

Pertumbuhan Dan Sintasan Udang Vaname Yang Diberi Probiotik Dengan Persentase Yang Berbeda

Sarmin*, Aryanti Indah Setyastuti, Denny Indra Yudistira

Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto
Corresponding author, e-mail: sarminaljabar070688@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan probiotik (Probio-7) dalam pakan terhadap performa pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), yang diukur melalui parameter Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR), dan Survival Rate (SR). Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2025 di Laboratorium Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Purwokerto. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas: P1 (kontrol tanpa probiotik), P2 (probiotik 12 ml/kg pakan), P3 (probiotik 14 ml/kg pakan), dan P4 (probiotik 16 ml/kg pakan). Udang yang digunakan memiliki berat awal rata-rata $1,28 \pm 0,02$ gram dan dipelihara dalam wadah berisi 15 liter air dengan kepadatan 15 ekor per wadah. Pakan yang digunakan adalah pelet komersial berkadar protein 32%, diberikan tiga kali sehari (pukul 08.00, 16.00, dan 22.00) secara ad libitum. Probiotik dicampurkan pada pakan sesuai dengan dosis perlakuan. Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan probiotik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan udang vaname. Perlakuan terbaik diperoleh pada P4, yang menghasilkan nilai SGR tertinggi sebesar $3,08 \pm 0,03$ g/hari, FCR terendah sebesar $0,33 \pm 0,02$, serta tingkat kelangsungan hidup (SR) tertinggi sebesar $84 \pm 7\%$. Dengan demikian, penambahan probiotik pada dosis 16 ml/kg pakan terbukti meningkatkan performa budidaya udang vaname.

Kata kunci: udang vaname; probiotik; pertumbuhan; sintasan; efisiensi pakan

Growth Performance and Survival Rate of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Supplemented with Varying Probiotic Levels

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of probiotic (Probio-7) supplementation in feed on the growth performance of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*), specifically evaluating Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR), and Survival Rate (SR). The research was conducted from March to May 2025 at the Laboratory of Nahdlatul Ulama University (UNU) Purwokerto. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications. The treatments included: P1 (control, without probiotics), P2 (12 ml/kg of probiotics), P3 (14 ml/kg), and P4 (16 ml/kg). The shrimp used had an initial average weight of 1.28 ± 0.02 g and were stocked at a density of 15 shrimp per container with a water volume of 15 liters. The shrimp were fed three times daily (at 08:00, 16:00, and 22:00) to satiation using commercial pellets containing 32% protein, with probiotics added according to treatment levels. The culture period lasted for 30 days. The results showed that probiotic supplementation significantly influenced shrimp growth and feed efficiency. The best performance was observed in treatment P4, which resulted in the highest SGR at 3.08 ± 0.03 %, the lowest FCR at 0.33 ± 0.02 , and the highest survival rate of $84 \pm 7\%$. These findings suggest that adding probiotics at a concentration of 16 ml/kg feed can effectively improve the growth rate, feed utilization, and survival of *L. vannamei* in short-term culture conditions.

Keywords: whiteleg shrimp; probiotics; growth performance survival rate; feed efficiency.

PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu kegiatan unggulan dalam sektor akuakultur, baik di Indonesia maupun di tingkat global. Komoditas ini menjadi primadona karena memiliki berbagai keunggulan, antara lain pertumbuhan yang cepat, tingkat kelangsungan hidup (sintasan) yang tinggi, serta kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan budidaya. Selain itu, udang vaname juga dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi, baik dalam sistem tradisional maupun intensif (Arsad *et al.*, 2017), menjadikannya sangat potensial untuk dikembangkan dalam skala ekonomi. Namun, dalam praktik budidaya intensif, berbagai tantangan kerap muncul, terutama berkaitan dengan penurunan kualitas lingkungan dan munculnya penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan serta menurunkan sintasan udang. Probiotik diharapkan dapat mengatasi permasalahan ini, salah satu pendekatan yang semakin banyak diterapkan akhir-akhir ini adalah penggunaan probiotik dalam sistem budidaya. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang bila diberikan dalam jumlah yang sesuai, mampu memberikan manfaat positif bagi organisme budidaya.

Probiotik pada budidaya udang dapat berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pakan, memperbaiki kualitas air, mendukung pertumbuhan, serta meningkatkan respons imun udang. Probiotik dapat diberikan melalui media air atau dicampur langsung ke dalam pakan. Jenis probiotik yang umum digunakan berasal dari genus *Bacillus*, *Lactobacillus*, dan *Saccharomyces*. Keberhasilan penggunaan probiotik sangat bergantung pada dosis yang diberikan. Jika sesuai, probiotik dapat meningkatkan metabolisme dan mempercepat pertumbuhan. Namun, jika dosisnya berlebihan, probiotik justru dapat menimbulkan stres dan mengganggu keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan udang (Zhou *et al.*, 2009). Pakan yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis udang dan mudah dicerna ketersediaannya sangat penting untuk udang vaname (Juliana *et al.* 2018). Probiotik mampu memperbaiki efisiensi pakan dan meningkatkan kualitas lingkungan (Umasugi *et al.*, 2018). Dukungan penelitian lain oleh (Dewi & Evi 2017) serta (Erzaneti *et al.* 2017) menunjukkan bahwa penggunaan probiotik dalam pakan dapat meningkatkan bobot panen, efisiensi pakan, serta menurunkan biaya produksi. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui dosis optimal probiotik dalam pakan guna memaksimalkan pertumbuhan dan sintasan udang vaname, tanpa menimbulkan efek negatif bagi kesehatan udang maupun keseimbangan lingkungan budidaya.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2025 di Laboratorium Universitas Nahdlatul Ulama (UNU) Purwokerto. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sebanyak 225 ekor. Jenis pakan yang digunakan adalah pelet (LP1) dengan kandungan protein sebesar 32% serta suplemen tambahan berupa probiotik (Probio-7). Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi: 15 buah wadah budidaya berukuran 40×25×30 cm, aerator, batu aerasi, selang, seser kecil, jaring, plastik, penggaris, milimeter blok, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram, pH paper, termometer, DO meter, refraktometer, serta kamera Hp untuk dokumentasi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. P1: Pakan pelet tanpa penambahan probiotik (kontrol), P2: Pakan pelet ditambahkan probiotik Probio-7 sebanyak 12 ml/kg, P3: Pakan pelet ditambahkan probiotik Probio-7 sebanyak 14 ml/kg, P4: Pakan pelet ditambahkan probiotik Probio-7 sebanyak 16 ml/kg.

Tahap awal penelitian dimulai dengan persiapan alat dan bahan, seperti pengisian wadah budidaya dengan 15 liter air bersih, pemasangan aerator, serta penyesuaian suhu dan salinitas. Udang vaname yang telah disortir ditebar ke masing-masing wadah sebanyak 15 ekor. Masa pemeliharaan berlangsung selama 30 hari. Pakan diberikan tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 16.00, dan 22.00 secara *ad libitum*. Probiotik ditambahkan ke dalam pakan sesuai dengan dosis masing-masing perlakuan. Setiap pagi dilakukan penyiponan untuk membuang sisa pakan dan

kotoran, sekaligus menambah air untuk mengganti volume yang hilang. Pengukuran berat udang dilakukan seminggu sekali. Berat menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram. Parameter pendukung berupa kualitas air seperti suhu, pH, salinitas, dan DO juga diukur secara berkala selama masa pemeliharaan. Variabel Pengamatan Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah Specific Growth Rate (SGR). Variabel lain yang mendukung meliputi Feed Conversion Ratio (FCR) dan Survival Rate (SR).

Specific Growth Rate (SGR) dihitung dengan menggunakan rumus kutipan (Muchlisin *et al.*, 2016) dinyatakan dengan rumus yaitu:

$$SGR = (\ln W_t - \ln W_o) / t \times 100\%$$

Keterangan: SGR = Spesifik growth rate (SGR) (%); W_t = Bobot rata-rata ikan pada saat akhir (g); W_o = Bobot rata-rata pada awal (g); t = lama perlakuan (hari)

Feed Conversion Ratio (FCR) Perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan total penambahan berat ikan (rasio konversi pakan) dihitung menggunakan rumus kutipan (Fry *et al.*, 2018) yaitu:

$$FCR = \frac{F}{(W_t - W_o)}$$

Keterangan: FCR = Feed conversion ratio; F = Jumlah pakan yang diberikan (g); W_t = Bobot ikan akhir penelitian (g); W_o = Bobot ikan awal penelitian (g)

Sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dihitung mengacu pada rumus (Muchlisin *et al.*, 2016) sebagai berikut:

$$SR = [N_t - N_o / N_o] \times 100\%$$

Keterangan: SR = Survival Rate (%); N_t = Jumlah ikan akhir penelitian; N_o = Jumlah ikan awal penelitian

Parameter Kualitas Air

Selama masa pemeliharaan ikan uji dilakukan pengukuran kualitas air. Tujuan dari pengukuran kualitas air adalah untuk menjaga dan memastikan kondisi wadah pemeliharaan ikan uji dalam kondisi yang baik. Parameter data kualitas air yang diukur meliputi dissolved oxygen (DO), potensial hydrogen (pH), Suhu dan Salinitas. Ketiga parameter tersebut merupakan faktor pembatas untuk ikan. Pada setiap wadah pemeliharaan pengukuran DO, pH, Suhu dan Salinitas dilakukan 1 minggu sekali. Data penelitian ini dianalisis secara statistik pada Tingkat kepercayaan 95% menggunakan *Analysyst of Variant* (ANOVA). Parameter laju pertumbuhan dan sintasan dianalisis secara deskriptif disajikan dalam bentuk diagram batang. Apabila uji statistik menunjukkan hasil berpengaruh nyata maka, dilakukan uji lanjut berdasarkan nilai koefisien keragamannya (Hanafiah, 2010). Alat bantu pengolahan data statistik menggunakan SPSS versi 25.

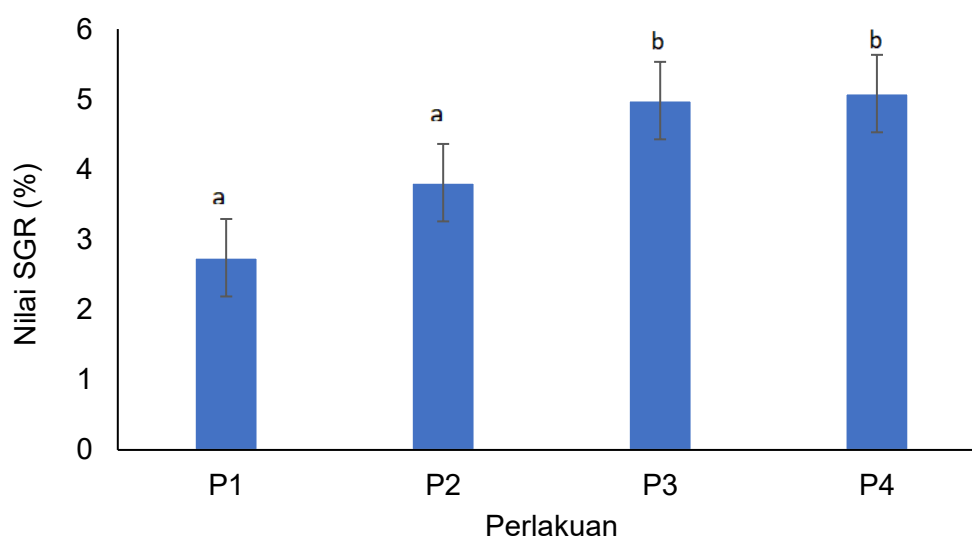
HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifik growth rate (SGR)

Hasil perhitungan Spesifik growth rate (SGR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama penelitian disajikan pada Gambar 1. Tingginya nilai rata-rata spesifik growth rate (SGR) udang vaname pada perlakuan P4 ($5,08 \pm 0,03$ %) tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 ($4,98 \pm 0,12$ %).

%) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan P1 ($2,74 \pm 0,14$) dan P2 ($3,81 \pm 0,18$). Specific growth rate (SGR) terbaik terjadi pada perlakuan P4 hal ini diduga adanya penambahan probiotik “probio-7” meningkatkan keberadaan jumlah bakteri di dalam saluran pencernaan dan membantu sekresi bahan makanan. Bakteri yang terdapat dalam “Probio-7” yakni *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae*, *Rhodopseudomonas*, *Actinomycetes*, dan *Nitrobacter*. Adanya bakteri *Bacillus subtilis* dalam probiotik tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan seperti yang dinyatakan (Rahmawan & Herawati, 2014) bahwa bakteri *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan enzim protease dan lipase yang dapat mendegradasi asam amino dan dapat meningkatkan pertumbuhan. Selanjutnya ditambahkan oleh (Ezraneti *et al.*, 2018) bahwa adanya enzim protease dan amylase yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus* sp akan dapat meningkatkan daya cerna udang vaname sehingga sari makanan dapat diserap oleh tubuh secara maksimal. Adanya bakteri *Lactobacillus* berfungsi meningkatkan kekebalan tubuh untuk melawan infeksi. Hal ini disebabkan pengaruh probiotik aktifitas protease bekerja lebih besar sehingga penyerapan asam-asam amino pada usus-usus udang vaname lebih optimal. Enzim yang disekresikan ini jumlahnya meningkat sesuai dengan dosis probiotik yang ditambahkan dalam pakan dan nilai kecernaan pakan meningkat, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan udang vaname (Xie *et al.*, 2019).

Probiotik berperan penting dalam meningkatkan performa pertumbuhan udang melalui beberapa mekanisme biologis. Mikroorganisme probiotik, seperti *Bacillus spp.*, mampu menghasilkan enzim-enzim pencernaan (misalnya protease, amilase, dan lipase) yang membantu proses pemecahan nutrisi dalam pakan, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh udang vaname (Verschuere *et al.*, 2000). Pencernaan yang lebih baik, membuat udang vaname memperoleh lebih banyak energi untuk pertumbuhan jaringan tubuh. Selain itu, probiotik juga membantu menjaga keseimbangan mikroflora dalam sistem pencernaan udang. Lingkungan usus yang sehat mendukung metabolisme yang lebih efisien dan menurunkan risiko infeksi bakteri patogen yang dapat mengganggu pertumbuhan (Gatesoupe, 1999). Perlakuan probiotik juga terbukti menurunkan kadar amonia dan senyawa toksik lain di media budidaya, yang secara tidak langsung menciptakan kondisi lingkungan yang lebih ideal bagi pertumbuhan udang. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Widanarni *et al.*, 2012) yang menyatakan bahwa penggunaan probiotik secara teratur dalam sistem budidaya intensif dapat meningkatkan performa pertumbuhan udang vaname secara signifikan.



Gambar 1. Specific growth rate (SGR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diikuti huruf superscript yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Feed conversion ratio (FCR)

Hasil perhitungan Feed conversion ratio (FCR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama penelitian dari perlakuan yang diberikan disajikan pada Gambar 2. Hasil penelitian Survival rate (SR) pada udang vaname yang dipelihara selama 30 hari menunjukkan bahwa Survival rate (SR) terbaik terjadi pada perlakuan yang diberi probiotik 16 ml/Kg yaitu P4 (94±7%). Perlakuan P4 berbeda nyata dengan Perlakuan P1 (68±2%) dan P2 (70±6%) tetapi tidak berbeda nyata dengan dan P3 (90±8%). Hal ini diduga karena efek positif dari penambahan probiotik seperti agen antitoksik, antibakteri dan antifungi sehingga dapat menyebabkan peningkatan tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Menurut (Yulvizar *et al.*, 2014), penggunaan probiotik sebagai bentuk pengendalian biologis (biological control) karena perannya dalam membatasi atau membunuh hama dan penyakit, juga berperan dalam peningkatan kualitas air media pemeliharaan udang vaname. Sintasan pada udang vaname menunjukkan bahwa penambahan probiotik yang mengandung *Bacillus* sp ke dalam pakan lebih baik dibandingkan dengan pemberian pakan pellet tanpa penambahan probiotik. (Permanti *et al.*, 2018) pemberian probiotik *Bacillus* sp mampu meningkatkan sintasan dan pertumbuhan udang vaname. Prinsip dasar kerja probiotik adalah pemanfaatan kemampuan mikroba dalam meningkatkan penyerapan pada saluran pencernaan udang vaname. Senyawa senyawa racun yang dihasilkan pada metabolisme bakteri probiotik seperti asam laktat, hidrogen peroksida, bakteriosin yang bersifat antimikroba dan antibiotik mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen (Sachdeva *et al.*, 2024).

Kualitas Air

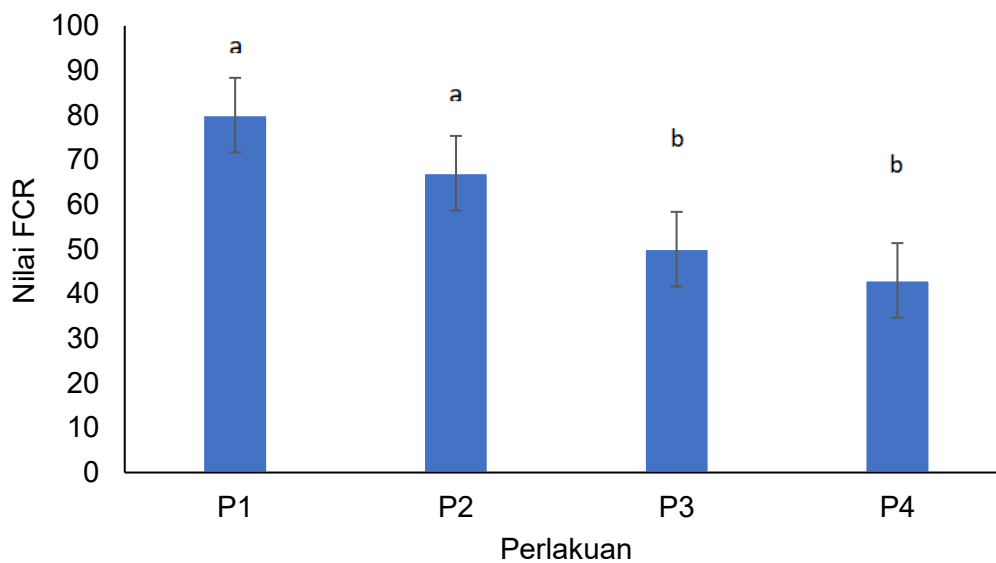
Suhu selama masa pemeliharaan 30 hari dihasilkan suhu yang berkisar 28° sampai 30°C. Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting dalam keberhasilan budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Sebagai organisme poikilotermik (berdarah dingin), suhu lingkungan secara langsung memengaruhi laju metabolisme, pertumbuhan, nafsu makan, dan kekebalan tubuh udang. Udang vaname tumbuh optimal pada suhu antara 28°C hingga 32°C. Pada kisaran suhu ini, aktivitas fisiologis seperti pencernaan, penyerapan nutrisi, dan sintesis protein berlangsung secara efisien. Penelitian ini, suhu pemeliharaan terjaga dalam kisaran optimal, sehingga mendukung laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup (sintasan) udang secara maksimal. Studi oleh (Lopez *et al.*, 2006) menunjukkan bahwa kenaikan suhu di atas 32°C secara signifikan menurunkan pertumbuhan dan sintasan udang vaname, karena peningkatan suhu menyebabkan konsumsi oksigen meningkat, namun ketersediaan oksigen di air justru menurun.

Potensial hidrogen (pH) selama 30 hari pemeliharaan menunjukkan hasil 7,6 sampai 8,0. Nilai ini masih dalam batasan normal dan layak untuk hidup hewan akuatik. Nilai pH merupakan parameter penting dalam kualitas air yang sangat memengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, serta aktivitas fisiologis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Potensial hidrogen (pH) air yang stabil dan berada dalam kisaran optimal akan mendukung proses metabolisme, nafsu makan, serta kestabilan ekosistem mikroba dalam sistem budidaya. Udang vaname umumnya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kisaran pH 7,5 hingga 8,5. Pada kisaran ini, proses fisiologis seperti pernapasan, ekskresi, dan penyerapan nutrisi berlangsung secara efisien. Dalam penelitian ini, nilai pH selama masa pemeliharaan dijaga dalam rentang tersebut, sehingga menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan dan sintasan udang. Perubahan pH yang ekstrim pada suatu perairan dapat menyebabkan ikan stres, pertumbuhan terganggu bahkan dapat menyebabkan kematian. Hal ini selaras dengan pernyataan (Nirmala *et al.*, 2012) bahwa pH yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan berkisar 6,5 sampai 9,5 sedang pH yang perairan yang berbahaya bahkan dapat menyebabkan kematian kurang dari 4 dan lebih dari 11 nilai pHnya.

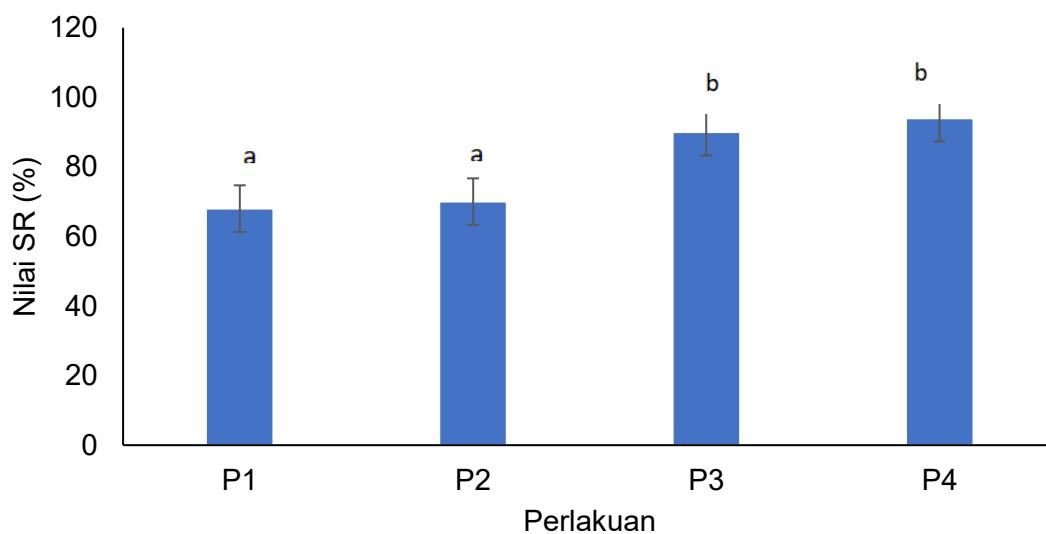
Oksigen terlarut (DO) merupakan salah satu parameter kualitas air yang paling krusial dalam sistem budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). DO berperan langsung dalam mendukung respirasi aerobik, metabolisme, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup udang. Udang vaname membutuhkan kadar oksigen yang cukup dalam air untuk menjalankan fungsi-fungsi biologisnya secara optimal. Dissolved oxygen (DO) hasil pengamatan selama pemeliharaan 30 hari yaitu 5,3-6,8 mg/l. Kisaran DO optimal untuk budidaya udang vaname berada pada >4 mg/L, dengan nilai ideal antara 5–7 mg/L (Boyd *et al.*, 1998). Pada kadar DO yang memadai, udang dapat makan

dengan lahap, tumbuh dengan cepat, dan memiliki sistem imun yang baik. Sebaliknya, kadar DO yang rendah (<3 mg/L) dapat menyebabkan stres, menurunkan nafsu makan, memperlambat pertumbuhan, bahkan menyebabkan kematian mendadak jika berlangsung lama.

Salinitas selama 30 hari pemeliharaan menunjukkan hasil 18-20 ppt. Nilai ini masih dalam batasan normal dan layak untuk hidup hewan akuatik. Salinitas merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Udang vaname dikenal sebagai spesies euryhaline, yaitu mampu hidup dan tumbuh dalam kisaran salinitas yang luas, mulai dari 0 hingga 40 ppt. Namun, meskipun toleran terhadap perubahan salinitas,



Gambar 2. Feed conversion ratio (FCR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$).



Gambar 3. Survival rate (SR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

pertumbuhan optimal umumnya terjadi pada kisaran salinitas tertentu. Penelitian udang vaname yang dipelihara pada salinitas 15–25 ppt menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang berada di luar kisaran tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa salinitas dalam rentang ini mendukung proses fisiologis dan metabolisme udang secara lebih efisien. Pada kondisi salinitas optimal, sistem osmoregulasi udang bekerja dengan efisiensi yang lebih baik, sehingga energi yang biasanya digunakan untuk mempertahankan keseimbangan osmotik dapat dialihkan untuk pertumbuhan. Sebaliknya, ketika udang dipelihara pada salinitas yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, energi tambahan dibutuhkan untuk proses osmoregulasi, yang berdampak pada penurunan efisiensi pertumbuhan (Liu *et al.*, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan probiotik (Probio-7) pada pakan dengan persentase yang berbeda berpengaruh nyata terhadap spesifik growth rate dan feed konversion rasio dan survival rate. Perlakuan P4 dengan kosentarsi probiotik 16 ml/kg memiliki spesifik growth rate ($2,08 \pm 0,03$) dan feed konversion rasio ($0,33 \pm 0,02$) serta survival rate (84 ± 7) yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardita, N., Budiharjo, A., Lusi, S., & Sari, A. 2015. Pertumbuhan dan rasio konversi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan prebiotik. *Bioteknologi*, 12(1): 16-21. DOI: 10.13057/biotek/c120103.
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A.P., Betrina, M.V., Saputra, D.K. & Buwono, N.R. 2017. Study Kegiatan Budidaya Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 9(1):1-14. DOI: 10.20473/jipk.v9i1.7624.
- Boyd, C.E., Torrans, E.L., & Tucker, C.S. 2017. Dissolved oxygen and aeration in ictalurid catfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, DOI: 10.1111/jwas.12469.
- Das, S., Mondal, K., & Haque, S. 2017. A review on application of probiotic, prebiotic and synbiotic for sustainable development of aquaculture. *Journal Entomology and Zoology Studies*, 5(2):422-429.
- Dewi, R., & Evi, T. 2017. Pemanfaatan Probiotik Komersial Pada Pembesaran Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3): 275-281.
- Ezraneti R., Erlangga, & Marzuki, E. 2018. Fortifikasi Probiotik dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Gurami (*Osphronemus goramy*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*. 5(2):64-68.
- Fry, J.P., Mailloux, N.A., Love, D.C., Milli, M.C., & Cao, L. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: Do we measure it correctly? *Environmental Research Letters*, 13(2): 024017. DOI: 10.1088/1748-9326/aaa273
- Gatesoupe, F.J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180(1–2): 147–165. DOI: 10.1016/S0044-8486(99)00187-8
- Hanafiah, K.A. 2010. Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Rajawali Pers.
- Juliana, Yuniarti K., & Panigoro, C. 2018. Pengaruh Pemberian Pakan Buatan Menggunakan Limbah Kepala Udang Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gourami*). *Ilmu Kelautan Kepulauan Vol. 14*: 30- 39.
- Liu, C.H., Lin, M.C., & Chen, J.C. 2006. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under low and high salinity conditions. *Fish & Shellfish Immunology*, 20(6): 685–691. DOI: 10.1016/j.fsi.2005.09.008
- Lopez, L.M., Racotta, I.S., & Ibarra, A.M. 2006. Genetic variation in growth, survival, and thermal tolerance of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 257(1–4): 1–6. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.02.016

- Muchlisin, Z.A., Afrido, F., Murda, T., Fadli, N., Muhammadar, A.A., Jalil, Z. & Yulvizar, C., 2016. The effectiveness of experimental diet with varying levels of papain on the growth performance, survival rate and feeding utilization of keurelingfish (Tor tambra) *Biosaintifika*, 8: 172-177.
- Nirmala, K., Yani, H., & Riza P.W. 2012. Penambahan Garam dalam Air Media yang Berisi Zeloit dan Arang Aktif pada Transportasi. Sistem Tertutup Benih Ikan Gurami (*Oshpronemus goramy* Lac.). *Journal Akuakultur Indonesia*, 11(02): 190-201.
- Permanti, Y.C., Julyantoro, P.G.S. & Pratiwi, M.A, 2018. Pengaruh Penambahan Bacillus sp. Terhadap Kelulushidupan Pasca Larva Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Yang Terinfeksi Vibriosis.. *Current Trends in Aquatic Science*, 1: 91-97.
- Rahmawan, M.E.A. & Herawati, V.E., 2014. Penggunaan bakteri kandidat probiotik pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 257-264.
- Rinaldi R., Suharman I., dan Adelina. 2017. Pengaruh Suplementasi Probiotik terhadap Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Gurame (*Osphronemus gourami*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 45(1): 13 – 23.
- Sachdeva, A., Tomar, T., Malik, T., Bains, A., & Karnwal, A. 2024. Exploring probiotics as a sustainable alternative to antimicrobial growth promoters in animal production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4: p.1523678. DOI: 10.3389/fsufs.2024.1523678
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(4): 655–671. DOI: 10.1128/MMBR.64.4.655-671.2000.
- Umasugi, I., Rahman, A., Rumengan, I., & Lumenta, C. 2018. Penggunaan bakteri probiotik untuk pencegahan infeksi bakteri *Streptococcus agalactiae* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Budidaya Perairan*, 6(2): 39–44.
- Widanarni, W., Nuryati, S., & Tanbiyaskur, T. 2012. Application of probiotic, prebiotic and synbiotic for the improvement of growth performance and feed utilization of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(3): 365–373. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2012.00565.x.
- Xie, J.J., Liu, Q.Q., Liao, S., Fang, H.H., Yin, P., Xie, S.W., Tian, L.X., Liu, Y.J. & Niu, J., 2019. Effects of dietary mixed probiotics on growth, non-specific immunity, intestinal morphology and microbiota of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 90: 456–465. DOI: 10.1016/j.fsi.2019.04.301.
- Zhou, X., Tian, Z., Wang, Y., & Li, W. 2009. Effect of treatment with probiotics as water additive on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. *Fish & Shellfish Immunology*, 26(2): 286–292. DOI: 10.1016/j.fsi.2008.12.003.