

Metode pengumpulan data meliputi:

- a) Pengukuran pertumbuhan dilakukan dengan menimbang bobot udang menggunakan timbangan digital dan mengukur panjang menggunakan mistar/penggaris setiap minggu selama masa pemeliharaan.
- b) Kelangsungan hidup dihitung berdasarkan jumlah udang hidup dibandingkan jumlah awal populasi, dinyatakan dalam persen.
- c) Kualitas air diamati setiap hari yaitu suhu, menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter, salinitas menggunakan refractometer. Sedangkan oksigen terlarut dan amoniak diukur perminggu menggunakan DO meter, spektrofotometer.

Parameter yang diamati

Adapun parameter yang diamati adalah sebagai berikut :

1. Kelangsungan Hidup (%)

$$KH = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

2. Pertumbuhan Mutlak bobot (g)

$$PW = W_t - W_o$$

3. Laju Pertumbuhan Harian (%)

$$LPH = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100$$

4. Parameter kualitas air = suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, amoniak

Analisis Data

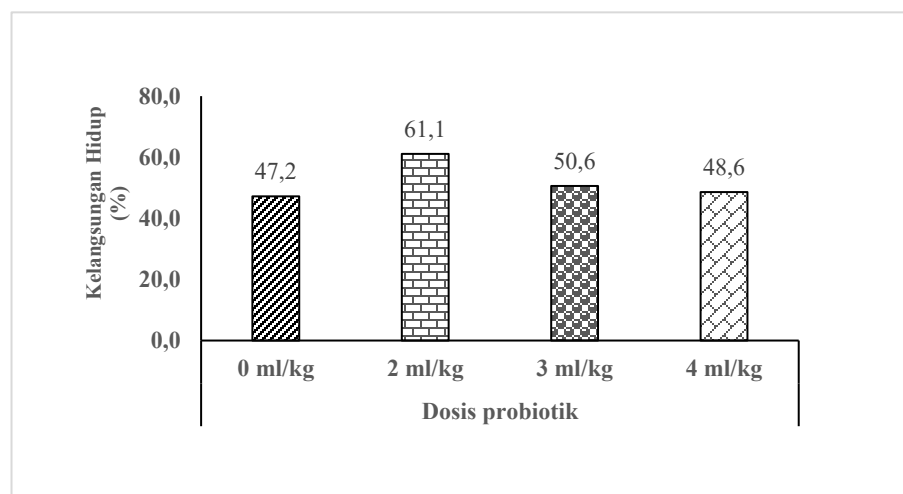
Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), oleh karena perlakuan memberikan pengaruh terhadap parameter yang diamati maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Semua uji statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak Minitab (Versi 16, © University of Stirling, 2013). Perbedaan dianggap signifikan secara statistik pada $P < 0,05$. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kelangsungan Hidup (%)

Tingkat kelangsungan hidup udang vaname

selama penelitian disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian probiotik dengan dosis berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelangsungan hidup udang vaname ($p > 0,05$). Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat adanya perbedaan antarperlakuan, di mana perlakuan B (2 ml/kg pakan) menghasilkan kelangsungan hidup tertinggi sebesar 61,3%, sedangkan perlakuan C (3 ml/kg pakan) dan D (4 ml/kg pakan) menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang lebih rendah, masing-masing sebesar 50,6% dan 48,6%. Perlakuan A (kontrol tanpa probiotik) mencatat tingkat kelangsungan hidup 47,2%.



Gambar 1. Tingkat Kelangsungan Hidup (%) udang vaname
Figure 1. Survival Rate (%) of vannamei shrimp

Peningkatan kelangsungan hidup pada perlakuan B menunjukkan bahwa dosis probiotik 2 ml/kg pakan kemungkinan merupakan dosis optimal dalam mendukung kesehatan dan daya tahan udang vaname pada fase penggelondongan. Probiotik dalam dosis ini mampu memperbaiki keseimbangan mikroba

di dalam saluran pencernaan serta meningkatkan respon imun non-spesifik, sehingga udang menjadi lebih tahan terhadap stres lingkungan dan serangan patogen.

Sebaliknya, pada dosis yang lebih tinggi (perlakuan C dan D), kelangsungan hidup justru

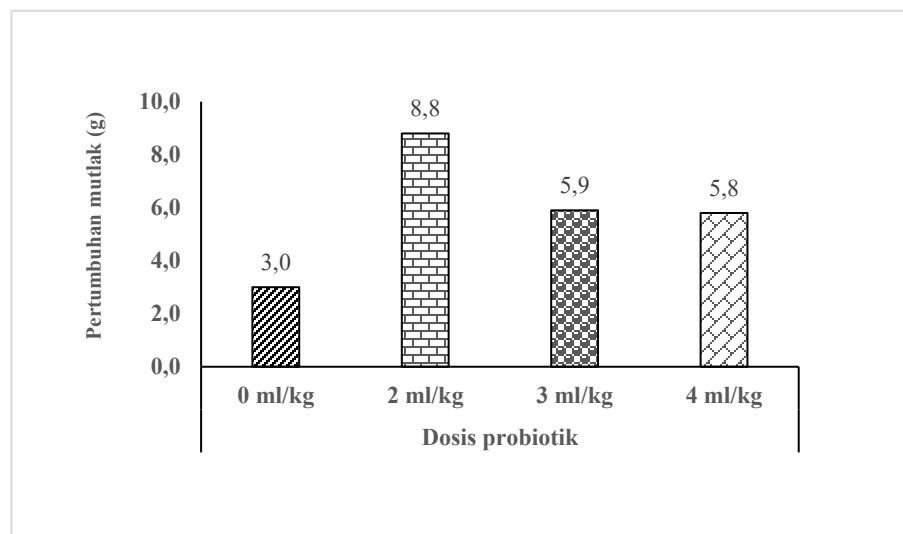
menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain terjadinya ketidakseimbangan mikrobiota akibat dominasi spesies probiotik, kompetisi antarmikroba, atau akumulasi metabolit sekunder yang bersifat toksik bagi udang. Keadaan ini dapat mengganggu homeostasis lingkungan mikro dalam sistem pencernaan maupun media pemeliharaan, sehingga meningkatkan kerentanan udang terhadap stres dan penyakit. Hal serupa dilaporkan oleh Amiin et al. (2023), yang menyatakan bahwa pemberian probiotik dalam jumlah berlebihan dapat berdampak negatif terhadap stabilitas ekosistem mikroba dan efektivitas sistem imun udang. Selain itu, rendahnya kelangsungan hidup pada dosis tinggi juga dapat dikaitkan dengan perubahan kualitas air akibat aktivitas metabolik bakteri probiotik yang berlebih. Aktivitas ini dapat meningkatkan beban organik dan menyebabkan penurunan kualitas media pemeliharaan, seperti peningkatan konsentrasi

amonias atau turunnya kadar oksigen terlarut, meskipun secara umum parameter kualitas air masih berada dalam kisaran optimum.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya penentuan dosis yang tepat dalam aplikasi probiotik pada budidaya udang vaname. Pemberian probiotik pada dosis optimal (2 ml/kg pakan) dapat meningkatkan performa kelangsungan hidup, namun dosis yang lebih tinggi tidak menjamin hasil yang lebih baik dan justru dapat menimbulkan efek yang merugikan.

Pertumbuhan mutlak (g) udang vaname

Data pertumbuhan mutlak udang vaname selama penelitian disajikan pada Gambar 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis probiotik yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak udang vaname ($p > 0,05$).



Gambar 2. Pertumbuhan mutlak (g) udang vaname
Figure 2. Absolute growth (g) of vannamei shrimp

Meskipun tidak signifikan secara statistik, tren rata-rata pertumbuhan mutlak menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan B (8,8 g), kemudian diikuti oleh perlakuan C (5,9 g), D (5,8 g), dan yang terendah pada kontrol A (3,0 g). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian probiotik dengan dosis 2 ml/kg pakan mampu meningkatkan efisiensi pertumbuhan dibandingkan perlakuan tanpa probiotik maupun dengan dosis yang lebih tinggi.

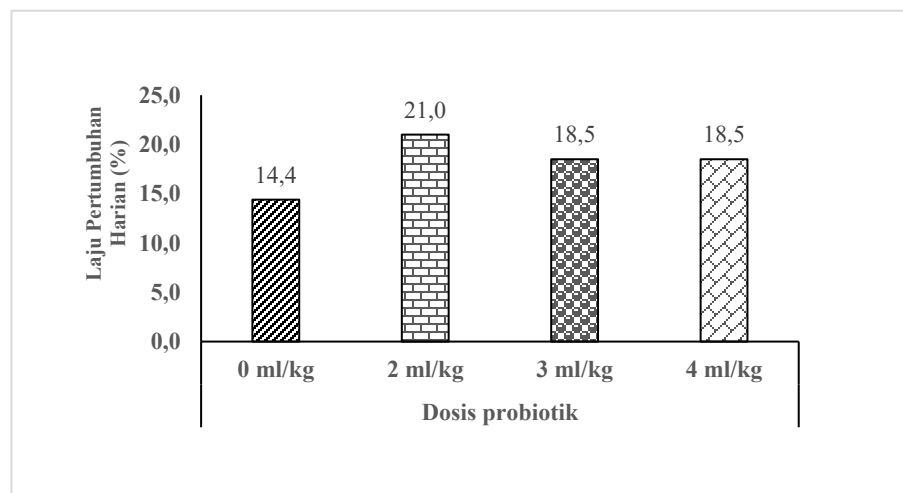
Kemungkinan penyebab efektivitas dosis 2 ml/kg pakan adalah keseimbangan antara aktivitas mikroba probiotik dan respons fisiologis udang. Probiotik yang digunakan (BIOPOCALL) mengandung berbagai strain *Bacillus* spp. serta enzim pencernaan seperti protease, amilase, dan lipase, yang berperan dalam meningkatkan daya cerna dan efisiensi pemanfaatan nutrisi dalam pakan. Ini didukung oleh Eyre *et al.* (2025), yang melaporkan bahwa probiotik berbasis *Bacillus* dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan metabolisme

protein serta energi, sehingga mendorong pertumbuhan yang lebih cepat.

Namun, peningkatan dosis probiotik pada perlakuan C dan D justru menunjukkan penurunan performa pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa dosis probiotik memiliki ambang batas efektivitas, dan pemberian secara berlebihan dapat menyebabkan ketidakseimbangan mikrobiota di saluran pencernaan, menghasilkan metabolit sekunder berlebih, atau menyebabkan stres mikroba yang mengganggu proses fisiologis udang.

Laju pertumbuhan harian (Specific Growth Rate/SGR)

Laju Pertumbuhan harian udang vaname selama penelitian disajikan pada gambar 3. Hasil analisis ragam kembali menunjukkan bahwa pemberian probiotik tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian udang vaname ($p > 0,05$).



Gambar 3. Laju pertumbuhan harian (%) udang vaname
Figure 3. Daily growth rate (%) of vannamei shrimp

Secara tren, nilai SGR tertinggi juga dicapai pada perlakuan B, yang konsisten dengan hasil pertumbuhan mutlak. Konsistensi ini menunjukkan bahwa pemberian probiotik pada dosis optimal dapat mempercepat sintesis jaringan dan efisiensi konversi pakan dalam tubuh udang.

Kandungan nutrisi dalam pakan sudah cukup untuk mendukung kebutuhan metabolik udang vaname pada fase awal. Oleh karena itu, peran probiotik lebih terlihat dalam mengoptimalkan pemanfaatan nutrisi tersebut melalui peningkatan aktivitas enzimatis dan keseimbangan mikroba dalam sistem pencernaan. Rengpipat et al. (2000) menyatakan bahwa kombinasi antara pakan bernutrisi tinggi dan suplemen probiotik dapat menciptakan efek sinergis dalam meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan kesehatan hewan akuatik.

Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Temuan ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan manfaat penggunaan probiotik dalam meningkatkan performa udang. Yasin et al. (2024) melaporkan bahwa penggunaan probiotik

Minaraya dengan dosis 10 ml/kg pakan mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih udang vaname PL10 secara signifikan. Sementara itu, Pakaya et al. (2022) menemukan bahwa dosis optimal probiotik berbeda tergantung pada jenis dan metode aplikasi, di mana dosis 30 ml/kg menghasilkan performa terbaik dibandingkan dosis lain.

Perbedaan temuan antar penelitian menunjukkan bahwa respons terhadap probiotik sangat kontekstual, tergantung pada jenis probiotik (Maicá et al., 2014), metode pemberian (pakan atau media) (Plaza-Diaz et al., 2019; Hasnidar et al., 2025), kepadatan tebar (Debi et al., 2024), kualitas pakan (Debi et al., 2024), serta kualitas air/kondisi lingkungan (Qiu et al., 2023); (Redhwan et al., 2024). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian spesifik terhadap tiap jenis probiotik dan formulasi pakan dalam konteks sistem budidaya yang digunakan.

Kualitas Air dan Lingkungan Pemeliharaan

Hasil pengamatan kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada table 2 berikut.

Tabel 2. Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian
Table 2. Water quality parameters observed during the study

No.	Parameter Kualitas Air	Nilai Kisaran Selama Pemeliharaan	Kisaran Optimal	Pustaka
1	Suhu (°C)	28–30	25–32	Setiawan, 2025
2	pH	7,6–8,1	28–30 7,5–9,0 7,5–8,5	KEPMEN-KP/15, 2022 Setiawan, 2025 KEPMEN-KP/15, 2022
3	Oksigen Terlarut (DO, mg/L)	>5	4,6–8,2 >4	Setiawan, 2025 KEPMEN-KP/15, 2022
4	Salinitas (ppt)	25	26–30 15–25	KEPMEN-KP/15, 2022 Maicá et al., 2014
5	Amonia (NH ₃ , mg/L)	≤0,05	≤0,1	KEPMEN-KP/15, 2022

Penggunaan probiotik juga berkontribusi positif terhadap stabilitas kualitas air selama pemeliharaan. Parameter kualitas air seperti suhu (28–30°C), pH (7,6–8,1), oksigen terlarut (>5 mg/L), dan konsentrasi amonia ($\leq 0,05$ mg/L) selama masa percobaan tetap berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (KEPMEN-KP/15, 2022). Probiotik diketahui mampu mendegradasi bahan organik dan menurunkan kadar senyawa beracun seperti amonia dan nitrit melalui aktivitas mikroorganisme heterotrof.

Kualitas air yang stabil berperan penting dalam menjaga homeostasis fisiologis udang, mengurangi stres, dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan. Dengan demikian, kondisi lingkungan yang sehat dan penggunaan probiotik secara tepat dapat menciptakan sinergi yang menguntungkan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname, terutama pada fase larva hingga benih.

KESIMPULAN

Dosis probiotik 2 ml/kg pakan merupakan dosis yang terbaik untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname PL10 dalam penelitian ini. Dosis yang terlalu tinggi (3–4 ml/kg pakan) justru cenderung menurunkan performa, baik dari aspek pertumbuhan maupun tingkat kelangsungan hidup. Penggunaan pakan buatan dengan kandungan nutrisi yang cukup, jika dipadukan dengan dosis probiotik yang tepat, memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan udang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Muslim Indonesia (UMI) melalui Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya (LP2S) atas dukungan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang budidaya perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiin M.K., Lahay A.F., Putriani R.B., et al. 2023. *The Role Of Probiotics In Vannamei Shrimp Aquaculture Performance - A review*. *Veterinary World* 16 (3): 638–649. DOI: 10.14202/vetworld.2023.638-649.
- Argue B.J., Arce S.M., Lotz J.M., Moss S.M. 2002. *Selective Breeding of Pacific White Shrimp (Litopenaeus Vannamei) for Growth and Resistance To Taura Syndrome Virus*. *Aquaculture* 204 (3–4): 447–460. DOI: 10.1016/S0044-8486(01)00830-4.
- Asmild M., Hukom V., Nielsen R., Nielsen M. 2024. *Is Economies of Scale Driving the Development in Shrimp Farming from Penaeus Monodon to Litopenaeus vannamei? The Case of Indonesia*. *Aquaculture* 579 (January 2023): 740178. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2023.740178.
- Aulia D. 2024. *The Development of Shrimp Culture in Indonesia*. KOSFAS OA-7 (February): 142–149.
- Debi, S., Salam, M. A., Das, S. K., Alam, M. S., Rahman, M. L., Hossain, M. S., & Mazumder, S. K. (2024). *Effect of Stocking Density, Multispecies Probiotics, and Biofloc on Metabolic and Physiological Responses of Puntius sophore in Laboratory Conditions*.

- Water* (Switzerland), 16(6), 1–14. DOI: 10.3390/w16060820.
- Eyre K.E., Pan L., Harper K., Prada e Silva L.F. 2025. *The Effect of A Bacillus-Based Probiotic on Feed Intake and Digestibility of A Forage and A Feedlot Diet in Bos Indicus Steers. Veterinary and Animal Science* 29 (May): 100463. DOI: 10.1016/j.vas.2025.100463.
- Hasnidar, H., Tamsil, A., Saenong, M., Zidiq, M. I., & Akram, A. M. 2025. *Improving the Efficiency of Formulated Feed by Probiotic Addition in Nile Tilapia (Oreochromis niloticus Peters, 1852) Aquaculture. AGRIKAN-Jurnal Agribisnis Perikanan*, 18(1), 182–188. DOI: 10.52046/agrikan.v18i1.182-188 Improving.
- KEPMEN-KP/15. 2022. *Pedoman Umum Pengembangan Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Berbasis Kawasan* (Vol. 1). <https://kkp.go.id/download-pdf>.
- Maicá, P. F., de Borba, M. R., Martins, T. G., & Wasielesky, W. 2014. *Effect of Salinity on Performance and Body Composition of Pacific White Shrimp Juveniles Reared in A Super-Intensive System. Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(7), 343–350. DOI: 10.1590/S1516-35982014000700001.
- Mirna, Tahir R. 2023. Optimasi Dosis Molase dan Probiotik *Lactobacillus* sp. terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila. *Jurnal Galung Tropika* 12 (1): 9–16. DOI: <https://doi.org/10.31850/jgt.v12i1.940>.
- Mustafa A., Syah R., Paena M., et al. 2023. *Strategy for Developing Whiteleg Shrimp (Litopenaeus vannamei) Culture using Intensive/Super-Intensive Technology in Indonesia. Sustainability (Switzerland)* 15 (3). DOI: 10.3390/su15031753.
- Pakaya D., Tuiyo R., Lamadi A. 2022. Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi* 2 (1): 13–20. DOI: 10.56190/jvst.v2i1.16.
- Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., & Gil, A. 2019. *Mechanisms of Action of Probiotics. Advances in Nutrition*, 10(1), S49–S66. DOI: 10.1093/advances/nmy063.
- Qiu, Z., Xu, Q., Li, S., Zheng, D., Zhang, R., Zhao, J., & Wang, T. 2023. *Effects of Probiotics on the Water Quality, Growth Performance, Immunity, Digestion, and Intestinal Flora of Giant Freshwater Prawn (Macrobrachium rosenbergii) in the Biofloc Culture System. Water (Switzerland)*, 15(1211), 1–15. DOI: 10.3390/w15061211.
- Rahardjo K.K.E., Satyantini W.H., Amin M., Mukti A.T. 2023. *Water Profile of White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Infected with White Feces Disease (WFD). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1273 (1). DOI: 10.1088/1755-1315/1273/1/012061.
- Redhwan, A., Eissa, E. S. H., Ezzo, O. H., Abdelgeliel, A. S., Munir, M. B., Chowdhury, A. J. K., Kari, Z. A., Syafaat, M. N., Suryani, A. E., Eissa, M. E. H., & Abd Al-Kareem, O. M. (2024). *Effects of Water Additive Mixed Probiotics on Water Quality, Growth Performance, Feed Utilization, Biochemical Analyses and Disease Resistance Against Aeromonas Sobria of Nile Tilapia. Desalination and Water Treatment*, 319(August 2023), 100480. DOI: 10.1016/j.dwt.2024.100480.
- Rengpipat S., Rukpratanporn S., Piyatiratitivorakul S., Menasaveta P. 2000. *Immunity Enhancement in Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon) by A Probiotic Bacterium (Bacillus S11). Aquaculture* 191 (4): 271–288. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00440-3;
- Setiawan, A. (2025). *Analysis of pH, Temperature and DO of Vannamei Shrimp (Litopenaeus vannamei) rearing pond at PT . Biru Laut Nusantara, Pangandaran, West Java. Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 1(1), 6–11.
- Susianingsih E., Atmomarsono M., Kurniawan K.

2016. Aplikasi Probiotik Rica 4, 5, dan 3 Pada Budidaya Udang Vaname di Tambak yang Diaerasi Menggunakan Blower Supercharge. Pp. 867–876. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.
- Yasin A., Arafik L., Tuiyo R. 2024. Pengaruh Penambahan Probiotik dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vannameu (*Litopenaeus vannamei*). *Research Review Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 3 (2): 201–209.