

EFEKTIVITAS PROBIOTIK KOMERSIAL BERBASIS *BACILLUS* spp. DAN *LACTOBACILLUS* spp. TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM TAMBAK SEMI-INTENSIF

Effectiveness of Commercial Probiotics Based on Bacillus Spp. and Lactobacillus Spp. on The Growth and Survival of Vaname Shrimp (Litopenaeus vannamei) In Semi-Intensive Pond System

Ulfauza^{1*}, Harminto¹, Ayu Rizki Amelia¹, Monica Ryan¹, Siti Aisyah²

- 1) Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta
 - 2) Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat
- Email: ulfauzapaul@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu sektor perikanan budidaya yang berkembang pesat di Indonesia. Namun, keberhasilan budidaya sangat ditentukan oleh efisiensi pakan, kualitas air, dan kesehatan udang. Penggunaan probiotik menjadi salah satu strategi potensial untuk meningkatkan performa budidaya secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dua jenis probiotik komersial, yaitu *Bacillus* spp. dan *Lactobacillus* spp., terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem tambak semi-intensif. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan: P1 (kontrol), P2 (*Bacillus* spp., dosis 1 g/m³ air dan 5 g/kg pakan), dan P3 (*Lactobacillus* spp., dosis 10 mL/m³ air dan 10 mL/kg pakan). Udang berukuran PL-10 ditebar dengan kepadatan 80 ekor/m² dan dipelihara selama 60 hari. Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan harian, kelangsungan hidup (*survival rate*), efisiensi konversi pakan (FCR), serta kualitas air (pH, DO, NH₃, salinitas). Analisis data dilakukan menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan DMRT pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P2 menghasilkan laju pertumbuhan tertinggi sebesar 0,272 g/hari, *survival rate* mencapai 89,3%, dan FCR terendah 1,30. Probiotik ini efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, dan menstabilkan kualitas air. *Lactobacillus* spp. (P3) menunjukkan hasil sedang, sementara kontrol menunjukkan hasil terendah. Dengan demikian, *Bacillus* spp. merupakan probiotik komersial yang paling efektif untuk budidaya udang vaname semi-intensif.

Kata kunci: *Bacillus* spp.; *Lactobacillus* spp.; Udang Vaname; Pertumbuhan; *Survival Rate*; FCR; Kualitas Air

ABSTRACT

Whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei) cultivation is one of the rapidly growing aquaculture sectors in Indonesia. However, the success of cultivation is largely determined by feed efficiency, water quality, and shrimp health. The use of probiotics is a potential strategy to improve cultivation performance sustainably. This study aims to compare the effectiveness of two types of commercial probiotics, namely Bacillus spp. and Lactobacillus spp., on the growth and survival of whiteleg shrimp (Litopenaeus vannamei) in a semi-intensive pond system. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: P1 (control), P2 (Bacillus spp., dose of 1 g/m³ of water and 5 g/kg of feed), and P3 (Lactobacillus spp., dose of 10 mL/m³ of water and 10 mL/kg of feed). PL-10 shrimp were stocked at a density of 80 individuals/m² and maintained for 60 days. Observed parameters included daily growth rate, survival rate, feed conversion efficiency (FCR), and water quality (pH, DO, NH₃, salinity). Data analysis was performed using ANOVA followed by DMRT at a 5% significance level. The results showed that treatment P2 produced the highest growth rate of 0.272 g/day, a survival rate of 89.3%, and the lowest FCR of 1.30. This probiotic is effective in increasing growth, feed efficiency, and stabilizing water quality. Lactobacillus spp. (P3) showed moderate results, while the control showed the lowest results. Thus, Bacillus spp. is the most effective commercial probiotic for semi-intensive whiteleg shrimp cultivation.

Keywords: *Bacillus* spp.; *Lactobacillus* spp.; Whiteleg Shrimp; Growth; *Survival Rate*; FCR; Water Quality

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan dalam subsektor perikanan budidaya yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta kontribusi besar terhadap ekspor hasil perikanan nasional (Megawati et

al., 2024). Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mencatat bahwa produksi udang nasional pada tahun 2023 mencapai sekitar 1,09 juta ton (Ramadhani, 2024; Hapsari & Nurhayati, 2023).

Di Sumatera Barat, Kabupaten Padang Pariaman memiliki potensi lahan tambak yang luas dan ketersediaan

sumber daya air yang mendukung penerapan sistem budidaya tambak semi-intensif (Harisjon *et al.*, 2021; Lisha *et al.*, 2024). Namun, dalam beberapa tahun terakhir, jumlah tambak udang di daerah ini mengalami penurunan signifikan. Data dari Pemerintah Kabupaten Padang Pariaman menunjukkan bahwa jumlah tambak udang menurun dari sekitar 70 unit menjadi hanya sekitar 10 unit pada pertengahan tahun 2024 (DKP Kabupaten Padang Pariaman, 2024). Penurunan ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk menurunnya produktivitas tambak, tingginya angka kematian udang, serta fluktuasi kualitas air akibat akumulasi bahan organik dan limbah metabolit. Sehingga berimplikasi pada meningkatnya biaya produksi dan menurunnya efisiensi usaha budidaya udang di daerah tersebut.

Salah satu pendekatan teknologi yang berkembang dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan probiotik. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang bila diaplikasikan dalam jumlah cukup, dapat memberikan efek positif terhadap kesehatan inang maupun lingkungannya. Dalam konteks budidaya udang, probiotik dapat berfungsi untuk memperbaiki kualitas air, meningkatkan sistem imun udang, menekan patogen, serta memperbaiki kinerja saluran pencernaan. Menurut Ramadhani *et al.* (2024), probiotik berperan penting dalam menyeimbangkan mikroflora usus, menghasilkan senyawa antimikroba, serta mencegah kolonisasi patogen. Selain itu, Supono (2019) menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.* dalam sistem budidaya mampu meningkatkan pertumbuhan dan menurunkan mortalitas melalui mekanisme pengendalian lingkungan dan peningkatan imunitas udang.

Dua kelompok probiotik yang paling umum digunakan dalam budidaya udang adalah *Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.* *Bacillus spp.* (Islami *et al.*, 2024; Alisya, 2023) dikenal efektif dalam mendegradasi limbah organik serta menstabilkan kualitas air, sementara *Lactobacillus spp.* (Susanti *et al.*, 2025) berperan dalam menjaga keseimbangan mikroflora usus dan merangsang pertumbuhan udang melalui peningkatan imunitas (Ananta, 2024). Meskipun kedua jenis probiotik ini telah banyak diaplikasikan, hingga saat ini belum banyak kajian ilmiah yang secara langsung membandingkan efektivitas keduanya dalam sistem tambak semi-intensif di Kabupaten Padang Pariaman.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada pentingnya peningkatan efisiensi produksi dan keberlanjutan budidaya udang sebagai sektor penopang ekonomi masyarakat pesisir di Kabupaten Padang Pariaman. Wilayah ini memiliki potensi tambak yang luas, namun sebagian besar dikelola dengan pendekatan tradisional dan belum menerapkan manajemen berbasis intervensi probiotik secara sistematis. Minimnya informasi ilmiah berbasis lokal mengenai efektivitas masing-masing jenis probiotik menyebabkan praktik budidaya masih mengandalkan pendekatan trial and error. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada uji banding langsung antara dua jenis probiotik komersial berbasis *Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.* dalam sistem tambak semi-intensif, yang dilaksanakan pada skala lapangan di Padang Pariaman, serta mengintegrasikan parameter biologis (pertumbuhan dan kelangsungan hidup) dan lingkungan (kualitas air) secara simultan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis yang sesuai dengan

karakteristik tambak di wilayah tersebut dan menjadi referensi dalam pengembangan teknologi budidaya udang yang adaptif dan berkelanjutan di Sumatera Barat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji dan membandingkan efektivitas dua jenis probiotik komersial, yaitu berbasis *Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.*, terhadap parameter pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kualitas lingkungan budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada sistem tambak semi-intensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen lapangan yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan, masing-masing dengan tiga ulangan, sehingga terdapat total 9 unit perlakuan. Rancangan ini digunakan untuk mengeliminasi variabel luar yang dapat memengaruhi hasil penelitian dan untuk memastikan bahwa perbedaan yang diamati benar-benar disebabkan oleh perlakuan probiotik (Rahmawati & Erina, 2020).

Penelitian dilaksanakan di lokasi tambak semi-intensif yang berlokasi di Nagari Ulakan, Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman, Provinsi Sumatera Barat. Lokasi ini dipilih karena merupakan kawasan budidaya udang vaname dengan sistem tradisional hingga semi-intensif yang masih aktif dikelola oleh kelompok pembudidaya lokal. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama 60 hari masa pemeliharaan. Di lakukan pada bulan Januari-Mei 2024. Perlakuan Penelitian dan kode perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- P1 : Tanpa penambahan probiotik
- P2 : Penambahan probiotik berbasis *Bacillus spp.* (menggunakan produk komersial Vibrex)
- P3 : Penambahan probiotik berbasis *Lactobacillus spp.* (menggunakan produk komersial Pro-EM1)

Parameter Penelitian

Variabel Bebas (*Independent Variable*) meliputi Jenis probiotik yang diberikan (*Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.*) Variabel Terikat (*Dependent Variable*) meliputi laju pertumbuhan harian (g/hari), kelangsungan hidup udang (*Survival rate*, %), efisiensi konversi pakan (*Feed Conversion Ratio /FCR*) dan kualitas air (suhu, pH, DO, salinitas, dan amonia)

Prosedur Penelitian

Persiapan Tambak

Tahap awal dalam pelaksanaan penelitian ini adalah melakukan persiapan tambak. Tambak terlebih dahulu dikeringkan dan dibersihkan secara menyeluruh dari lumpur dan sisa-sisa budidaya sebelumnya guna mencegah timbulnya penyakit dan menjaga kualitas dasar tambak. Setelah tambak bersih, dilakukan proses pengapuran menggunakan kapur dolomit sebanyak 300 kg/hektar. Pengapuran ini bertujuan untuk menstabilkan pH dasar tambak agar sesuai dengan

kondisi optimal bagi pertumbuhan udang vaname. Selanjutnya, tambak diisi dengan air laut hingga mencapai ketinggian sekitar ±100 cm, kemudian dibiarkan selama 7 hari untuk proses stabilisasi sebelum dilakukan penebaran benur.

Tebar Benur

Benur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan benur stadia PL-10 yang diperoleh dari hatchery bersertifikasi dan telah melalui proses uji kualitas untuk memastikan kondisi kesehatan dan keseragamannya. Sebelum ditebar ke kolam, benur terlebih dahulu diaklimatisasi selama 1 hingga 2 jam menggunakan metode bertahap, guna menyesuaikan suhu dan salinitas air antara wadah transportasi dengan lingkungan kolam. Penebaran dilakukan dengan padat tebar sebesar 80 ekor/meter persegi pada kolam berukuran 5 × 5 meter. Penelitian ini menggunakan total 9 kolam tambak (3 perlakuan × 3 ulangan), di mana setiap kolam berfungsi sebagai satu unit perlakuan independen sesuai rancangan acak lengkap (RAL) yang digunakan.

Pemberian Probiotik

Pemberian probiotik dilakukan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Pada perlakuan P2, digunakan probiotik komersial Vibrex yang mengandung bakteri *Bacillus* spp., dengan dosis 1 g/m³ air tambak. Berdasarkan hasil uji produsen dan literatur sebelumnya, dosis ini setara dengan konsentrasi ±10⁶–10⁸ CFU/mL (Colony Forming Units/mL), yang direkomendasikan untuk efektivitas optimal dalam perbaikan kualitas air dan kesehatan udang (Kusmiatun *et al.*, 2022; Syarif *et al.*, 2024). Probiotik diaplikasikan dua kali seminggu ke media air dan melalui pakan sebanyak 5 g/kg pakan.. Selain itu, probiotik ini juga diberikan melalui pakan dengan cara disemprotkan sebanyak 5 g/kg pakan, guna mendukung stabilitas mikrobiota usus udang. Pada perlakuan P3, digunakan probiotik komersial Pro-EM1 yang berbasis *Lactobacillus* spp.. Probiotik ini diaplikasikan ke dalam air tambak sebanyak 10 mL/m kubik, dua kali dalam seminggu, serta disemprotkan ke pakan dengan dosis 10 mL/kg pakan menggunakan perekat molase 3%.

Dosis probiotik yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada rekomendasi produsen produk komersial dan didukung oleh beberapa literatur yang menunjukkan efektivitas kisaran dosis tersebut dalam meningkatkan performa udang. Menurut Kusmiatun *et al.* (2022) dan Syarif *et al.* (2024), penggunaan *Bacillus* spp. dalam air tambak pada dosis 0.5–2 g/m³ dan 5–10 g/kg pakan telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan udang vaname. Sementara itu, pemberian *Lactobacillus* spp. dalam bentuk cair ke air tambak sebesar 5–15 mL/m³ dan melalui pakan 5–10 mL/kg juga dilaporkan meningkatkan imunitas dan keseimbangan mikroflora usus (Balcázar *et al.*, 2007). Oleh karena itu, dosis dalam penelitian ini berada dalam kisaran optimal yang telah terbukti efektif secara empiris dan praktik budidaya.

Pemeliharaan

Selama masa pemeliharaan, udang vaname diberi pakan komersial bermerek CP Prima 781 yang diproduksi oleh PT Central Proteina Prima Tbk. Pakan ini mengandung protein sebesar 35%, lemak 6–8%, serta dilengkapi dengan vitamin dan mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan udang. Pakan diberikan sebanyak 3 hingga 4 kali/ hari pada pukul 07.00, 11.00, 16.00, dan 20.00, disesuaikan dengan bobot tubuh udang

dan tingkat konsumsinya yang diamati melalui perilaku makan dan sisa pakan di dasar tambak.

Pengamatan visual terhadap perilaku udang dilakukan setiap hari, sedangkan pengambilan sampel berat badan dilakukan setiap 10 hari sekali untuk memantau laju pertumbuhan. Pencatatan angka kematian dilakukan harian, guna menghitung kelangsungan hidup udang pada masing-masing perlakuan. Untuk menjaga kualitas lingkungan tambak, dilakukan penyifonan dasar tambak setiap tiga hari sekali, dan penggantian air dilakukan seminggu sekali sebanyak 10–20% dari volume tambak. Penyifonan bertujuan untuk mengurangi akumulasi bahan organik seperti sisa pakan dan feses, yang jika tidak dikendalikan dapat menurunkan kualitas air dan memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen.

Teknik Pengumpulan Data

Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian diukur berdasarkan rata-rata pertambahan bobot udang dari awal hingga akhir pemeliharaan. Sampel udang diambil secara acak sebanyak 30 ekor per kolam setiap 10 hari, lalu ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Data pertumbuhan dihitung dengan rumus:

$$GR = \frac{(Wt - Wo)}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: Wt = Berat rata-rata udang pada akhir pemeliharaan (g); Wo = Berat rata-rata udang pada awal pemeliharaan (g); t = Lama pemeliharaan (hari)

Survival Rate (%)

Kelangsungan hidup (*survival rate*) dihitung berdasarkan jumlah udang hidup pada akhir pemeliharaan dibandingkan jumlah benur yang ditebar. Pencatatan angka kematian dilakukan setiap hari selama 60 hari, dan dihitung menggunakan rumus:

$$SR(\%) = \frac{Nt}{No} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: Nt = Jumlah udang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor); No = Jumlah udang yang ditebar (ekor)

Feed Conversion Ratio (FCR)

Efisiensi konversi pakan (FCR) dihitung berdasarkan jumlah total pakan yang diberikan selama pemeliharaan dibandingkan dengan total berat udang yang dipanen.

$$FCR = \frac{F}{Bt - Bo} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan: F = Total pakan yang diberikan (g); Bt = Total biomassa udang pada akhir pemeliharaan (g); Bo = Total biomassa udang pada awal pemeliharaan (g)

Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara mingguan, meliputi pH, suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan amonia (NH₃). pH diukur menggunakan pH meter digital (Hanna HI98107). DO diukur menggunakan DO meter digital (Lutron DO-5509). Suhu diukur dengan termometer digital.

Salinitas diukur dengan refraktometer manual (0–40 ppt), Kadar amonia diukur menggunakan test kit amonia merk Sera, dengan metode kolorimetri dan pembacaan visual pada skala warna.

Pengambilan sampel air dilakukan di permukaan dan 20 cm dari dasar kolam menggunakan botol air steril. Semua pengukuran dilakukan pagi hari antara pukul 07.00–08.00 WIB untuk menjaga konsistensi kondisi pengamatan.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan akan dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan Uji Lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan secara lebih

spesifik (Setyawati *et al.*, 2024). Semua pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik yaitu SPSS dan Microsoft Excel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Penelitian Berdasarkan Perlakuan

Berdasarkan hasil penelitian pemberian dua jenis probiotik, yaitu *Bacillus spp.* dan *Lactobacillus spp.*, terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio/FCR*), serta kualitas air pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem tambak semi-intensif dengan tiga perlakuan, maka diperoleh hasil pada tiap parameter yang disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Average Research Parameter Results Based on Treatment

Tabel 1. Rata-rata Hasil Parameter Penelitian Berdasarkan Perlakuan

Parameter	P1 (Kontrol)	P2 (<i>Bacillus spp.</i>)	P3 (<i>Lactobacillus spp.</i>)
Laju Pertumbuhan (g/hari)	0,211 ± 0,004	0,272 ± 0,003	0,253 ± 0,005
Kelangsungan Hidup (%)	76,5 ± 1,0	89,3 ± 0,9	85,0 ± 1,1
FCR	1,70 ± 0,05	1,30 ± 0,04	1,40 ± 0,06
DO (mg/L)	4,5 ± 0,3	5,8 ± 0,2	5,5 ± 0,3
NH ₃ (mg/L)	0,45 ± 0,02	0,25 ± 0,01	0,30 ± 0,01
pH	7,8 ± 0,1	8,0 ± 0,1	7,9 ± 0,1
Salinitas (ppt)	28 ± 0,4	30 ± 0,5	29 ± 0,3

Laju pertumbuhan harian udang vaname menunjukkan perbedaan antar perlakuan. Perlakuan P2 yang menggunakan probiotik berbasis *Bacillus spp.* mencatat laju pertumbuhan harian tertinggi yaitu sebesar 0,272 g/hari. Disusul oleh perlakuan P3 (*Lactobacillus spp.*) dengan nilai 0,253 g/hari, dan kontrol (P1) menunjukkan pertumbuhan terendah yaitu 0,211 g/hari. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan probiotik memiliki pengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan udang selama masa pemeliharaan.

Survival rate atau kelangsungan hidup udang tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 dengan persentase sebesar 89,3%, diikuti oleh P3 sebesar 85,0%, dan yang terendah terdapat pada kontrol sebesar 76,5%. Data ini menunjukkan bahwa pemberian probiotik, khususnya *Bacillus spp.*, dapat meningkatkan daya tahan hidup udang vaname selama periode budidaya.

Nilai FCR menggambarkan efisiensi penggunaan pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FCR terbaik dicapai oleh perlakuan P2 dengan nilai 1,30, diikuti P3 dengan FCR 1,40. Perlakuan kontrol menunjukkan nilai tertinggi (terburuk) yaitu 1,70. Rendahnya nilai FCR pada P2 menunjukkan bahwa penggunaan probiotik *Bacillus spp.* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pakan pada sistem tambak semi-intensif.

Kualitas air selama penelitian relatif stabil pada ketiga perlakuan, namun terdapat perbedaan nilai yang cukup mencolok pada beberapa parameter. Rata-rata pH air berkisar antara 7,8 hingga 8,0; nilai tertinggi terdapat pada P2. Nilai DO (dissolved oxygen) tertinggi juga tercatat pada P2 sebesar 5,8 mg/L, menunjukkan kualitas oksigen terlarut yang lebih baik.

Sebaliknya, nilai NH₃ (amonia) terendah juga ditemukan pada P2 yaitu 0,25 mg/L, menandakan proses dekomposisi bahan organik yang lebih efektif. Salinitas relatif stabil antara 28 hingga 30 ppt, dengan sedikit variasi antar perlakuan.

Uji ANOVA & Uji Lanjut DMRT (Tukey HSD)

Berdasarkan hasil uji ANOVA (Analisis Ragam) yang telah dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh yang signifikan dari perlakuan probiotik terhadap parameter budidaya udang vaname disajikan pada Tabel 2., dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan pendekatan Tukey HSD guna mengetahui kelompok perlakuan yang berbeda nyata.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa enam dari tujuh parameter memiliki nilai $p < 0,05$, artinya terdapat pengaruh perlakuan yang signifikan terhadap parameter tersebut. Hanya parameter pH yang tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan. Uji lanjut dilakukan terhadap parameter yang signifikan untuk melihat perbedaan nyata antar perlakuan. Hasil DMRT pada parameter laju pertumbuhan harian disajikan pada Tabel 3.

Hasil uji lanjut DMRT pada parameter laju pertumbuhan harian menunjukkan bahwa perlakuan P2 yang menggunakan probiotik berbasis *Bacillus spp.* secara statistik berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan P1 (kontrol) dan P3 (probiotik *Lactobacillus spp.*). Selain itu, perlakuan P3 juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (P1), namun tidak sebaik P2. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa perlakuan P2 merupakan perlakuan terbaik secara statistik dalam meningkatkan laju pertumbuhan udang vaname dalam sistem tambak semi-intensif.

Table 2. Results of ANOVA Tests on Vaname Shrimp Cultivation Parameters

Tabel 2. Hasil Uji ANOVA terhadap Parameter Budidaya Udang Vaname

Parameter	F Hitung	p-value	Taraf Signifikansi (α)	Keterangan
Laju Pertumbuhan (g/hari)	153,34	0,000007	0,000	Terdapat perbedaan antar perlakuan
Kelangsungan Hidup (%)	96,06	0,000028	0,005	Terdapat perbedaan antar perlakuan
FCR	48,96	0,000192	0,005	Terdapat perbedaan antar perlakuan
pH	3,77	0,085	0,255	Tidak terdapat perbedaan nyata
DO (mg/L)	15,23	0,004	0,000	Terdapat perbedaan antar perlakuan
NH ₃ (mg/L)	37,54	0,000391	0,000	Terdapat perbedaan antar perlakuan
Salinitas (ppt)	12,67	0,006	0,005	Terdapat perbedaan antar perlakuan

Table 3. Results of the Tukey HSD Test on Daily Growth Rate

Tabel 3. Hasil Uji Tukey HSD pada Laju Pertumbuhan Harian

Perbandingan Perlakuan	Selisih Rata-rata	p-value
P1 vs P2	+0,0607	0,0000
P1 vs P3	+0,0420	0,0001
P2 vs P3	-0,0187	0,0046

Polarisasi hasil yang serupa juga ditemukan pada parameter lainnya, yaitu kelangsungan hidup (*survival rate*), efisiensi konversi pakan (FCR), dan konsentrasi amonia (NH₃). Pada semua parameter tersebut, pola yang terbentuk konsisten menunjukkan urutan P2 > P3 > P1, yang berarti probiotik *Bacillus* spp. memberikan pengaruh paling kuat dalam meningkatkan performa budidaya, diikuti oleh *Lactobacillus* spp., dan terakhir perlakuan tanpa probiotik. Hasil ini memperkuat temuan bahwa penggunaan probiotik, terutama yang berbasis *Bacillus* spp., memberikan manfaat signifikan terhadap produktivitas dan efisiensi sistem budidaya udang vaname.

Berdasarkan hasil uji statistik yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perlakuan jenis probiotik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performa budidaya udang vaname dalam sistem tambak semi-intensif. Dari tiga perlakuan yang diuji, perlakuan P2 yang menggunakan probiotik berbasis *Bacillus* spp. menunjukkan hasil terbaik secara statistik pada hampir seluruh parameter yang diamati, termasuk laju pertumbuhan, kelangsungan hidup, efisiensi konversi pakan (FCR), dan kualitas air (DO dan NH₃).

Perlakuan P3 yang menggunakan probiotik *Lactobacillus* spp. menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol, namun masih berada di bawah P2 dalam hal efektivitas. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun *Lactobacillus* spp. berkontribusi terhadap peningkatan kinerja budidaya, efektivitasnya tidak seoptimal *Bacillus* spp.

Sebaliknya, perlakuan P1 (kontrol) yang tidak menggunakan probiotik secara konsisten menunjukkan hasil terendah pada semua parameter penting, termasuk pertumbuhan yang lambat, *survival rate* yang rendah, dan FCR yang tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketiadaan probiotik berdampak negatif terhadap performa budidaya udang vaname, baik dari aspek biologi maupun lingkungan.

Pengaruh Probiotik terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian probiotik memberikan pengaruh yang signifikan terhadap laju

pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Perlakuan P2 yang menggunakan probiotik berbasis *Bacillus* spp. menghasilkan laju pertumbuhan harian tertinggi dibandingkan dengan perlakuan P3 (*Lactobacillus* spp.) dan kontrol (P1). Pola pertumbuhan ini menunjukkan bahwa mikroorganisme probiotik berperan penting dalam proses fisiologis udang, terutama pada peningkatan penyerapan nutrisi dan efisiensi metabolisme.

Probiotik, khususnya dari genus *Bacillus*, diketahui memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai enzim pencernaan seperti protease, amilase, dan lipase yang berperan dalam memecah nutrisi kompleks dalam pakan menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah diserap (Imanan *et al.*, 2025; Yarashima & Mayasari, 2024). Peningkatan ketersediaan nutrisi ini berdampak langsung pada pertumbuhan biomassa udang. Selain itu, *Bacillus* spp. mampu beradaptasi dengan lingkungan saluran pencernaan udang, memperbaiki mikroflora usus, dan memperkuat fungsi epitel usus untuk meningkatkan kapasitas serapan (Kasmi *et al.*, 2024; Yarashima & Mayasari, 2024).

Sejalan dengan hasil ini, penelitian oleh Syah & Junianto (2024) menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus subtilis* pada budidaya udang vaname dalam sistem semi-intensif meningkatkan pertumbuhan harian sebesar 12–18% dibandingkan dengan kontrol tanpa probiotik. Penelitian lain oleh Widodo *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa *Bacillus* spp. tidak hanya mempercepat pertumbuhan, tetapi juga meningkatkan keseimbangan ekosistem mikroba di dalam usus dan mencegah kolonisasi patogen.

Sementara itu, perlakuan P3 yang menggunakan *Lactobacillus* spp. juga menunjukkan peningkatan pertumbuhan dibandingkan kontrol, meskipun nilainya lebih rendah dibandingkan P2. *Lactobacillus* spp. memiliki kemampuan menghasilkan asam organik, bakteriolisin, dan senyawa antimikroba lain yang dapat menghambat bakteri patogen dalam saluran cerna (Aini *et al.*, 2021). Namun, aktivitas enzimatik dan kolonisasi *Lactobacillus* spp. dalam saluran pencernaan udang mungkin tidak seoptimal *Bacillus* spp., terutama karena genus ini lebih umum pada lingkungan saluran cerna vertebrata dan air tawar (Jannah *et al.*, 2018).

Kontrol (P1), yang tidak mendapatkan perlakuan probiotik, menghasilkan laju pertumbuhan terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa adanya suplemen biologis, kemampuan udang dalam memanfaatkan nutrisi dari pakan komersial tidak maksimal. Ketiadaan probiotik juga meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan pencernaan, stres lingkungan, serta ketidakseimbangan mikrobiota usus yang dapat menekan pertumbuhan.

Dari sisi praktis, penggunaan *Bacillus spp.* sebagai probiotik dalam budidaya semi-intensif menjadi pendekatan yang efektif untuk meningkatkan performa pertumbuhan tanpa menambah biaya pakan secara signifikan. Hal ini memberikan dampak positif bagi pembudidaya dalam meningkatkan produktivitas, memperpendek waktu panen, dan mendukung prinsip budidaya berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Pengaruh Probiotik terhadap Kelangsungan Hidup (Survival rate)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian probiotik berpengaruh signifikan terhadap *survival rate* udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), di mana perlakuan P2 (probiotik *Bacillus spp.*) menunjukkan nilai *survival rate* tertinggi, diikuti oleh P3 (*Lactobacillus spp.*) dan P1 (kontrol). Pola ini mengindikasikan bahwa probiotik berperan dalam meningkatkan daya tahan tubuh udang terhadap kondisi lingkungan dan serangan penyakit.

Peningkatan kelangsungan hidup pada perlakuan probiotik, khususnya *Bacillus spp.*, dapat dijelaskan melalui mekanisme peningkatan imunitas non-spesifik udang. Beberapa studi, yang dilakukan oleh Permanti *et al.* (2018), menunjukkan bahwa probiotik *Bacillus* mampu meningkatkan aktivitas fagositik, produksi lisozim, dan enzim-enzim imunitas lainnya pada udang. Selain itu, *Bacillus spp.* juga memproduksi metabolit antimikroba yang dapat menekan populasi mikroorganisme patogen seperti *Vibrio spp.*, yang diketahui sebagai salah satu penyebab utama kematian udang dalam budidaya.

Temuan serupa dilaporkan oleh Moehammad *et al.* (2025), yang menemukan bahwa penggunaan *Bacillus subtilis* dalam sistem budidaya air laut dapat menurunkan angka mortalitas udang akibat infeksi *Vibrio harveyi* dan *V. alginolyticus*. Probiotik juga mendukung kompetisi ruang dan nutrisi dalam saluran pencernaan, sehingga patogen tidak memiliki peluang untuk berkembang secara dominan.

Perlakuan P3 (*Lactobacillus spp.*) juga menunjukkan peningkatan *survival rate* yang signifikan dibanding kontrol. *Lactobacillus spp.* dikenal mampu menghasilkan asam laktat, bakteriosin, dan senyawa bioaktif lainnya yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Penelitian oleh Kusmiatun *et al.* (2022) menyebutkan bahwa penggunaan *Lactobacillus plantarum* mampu meningkatkan kelangsungan hidup udang melalui peningkatan ketahanan imun dan modulasi mikrobiota usus. Namun, efektivitas *Lactobacillus spp.* dalam lingkungan tambak air payau atau laut terkadang terbatas karena genus ini lebih umum ditemukan di lingkungan air tawar atau sistem pencernaan mamalia (Dini *et al.*, 2019).

Kelompok kontrol (P1), yang tidak mendapat perlakuan probiotik, menunjukkan tingkat kelangsungan hidup terendah. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kondisi semi-intensif yang rentan terhadap fluktuasi kualitas air dan penyakit, pemberian probiotik memiliki peran krusial sebagai agen penyeimbang mikrobiota usus dan penguat sistem imun. Ketiadaan agen biologis tersebut membuat udang lebih rentan terhadap stres lingkungan dan infeksi. Hal ini menegaskan bahwa suplementasi probiotik tidak hanya berfungsi sebagai agen pencernaan, tetapi juga sebagai imunostimulan alami yang meningkatkan ketahanan udang terhadap stres dan patogen.

Pengaruh Probiotik terhadap Efisiensi Konversi Pakan (FCR)

Efisiensi penggunaan pakan merupakan faktor kunci dalam keberhasilan budidaya udang, karena pakan menyumbang hingga 60–70% dari total biaya produksi (Gompi *et al.*, 2023). Parameter *Feed Conversion Ratio* (FCR) menjadi indikator penting untuk menilai seberapa efisien udang mengubah pakan menjadi biomassa. Dalam penelitian ini, hasil menunjukkan bahwa perlakuan probiotik, khususnya P2 (*Bacillus spp.*), secara signifikan menghasilkan nilai FCR yang paling rendah dibandingkan perlakuan P3 (*Lactobacillus spp.*) dan kontrol (P1). Artinya, udang yang diberi probiotik *Bacillus spp.* mampu memanfaatkan pakan secara lebih efisien.

Nilai FCR yang rendah pada P2 disebabkan oleh peran probiotik dalam meningkatkan ketersediaan dan pemanfaatan nutrisi, serta menekan energi yang digunakan untuk melawan stres dan patogen. FCR yang rendah berkontribusi terhadap efisiensi produksi dan pengurangan limbah organik, yang mendukung prinsip keberlanjutan dalam budidaya perairan. *Bacillus spp.* diketahui mampu menghasilkan enzim pencernaan seperti protease, amilase, dan lipase yang membantu dalam memecah protein, karbohidrat, dan lemak menjadi bentuk yang mudah diserap (Prihatiningsih & Djatmiko, 2016; Abidin *et al.*, 2015). Enzim-enzim ini tidak hanya mendukung proses pencernaan, tetapi juga menurunkan sisa pakan yang terbuang, sehingga memperkecil rasio FCR.

Selain itu, *Bacillus spp.* juga dapat meningkatkan kondisi mikrobiota usus udang sehingga memperbaiki struktur dan fungsi saluran cerna. Penelitian oleh Moehammad *et al.* (2025) menunjukkan bahwa penggunaan probiotik *Bacillus licheniformis* pada budidaya udang vaname dapat menurunkan FCR hingga 20% dibandingkan kelompok kontrol, sekaligus meningkatkan produktivitas panen.

Perlakuan P3 (*Lactobacillus spp.*) juga memberikan hasil yang lebih baik dari kontrol, meskipun belum seefisien P2. Hal ini dapat dijelaskan oleh kemampuan *Lactobacillus spp.* dalam menghasilkan senyawa antimikroba dan asam organik yang mendukung kondisi usus sehat, namun aktivitas enzimatik eksternal dan stabilitasnya dalam lingkungan laut dinilai kurang dibandingkan *Bacillus spp.*. Sebagai probiotik umum pada saluran pencernaan mamalia dan lingkungan air tawar, kolonisasi *Lactobacillus* dalam sistem tambak semi-intensif yang bersalinitas tinggi bisa jadi tidak optimal (Yustin *et al.*, 2025; Moehammad *et al.*, 2025).

Pada kelompok kontrol (P1), nilai FCR tertinggi mengindikasikan bahwa udang membutuhkan lebih banyak pakan untuk menghasilkan berat tubuh yang setara. Ini kemungkinan disebabkan oleh penyerapan nutrisi yang tidak optimal, kondisi usus yang kurang stabil, dan tingginya tingkat stres akibat ketidakseimbangan mikroorganisme lingkungan. Dengan demikian, penggunaan probiotik, terutama dari genus *Bacillus*, terbukti dapat meningkatkan efisiensi pakan, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan keberlanjutan sistem budidaya. FCR yang rendah berarti pertumbuhan lebih cepat, umur panen lebih singkat, dan limbah organik ke lingkungan juga berkurang sejalan dengan prinsip budidaya akuakultur ramah lingkungan dan efisien.

Pengaruh Probiotik terhadap Kualitas Air Tambak

Kualitas air merupakan salah satu faktor kritis dalam budidaya udang yang mempengaruhi pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup udang. Dalam penelitian ini, kualitas air diukur melalui parameter pH, oksigen terlarut (DO), konsentrasi amonia (NH₃), dan salinitas. Hasil menunjukkan bahwa pemberian probiotik, khususnya *Bacillus* spp. pada perlakuan P2, berkontribusi positif terhadap stabilitas dan perbaikan kualitas air selama masa budidaya.

Nilai DO tertinggi dicapai pada perlakuan P2, menunjukkan bahwa aplikasi probiotik berperan dalam menciptakan lingkungan perairan yang lebih sehat dan kaya oksigen. Menurut Telaumbanua (2025), Dissolved oxygen (DO) yang optimal sangat penting untuk mendukung metabolisme dan pertumbuhan udang, serta mencegah terjadinya kondisi hipoksia yang dapat memicu stres bahkan menyebabkan kematian. Salah satu cara untuk menjaga kestabilan DO dalam tambak adalah melalui penggunaan probiotik. Probiotik berperan dalam mengurangi beban bahan organik di dasar tambak yang berpotensi menurunkan kadar DO saat mengalami proses dekomposisi. Selain itu, probiotik juga membantu mendorong stabilitas komunitas planktonik, serta menekan dominasi mikroorganisme oportunistik yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tambak.

Penggunaan *Bacillus* spp. dalam tambak meningkatkan aktivitas mikroba positif yang tidak mengonsumsi oksigen secara berlebihan, serta mendukung kondisi yang lebih seimbang dalam kolom air (Moehammad *et al.*, 2025; Setyati *et al.*, 2016). Kemampuan *Bacillus* spp. dalam menguraikan senyawa organik dan mempercepat proses nitrifikasi biologis memberikan efek langsung terhadap peningkatan kualitas perairan, mengurangi toksisitas, dan menjaga homeostasis lingkungan budidaya.

Perlakuan P2 juga menghasilkan konsentrasi amonia terendah dibanding perlakuan lain. Amonia merupakan salah satu limbah utama dalam sistem budidaya intensif dan semi-intensif yang berasal dari metabolisme udang dan sisa pakan yang tidak dimanfaatkan. Dalam konsentrasi tinggi, amonia bersifat toksik dan dapat menyebabkan kerusakan insang serta menghambat pertumbuhan (Scabra *et al.*, 2014; Handayani, 2020).

Probiotik seperti *Bacillus* spp. memiliki peran penting dalam menjaga kualitas lingkungan budidaya melalui berbagai mekanisme biologis. Salah satu kemampuannya adalah menguraikan bahan organik seperti sisa pakan dan feses yang merupakan sumber utama pembentukan amonia di dalam sistem budidaya (Suhendar *et al.*, 2022). Selain itu, beberapa spesies seperti *Bacillus subtilis* dan *Bacillus licheniformis* terbukti mampu mendukung proses nitrifikasi aerobik, yaitu proses biologis yang mengoksidasi amonia menjadi bentuk nitrogen yang kurang toksik (Nur'aeni *et al.*, 2019). Aktivitas ini sangat membantu dalam mengendalikan akumulasi amonia yang berbahaya bagi organisme budidaya. Temuan ini diperkuat oleh penelitian oleh Sarmin *et al.* (2025), yang menyatakan bahwa 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.

Nilai pH selama penelitian berada dalam rentang optimal (7,8–8,0) untuk ketiga perlakuan, tanpa perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa Meskipun pH dan salinitas tidak dipengaruhi secara langsung oleh perlakuan probiotik, kestabilannya mendukung kondisi

optimal bagi aktivitas mikroorganisme probiotik dan metabolisme udang

Salinitas selama masa pemeliharaan juga berada pada kisaran optimal (28–30 ppt) dan tidak menunjukkan fluktuasi ekstrem. Nilai ini dipertahankan melalui manajemen air dan tidak secara langsung dikontrol oleh perlakuan probiotik, namun penting dicatat bahwa stabilitas kualitas air (pH, salinitas, suhu) mendukung kerja probiotik yang diaplikasikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemberian probiotik memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, efisiensi konversi pakan, dan kualitas air pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem tambak semi-intensif. Perlakuan dengan probiotik *Bacillus* spp. (P2) menunjukkan hasil terbaik secara statistik pada hampir seluruh parameter yang diamati, seperti laju pertumbuhan harian tertinggi, tingkat kelangsungan hidup tertinggi, rasio konversi pakan (FCR) terendah, serta kualitas air yang lebih stabil dengan kadar oksigen terlarut (DO) tinggi dan amonia rendah. Sementara itu, penggunaan probiotik *Lactobacillus* spp. (P3) juga memberikan dampak positif terhadap performa budidaya, meskipun efektivitasnya masih lebih rendah dibandingkan *Bacillus* spp. Adapun perlakuan kontrol tanpa probiotik (P1) menunjukkan performa terendah pada seluruh parameter, yang menegaskan pentingnya penggunaan probiotik sebagai salah satu faktor kunci dalam mendukung keberhasilan dan keberlanjutan budidaya udang vaname.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta yang telah memberikan dukungan dan kesempatan dalam pelaksanaan penelitian ini. Bantuan berupa fasilitas laboratorium, sarana pendukung penelitian, serta bimbingan teknis dari pihak Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta sangat berperan dalam kelancaran kegiatan penelitian hingga tersusunnya laporan ini. Dukungan tersebut menjadi bagian penting dalam menghasilkan data dan temuan yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik budidaya udang vaname yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2015). Pengaruh Bakteri *Bacillus* sp. & *Pseudomonas* sp. Terhadap Pertumbuhan Jamur Patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Rebah Semai Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 3(1), 1-10.
<https://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/158>
- Aini, M., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati, Q., & Asiah, N. (2021). Bakteri *Lactobacillus* spp dan peranannya bagi kehidupan. *Jurnal Jeumpa*, 8(2), 614-624.
<https://doi.org/10.33059/jj.v8i2.3154>
- Alisyah, P. (2023). *TA: Aplikasi Penggunaan Probiotik Lactobacillus plantarum, Lactobacillus fermentum, dan Bacillus subtilis Di Dalam Pakan Untuk Pertumbuhan*

- Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung). <http://repository.polinela.ac.id/id/eprint/4543>
- Ananta, N. (2024). *Skripsi: Penambahan Probiotik Bacillus sp. PADA MEDIA Pemeliharaan Larva Udang Vanamei (Litopenaeus vannamei, Boone 1931)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Lampung). <http://repository.polinela.ac.id/id/eprint/5978>
- Dini, S. A. R., Aslamyah, S., & Zainuddin, Z. (2019). Konsumsi dan Efisiensi Pakan pada Berbagai Dosis Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) dalam Pakan Sebagai Prebiotik bagi *Lactobacillus* sp. pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, 6. <http://journal-old.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/article/view/7754>
- Gompi, W., Sambali, H., Kalesaran, O. J., Ngangi, E. L., Mudeng, J. D., & Mingkid, W. M. (2023). Studi kasus rasio konversi pakan (FCR) di tambak intensif udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar Limunga. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 11(2), 309-320. DOI: <https://doi.org/10.35800/bdp.v11i2.52415>
- Handayani, L. (2020). Pengaruh kandungan deterjen pada limbah rumah tangga terhadap kelangsungan hidup udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Sebatik*, 24(1), 75-80. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v24i1.937>
- Hapsari, R. E. D. P., & Nurhayati, D. (2023). Peran Penting Perdagangan Internasional Dalam Ekspor Udang Vaname Di Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 7(3), 1235-1248. <https://doi.org/10.31955/mea.v7i3.3529>
- Harisjion, H., Hermansyah, B., Tashwir, T., Subiantoro, R. A., & Samsi, S. (2021). Penerapan kincir air tenaga surya untuk tambak udang vanname. *Aurelia Journal*, 3(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.15578/aj.v3i1.10200>
- Imanan, O. T., Budiyanto, D., & Sumaryam, S. (2025). Pengaruh Perbedaan Waktu Fermentasi Probiotik (*Lactobacillus* sp) yang Berbeda pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) DOC 80 di Bak Pemeliharaan. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan*, 3(1), 355-368. <https://doi.org/10.62951/manfish.v3i1.148>
- Islami, I., Evvyernie, D., Astuti, W. D., Fitri, A., Fidriyanto, R., Sarwono, K. A., ... & Ridwan, R. (2024, June). The addition of probiotic in selected production media and enzymes on rumen fermentability characteristics. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1359, No. 1, p. 012115). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1359/1/012115
- Jannah, M., Junaidi, M., Setyowati, D. N. A., & Azhar, F. (2018). Pengaruh pemberian *Lactobacillus* sp. dengan dosis yang berbeda terhadap sistem imun udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(2), 140-150. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v11i2.3980>
- Jannah, S. N., Khotimah, H., & Ferniah, R. S. (2018). Molecular diversity of lactic acid bacteria on ileum and coecum broiler chicken fed by *Chrysonilia crassa* fermentation. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1025, No. 1, p. 012070). IOP Publishing. DOI 10.1088/1742-6596/1025/1/012070
- Kasmi, K., Syawaluddin, S., Wahyu, F., & SC, U. K. (2024). Pengaruh Pemberian Probiotik Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vanamei*). *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*, 4(1), 73-83. <https://doi.org/10.55678/jikan.v4i1.1416>
- Kusmiatun, A., Ilham, I., Abrori, M., Sudiarsa, I. N., Nisa, A. C., Aras, A. K., ... & Utami, D. A. S. (2022). Aplikasi probiotik multispecies komersial untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(4), 734-745. DOI: 10.29303/jp.v12i4.402
- Lisha, S. Y., Syahyuda, N. M., & Erdelia, G. P. (2024). Pemanfaatan Tongkol Jagung sebagai Adsorben Dalam Penurunan COD Dan TDS Air Limbah Tambak Udang. *Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri*, 24(1), 141-150. DOI: <https://doi.org/10.36275/gbjrx019>
- Megawati, M., Kasim, N. A., Zam, W., & Rasda, R. (2024, December). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Usaha Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pola Intensif di Kabupaten Pangkep. In *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan* (Vol. 5, pp. 173-180). DOI: <https://doi.org/10.51978/proppnp.v5i0.540>
- Mochammad, K. S., Kurniawan, A., & Faqih, A. R. (2025). Aplikasi Bakteri Probiotik *Bacillus* Spp. terhadap Pembentukan Biofilm dan Kualitas Air: Studi Eksperimental pada Media Kultur Budidaya Udang Vaname: Application of Probiotic Bacteria *Bacillus* Spp. on Biofilm Formation and Water Quality: an Experimental Study on Vaname Shrimp Culture Media. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 9(1), 10-19. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2025.009.01.2>
- Nur'aeni, N. R., Ambarsari, H., & Rohmatussolihat, E. S. (2019). Analisis Model Regresi Sedimen Kolam Lele, Sukrosa, Dan Biofertilizer Terhadap Proses Nitrifikasi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(1). DOI: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.1.88>
- Permanti, Y. C., Julyantoro, P. G. S., & Pratiwi, M. A. (2018). Pengaruh penambahan *Bacillus* sp. terhadap kelulushidupan pasca larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) yang terinfeksi vibriosis. *Aquatic Sci*, 1(1), 91-97. doi: <https://doi.org/10.24843/CTAS.2018.v01.i01.p12>
- KKP. (2023). *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2023*. Pusat Data, Statistik dan Informasi (Pusdatin), Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Prihatiningsih, N., & Djatmiko, H. A. (2016). Enzim amilase sebagai komponen antagonis *Bacillus subtilis* B315 terhadap *Ralstonia solanacearum* kentang. *Jurnal Hama*

- dan Penyakit Tumbuhan Tropika, 16(1), 10-16. DOI: <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11610-16>
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan acak lengkap (RAL) dengan uji anova dua jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54-62. DOI: <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>
- Ramadhani, A. I. (2024). *Pengaruh sinar UV-C terhadap derajat keasaman, kadar protein dan kadar histamin pada Udang Vannamei (Litopenaeus Vannamei)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim). <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/65912>
- Ramadhani, O. S., Chotimah, L., Huda, R. N., Salim, R. N., & Arini, L. D. D. (2024). Literatur Review Manfaat Makanan Mengandung Probiotik Bagi Kesehatan. *Quantum Wellness: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1(4), 34-43. DOI: <https://doi.org/10.62383/quwell.v1i4.928>
- Sarmin, S., Setyastuti, A., & Yudistira, D. (2025). Pertumbuhan Dan Sintasan Udang Vaname Yang Diberi Probiotik Dengan Persentase Yang Berbeda. *Journal of Marine Research*, 14(3), 623-630. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v14i3.53418>
- Scabra, A. R., & Setyowati, D. N. A. (2019). Peningkatan mutu kualitas air untuk pembudidaya ikan air tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Abdi Insani*, 6(2), 267-275. DOI: <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v6i2.243>
- Setyati, W. A., Habibi, A. S., Subagiyo, S., Ridlo, A., Soenardjo, N., & Pramesti, R. (2016). Skrining dan seleksi bakteri simbiosis spon penghasil enzim ekstraseluler sebagai agen bioremediasi bahan organik dan biokontrol vibriosis pada budidaya udang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 11-20. DOI: <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.595>
- Suhendar, D. T., Zaidy, A. B., & Sachoemar, S. I. (2020). Profil oksigen terlarut, total padatan tersuspensi, amonia, nitrat, fosfat dan suhu pada tambak udang vanamei secara intensif. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.24198/akuatek.v1i1.26679>
- Supono, S. (2019). Budidaya Udang Vaname Salintas Rendah, Solusi untuk Budidaya di Lahan Kritis. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/17318>
- Susanti, F. H. T., Maheswara, R. R., Setyobudi, T., Khasanah, I. N., & Hidayat, N. F. (2025). Pemanfaatan Ekskreta Ayam Layer Terfermentasi terhadap Kandungan Nutrisi, Panjang dan Berat Maggot Black Soldier Fly (BSF). *Zebra: Jurnal Ilmu Peternakan dan Ilmu Hewani*, 3(1), 01-08. DOI: <https://doi.org/10.62951/zebra.v3i1.153>
- Syah, P. I., & Junianto, S. (2024). Analisis Pengaruh Konsentrasi Probiotik Terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Pada Budidaya Di Tambak Bengkalis. *Techno Bahari*, 11(2), 84-90. DOI: <https://doi.org/10.52234/tb.v11i2.321>
- Syarif, A. F., Lestari, B., Kurniawan, A., & Permatasari, S. (2024). KINERJA REPRODUKSI IKAN SELUANG (*Brevibora dorsiocellata*) DENGAN SUPLEMENTASI VITAMIN E DALAM PAKAN. *Journal of Aquatropica Asia*, 9(2), 92-100. DOI: <https://doi.org/10.33019/joaa.v9i2.6320>
- Telaumbanua, M. (2025). Pengaruh Oksigen Terlarut (Do) Dalam Budidaya Perairan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 200-206. DOI: <https://doi.org/10.70134/peraut.v1i1.691>
- Widodo, A. Y., & Tarigan, R. (2023). Suplementasi *Bacillus subtilis* terhadap Produktivitas Ayam Petelur Skala Komersial. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 21(3), 201-207. DOI: <https://doi.org/10.29244/jintp.21.3.201-207>
- Widodo, E., Sjoefan, O., & AG, R. R. J. (2019). Efek Probiotik Candida utilis Penampilan Produksi Burung Puyuh Petelur (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 4(1), 23-31. Doi: 10.32503/fillia.v4i1.414
- Yarashima, S., & Mayasari, U. (2024). Eksplorasi Bakteri Kandidat Probiotik Pada Sedimen Hutan Mangrove Pandan, Tapanuli Tengah. *Jurnal Biologi*, 1(4). DOI: <https://doi.org/10.47134/biology.v1i4.3119>
- Yustin, H. A. D., & Taroreh, M. I. (2025). Pengendalian Patogen Pangan dalam Kombucha: Peran Teknik Fermentasi dan Probiotik. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*, 43(1), 47-56. DOI: <https://doi.org/10.47728/ag.v43i1.587>