PENGARUH SUPLEMENTASI SINBIOTIK (*Lactobacillus plantarum* dan *Allium sativum*) TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Mia Widia Andila[1], Ni Nyoman Dian Martini[2], Gede Iwan Setiabudi[3]

[1,2,3]*Universitas Pendidikan Ganesha*
E-mail : miawidya2611@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dosis sinbiotik yang berbeda terhadap performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan: P0 (Kontrol), P1 (1%), dan P2 (2%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian sinbiotik dosis 2% (P2) memberikan pengaruh signifikan (P<0,05) terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) bobot (9,63%) dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) (97,04%). Sebaliknya, pertumbuhan panjang mutlak dan kelangsungan hidup tidak menunjukkan perbedaan nyata secara statistik (P>0,05). Meskipun parameter nitrogen (amonia dan nitrit) melampaui ambang batas SNI, penggunaan sinbiotik terbukti meningkatkan resiliensi udang sehingga tetap mencapai pertumbuhan optimal. Dosis 2% disimpulkan sebagai konsentrasi paling efektif untuk aplikasi pakan fungsional.

Kata Kunci : *Sinbiotik, Lactobacillus Plantarum, Allium Sativum, Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, Udang Vaname.*

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effect of different synbiotic doses on growth performance, feed efficiency, and survival of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The experimental method used a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: P0 (Control), P1 (1%), and P2 (2%). The results showed that administration of a 2% synbiotic dose (P2) had a significant effect (P<0.05) on Specific Growth Rate (SGR) weight (9.63%) and Feed Utilization Efficiency (FEE) (97.04%). In contrast, absolute length growth and survival did not show statistically significant differences (P>0.05). Although nitrogen parameters (ammonia and nitrite) exceeded the SNI threshold, the use of synbiotics was shown to increase shrimp resilience, thus maintaining optimal growth. The 2% dose was concluded to be the most effective concentration for functional feed application.

Keywords : *Synbiotics, Lactobacillus plantarum, Allium sativum, Growth, Feed Efficiency, Whiteleg Shrimp.*

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan komoditas akuakultur unggulan yang menuntut manajemen budidaya intensif guna mencapai produktivitas maksimal. Namun, peningkatan kepadatan tebar sering kali berimplikasi pada penurunan kualitas lingkungan dan tingginya biaya pakan yang mencapai 60-70% dari total biaya operasional (Gompi *et al*., 2023). Laju pertumbuhan merupakan indikator utama keberhasilan budidaya, di mana perbedaan sistem budidaya memberikan pengaruh nyata terhadap performa fisiologis udang (Martini, 2017). Evaluasi performa budidaya di Bali Utara menunjukkan bahwa integrasi manajemen sistem berbasis fermentasi mampu menjaga stabilitas ekosistem tambak sekaligus mengoptimalkan pertumbuhan udang vaname pada kepadatan tinggi (Manurung *et al*., 2025).

Strategi untuk meningkatkan efisiensi metabolik dan menekan angka konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*) menjadi krusial melalui aplikasi pakan fungsional berbasis sinbiotik. Sinbiotik merupakan integrasi sinergis antara probiotik dan prebiotik yang bekerja memperbaiki keseimbangan mikroflora saluran pencernaan. Penggunaan bakteri *Lactobacillus plantarum* sebagai probiotik diketahui mampu memproduksi enzim ekstraseluler seperti protease, amilase, dan lipase yang mempercepat hidrolisis nutrisi kompleks menjadi monomer yang siap diserap oleh mikrovili usus (Hasniar *et al*., 2016). Efektivitas aplikasi mikroba ini sangat bergantung pada pemilihan jenis probiotik yang tepat untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan (Pradayanti *et al*., 2024).

Bawang putih (*Allium sativum*) dipilih sebagai prebiotik alami karena kandungan fruktooligosakarida (FOS) yang secara eksklusif difermentasi oleh bakteri asam laktat. Selain itu, bawang putih mengandung senyawa aktif alisin yang berfungsi sebagai atraktan pakan dan imunostimulan (Afifah, 2020). Alisin merangsang aktivitas hemosit udang, sehingga meningkatkan sistem imun non-spesifik terhadap tantangan patogen lingkungan, seperti *Vibrio* sp., yang sering muncul pada kondisi beban organik tinggi (Ridho, 2022). Integrasi *L. plantarum* dan bawang putih menciptakan kondisi lingkungan usus yang asam, yang menguntungkan bagi penyerapan mineral dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme eksklusi kompetitif (Pardede *et al*., 2024). Namun, keberhasilan intervensi ini memerlukan dosis yang presisi untuk mencapai *quorum sensing*, di mana kepadatan populasi bakteri probiotik cukup kuat untuk mendominasi mikroflora asli inang (Nababan *et al*., 2021). Penelitian ini dilakukan di BPIU2K Karangasem, Bali, untuk mengevaluasi efektivitas dosis sinbiotik 1% dan 2%. Fokus utama penelitian ini adalah menentukan sejauh mana sinergi nutrisi fungsional ini mampu meningkatkan bioavailabilitas pakan dan resiliensi udang terhadap fluktuasi parameter kualitas air, terutama pada kondisi limbah nitrogen yang melampaui ambang batas baku mutu.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 30 hari di Balai Produksi Induk Udang Unggul dan Kekerangan (BPIU2K) Karangasem, Bali. Udang uji adalah fase juvenil DOC 40 dengan bobot awal 0,40–0,54 gram, dipelihara dalam 9 unit bak fiber (volume 750 L) dengan kepadatan 150 ekor/bak.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan

Perlakuan	Keterangan	Formulasi Sinbiotik (dari total pakan)
Kontrol (K)	Pakan Komersial	Tanpa Penambahan Sinbiotik
Dosis A	Pakan Bersinbiotik	Sinbiotik 1%
Dosis B	Pakan Bersinbiotik	Sinbiotik 2%

Preparasi Sinbiotik dan Prosedur Aplikasi Pakan Proses Kultur Probiotik (*Lactobacillus plantarum*)

Kultur probiotik dilakukan untuk menumbuhkan dan memperbanyak densitas bakteri sebelum diaplikasikan. Media kultur disiapkan dengan melarutkan 1 liter molase ke dalam 12 liter air bersih. Selanjutnya, ditambahkan 500 ml kultur murni *L. plantarum* ke dalam larutan tersebut dan diaduk hingga merata. Campuran disimpan dalam wadah tertutup namun tidak terlalu rapat guna memberikan ruang bagi gas hasil fermentasi untuk keluar. Proses fermentasi berlangsung selama 2 hari (48 jam) pada suhu ruangan (28–30°C) agar bakteri mencapai fase pertumbuhan optimal.

Proses Ekstraksi Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih segar dibersihkan dan dihaluskan menggunakan *blender* dengan perbandingan 2:1 (bawang putih : air). Hasil blender disaring untuk memisahkan filtrat (ekstrak) dari ampasnya. Ekstrak bawang putih kemudian disimpan dalam wadah tertutup dan didiamkan pada suhu ruang agar senyawa aktif fruktooligosakarida (FOS) sebagai prebiotik menjadi lebih aktif (Afifah, 2020).

Teknik Pelapisan (*Coating*) Pakan

Setelah persiapan probiotik dan prebiotik selesai, larutan sinbiotik diaplikasikan pada pakan komersil jenis *crumble*. Penimbangan pakan dilakukan secara akurat sebanyak 5,1 gram per wadah perlakuan. Dosis probiotik dan ekstrak bawang putih dicampurkan, kemudian disemprotkan secara merata ke pakan menggunakan mikropipet. Untuk memastikan sinbiotik menempel sempurna dan mencegah pelindian nutrien (*leaching*) di media air, ditambahkan progol (putih telur) sebagai bahan pengikat (*binder*). Pakan yang telah dilapisi kemudian diangin-anginkan di tempat teduh selama 5 menit agar larutan terserap sepenuhnya sebelum diberikan kepada udang (Furqon & Yuhana, 2025).

Manajemen Pemberian Pakan

Pakan fungsional disiapkan secara segar setiap hari (*freshly prepared*) untuk menjamin densitas bakteri menguntungkan tetap tinggi saat dikonsumsi udang. Pakan diberikan sebanyak 5 kali sehari (pukul 07.00, 11.00, 15.00, 19.00, dan 23.00 WITA) dengan frekuensi yang tinggi untuk memastikan ketersediaan enzim pencernaan di dalam lumen usus udang tetap stabil sepanjang hari (Shilman et al., 2025).

Parameter Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate* - SGR)

SGR digunakan untuk mengukur persentase peningkatan bobot tubuh rata-rata harian udang selama masa pemeliharaan 30 hari. Parameter ini merupakan indikator utama dalam mengevaluasi efektivitas sinbiotik sebagai growth promoter. Rumus yang digunakan (Muchlisin *et al*., 2016)

$$SGR = \frac{LnWt - LnWo}{t}\ x\ 100$$

Keterangan : Wt adalah bobot rata-rata akhir (g),
W0 adalah bobot rata-rata awal (g),

dan t adalah durasi pemeliharaan (hari).

Pertumbuhan Berat Mutlak (W) dan Panjang Mutlak (L)

Pertumbuhan mutlak dihitung untuk mengetahui selisih dimensi fisik udang dari awal hingga akhir penelitian.

$$W = Wt - W0,$$
$$L = Lt - L0$$

Keterangan : Lt dan L0 masing-masing adalah panjang rata-rata akhir dan awal (cm).

Kelangsungan Hidup (Survival Rate - SR)

SR digunakan untuk mengevaluasi tingkat mortalitas dan pengaruh proteksi profilaksis dari pemberian campuran *L. plantarum* dan bawang putih.

$$SR = \frac{Nt}{No}\ x100$$

Keterangan : Nt adalah jumlah individu pada akhir penelitian
dan N0 adalah jumlah individu pada awal penelitian.

Parameter Efisiensi Pakan

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

EPP merupakan parameter krusial untuk mengukur seberapa besar pakan yang dikonsumsi mampu diubah menjadi massa daging. Nilai ini memberikan gambaran langsung mengenai peningkatan bioavailabilitas nutrien akibat aktivitas enzimatis probiotik.

$$EPP = \frac{(Bt + D) - Bo}{F} x\ 100$$

Keterangan : Bt adalah biomassa akhir (g),
Bo adalah biomassa awal (g),
D adalah bobot total udang yang mati (g),
dan F adalah berat total pakan yang diberikan (g).

Feed Conversion Ratio (FCR)

FCR mengukur efisiensi pakan secara kuantitatif. Semakin rendah nilai FCR, semakin efisien udang dalam memanfaatkan nutrisi pakan.

$$FCR = \frac{F}{(Bt + D) - Bo} x100$$

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah secara sistematis menggunakan metode statistik untuk menarik kesimpulan yang valid:

1. Uji Prasyarat: Sebelum dilakukan analisis varians, data diuji Normalitas dan Homogenitas untuk memastikan data berdistribusi normal dan memiliki varians yang seragam.
2. Uji Hipotesis (ANOVA): Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh signifikan dari pemberian dosis sinbiotik yang berbeda terhadap seluruh parameter uji.
3. Uji Lanjut (Tukey HSD): Apabila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Tukey. Uji ini berfungsi untuk membandingkan rata- rata antar perlakuan secara berpasangan guna menentukan dosis manakah yang memberikan hasil terbaik secara statistik (Putra, 2022).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Performa Pertumbuhan dan Kapasitas Metabolik

Berdasarkan pengamatan selama 30 hari, suplementasi sinbiotik memberikan dampak positif terhadap parameter pertumbuhan udang vaname (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter Pertumbuhan Udang Vaname (Rata-rata)

Ulangan	Kontrol (P0)		P1 (Sinbiotik 1%)		P2 (Sinbiotik 2%)	
	Bobot Awal	Bobot Akhir	Bobot Awal	Bobot Akhir	Bobot Awal	Bobot Akhir
1	0,41	5,8	0,52	5,9	0,41	7,2
2	0,44	4,8	0,54	7,0	0,40	7,1
3	0,38	4,6	0,41	6,9	0,39	7,2
Rata- Rata	0,41	5,1	0,49	6,6	0,40	7,2

Signifikansi nilai SGR bobot sebesar 9,63% pada perlakuan P2 membuktikan bahwa sinbiotik dosis 2% berperan sebagai *growth promoter* yang efektif. Secara fisiologis, penambahan *L. plantarum* memicu sekresi enzim ekstraseluler (protease, amilase, dan lipase) yang lebih masif di dalam lumen usus. Peningkatan aktivitas enzimatis ini memecah polimer nutrisi pakan yang kompleks menjadi monomer yang siap diserap oleh mikrovili usus. Menurut Hasniar *et al.* (2016), bakteri asam laktat mampu memodulasi ekspresi gen pengkode enzim pencernaan pada krustasea, yang secara langsung berkolerasi dengan percepatan laju pertumbuhan harian. Hal ini sejalan dengan temuan Pradayanti *et al.* (2024) bahwa aplikasi probiotik yang tepat secara signifikan memacu laju pertumbuhan harian. Kesesuaian ini juga didukung oleh Manurung *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa aplikasi teknologi berbasis fermentasi di tambak intensif Bali mampu menghasilkan pertumbuhan yang konsisten melalui penyediaan nutrisi mikro yang stabil.

Sinergisme dalam dosis 2% memberikan rasio yang presisi antara jumlah sel probiotik dengan ketersediaan fruktooligosakarida (FOS) dari bawang putih. FOS berfungsi sebagai prebiotik spesifik yang difermentasi secara eksklusif oleh *L. plantarum* menghasilkan *Short Chain Fatty Acids* (SCFA) yang menurunkan pH usus, menciptakan kondisi asam yang menguntungkan bagi penyerapan mineral. Menariknya, SGR panjang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa sinbiotik lebih berperan dalam peningkatan densitas seluler daripada pemanjangan rangka karapas pada fase juvenil. Tamsil dan Hasdidar (2019) menjelaskan bahwa udang cenderung memprioritaskan akumulasi biomassa pada jaringan lunak (otot) sebelum melakukan proses *ecdysis* (molting) yang membutuhkan energi besar untuk pembentukan eksoskeleton baru. Secara molekuler, perbedaan sistem budidaya dan intervensi nutrisi terbukti dapat mengubah ekspresi protein tubuh, yang terlihat pada perbedaan pola pita protein daging udang (Martini *et al.*, 2015).

Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) dan Kesehatan Usus

Efisiensi pakan merupakan indikator keberhasilan sinbiotik dalam mengoptimalkan konversi nutrisi menjadi daging (Tabel 2).

Tabel 2. Efisiensi Pakan dan Kelangsungan Hidup (Rata-rata ± SD)

Parameter	PO	P1	P2	P-Value
FCR	$1,20 \pm 0,09^{a}$	$1,08 \pm 0,07^{a}$	$1,03 \pm 0,24^{a}$	0,052

EPP (%)	83,29 ± 6,33[b]	92,84 ± 6,05[ab]	97,04 ± 0,38[a]	0,049
SR (%)	76,22 ± 4,67[a]	79,56 ± 2,89[a]	80,67 ± 3,51[a]	0,362

Tingginya nilai EPP pada P2 (97,04%) membuktikan adanya peningkatan bioavailabilitas nutrien yang signifikan (P=0,049). Kehadiran *L. plantarum* dan senyawa bioaktif bawang putih meningkatkan integritas mukosa usus dan memperluas area permukaan absorpsi. Hoseinifar *et al.* (2018) melaporkan bahwa sinbiotik meningkatkan tinggi vili dan kepadatan sel goblet pada usus udang, sehingga waktu kontak antara kimus dengan sel absorptif menjadi lebih lama. Pemanfaatan pakan yang efisien ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis mikroba yang tepat dapat mengoptimalkan konversi nutrisi menjadi massa daging (Pradayanti *et al.,* 2024).

Meskipun FCR tidak berbeda nyata secara statistik (P=0,052), tren penurunan nilai FCR menjadi 1,03 pada P2 menunjukkan manajemen energi yang sangat efisien. Penggunaan probiotik mengurangi produksi amonia internal udang karena asam amino pakan digunakan untuk pembentukan protein tubuh, bukan dideaminasi menjadi energi dan limbah nitrogen (Sucipto dan Novilyasari, 2021). Teknik *coating* menggunakan putih telur berperan vital menjaga *water stability* pakan, mencegah *leaching* nutrien sebelum pakan dikonsumsi (Furqon & Yuhana, 2025).

Kelangsungan Hidup (SR) dan Resiliensi Lingkungan

Hasil SR secara statistik tidak berbeda nyata (P>0,362), namun pencapaian 80,67% pada P2 dibandingkan 76,22% pada kontrol menunjukkan tren proteksi profilaksis. Ketahanan benih udang vaname terhadap lingkungan sangat dipengaruhi oleh penggunaan probiotik yang mampu menekan tingkat mortalitas (Antari *et al*., 2023). Kondisi lingkungan BPIU2K yang sangat optimal menyebabkan udang kontrol tidak mengalami tekanan mortalitas massal. Namun, secara biologis, selisih tersebut mengindikasikan penguatan sistem imun non-spesifik. Hal ini selaras dengan observasi pada sistem fermentasi intensif di CV 58, di mana manajemen input fungsional memberikan perlindungan bagi udang vaname terhadap fluktuasi lingkungan, sehingga menjaga tingkat kelangsungan hidup tetap kompetitif (Manurung *et al.,* 2025).

Alisin pada bawang putih merangsang aktivitas fagositosis dari sel hemosit (Ridho, 2022). Hal ini membuktikan bahwa sinbiotik meningkatkan resiliensi udang terhadap stres lingkungan, sebagaimana analisis Antari *et al*. (2023) bahwa aplikasi mikroba menguntungkan secara signifikan meningkatkan sintasan benih pada kondisi budidaya.

Stabilitas Parameter Kualitas Air

Kualitas air tetap terjaga dalam rentang yang mendukung pertumbuhan, meskipun ditemukan akumulasi senyawa nitrogen (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter Kualitas Air Selama Pemeliharaan

Parameter	Hasil Rerata	Standar SNI 01-7246-2006	Ket.
Suhu	27,91 – 27,98	28,5-31,5	Sub-Optimal
pH	7,47 – 7,49	7,5-8,5	Optimal
DO	5,91 – 6,02	> 3,5	Sangat Baik
Amonia	0,07 – 0,08	< 0,01	Tinggi
Ntrit	0,37- 0,39	< 0,01	Tinggi

Nilai amonia dan nitrit yang melampaui standar SNI tidak menghambat pertumbuhan pada P2. Hal ini menunjukkan bahwa sinbiotik mampu meningkatkan resiliensi udang terhadap stres lingkungan. Arifaddini *et al*. (2025) melaporkan bahwa aplikasi sinbiotik pada media budidaya

berperan dalam menstabilkan parameter fisika-kimia air melalui pengaturan siklus nitrogen, termasuk menekan akumulasi amonia dan nitrit sehingga kualitas media tetap berada pada kondisi yang mendukung metabolisme organisme budidaya. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian Putri *et al.* (2025) pada budidaya udang vaname menunjukkan bahwa praktik manajemen media dan input fungsional berperan penting dalam mempertahankan kondisi lingkungan pemeliharaan agar tetap mendukung performa produksi, meskipun parameter kimia tertentu berada pada kisaran yang fluktuatif. Kondisi ini memperkuat peran bakteri menguntungkan dari pakan fungsional dalam menjaga keseimbangan mikroekosistem media pemeliharaan sehingga organisme budidaya tetap mampu tumbuh optimal (Wisastra, 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian sinbiotik dosis 2% (P2) merupakan konsentrasi paling optimal yang memberikan pengaruh signifikan terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) bobot sebesar 9,63% dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) mencapai 97,04%. Meskipun parameter nitrogen seperti amonia dan nitrit melampaui ambang batas SNI, udang dengan perlakuan sinbiotik tetap menunjukkan performa pertumbuhan yang maksimal, yang membuktikan adanya peningkatan resiliensi udang terhadap stres lingkungan. Sebagai saran, para pembudidaya udang vaname disarankan untuk mengaplikasikan sinbiotik dosis 2% dengan teknik *coating* menggunakan binder putih telur untuk meningkatkan efisiensi pakan dan biomassa panen. Selain itu, peneliti selanjutnya perlu melakukan uji tantang (*challenge test*) menggunakan bakteri patogen untuk memvalidasi efektivitas sistem imun udang secara nyata serta melakukan analisis ekonomi (*R/C ratio*) guna melihat keuntungan finansial pada skala tambak intensif.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, D. (2020). *Perbedaan Penambahan Ekstrak Bawang Putih (Allium sativum) dan Kunyit (Curcuma longa) sebagai Atraktan pada Pakan Komersial terhadap Konsumsi Pakan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Gurami (Osphronemus gouramy)*. Skripsi. Universitas Airlangga.

Antari, L. K. G. S., Martini, N. N. D., & Amelia, J. M. (2023). Analisis Perbandingan Penggunaan Probiotik Yang Berbeda Terhadap Sintasan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, *22*(1), 1-14.

Arifaddini, W., Yudasmara, G. A., & Maharani, M. D. K. (2025). Kualitas air media budidaya nila (*Oreochromis niloticus*): efek pakan bersinbiotik EM4 dan tepung ubi jalar. ACROPORA: *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 8(2), 53–61.

Badan Standardisasi Nasional. (2006). Produksi udang vaname *(Litopenaeus vannamei*) di tambak dengan teknologi intensif (SNI 01-7246-2006). https://www.scribd.com/document/440249494/SNI-01-7246-2006-Produksi-udang. (Diakses 21 Desember 2025)

Furqon, A. A., & Yuhana, M. (2025). Efektivitas Suplementasi Mikrokapsul Sinbiotik terhadap Kinerja Pertumbuhan dan Respons Imun Udang Vaname yang Diinfeksi *Vibrio parahaemolyticus.*

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 vaname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar Limunga. *e-Journal Budidaya Perairan, 11*(2), 309- 320.

Hasniar, H., Dahlia, D., & Seniati, S. (2016). Skreening Bakteri Asam Laktat (BAL) Bersifat Amilolitik dari Gastrointestinal Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Journal Galung Tropika*, *5*(3), 210-218.

Hoseinifar, S. H., Sun, Y. Z., Wang, A., & Zhou, Z. (2018). Probiotics as means of diseases control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives. *Frontiers in microbiology*, *9*, 2429.

Muchlisin, Z. A., Arisa, A. A., Muhammadar, A. A., Fadli, N., Arisa, I. I., & Siti-Azizah, M.
N. (2016). Growth performance and feed utilization of keureling (Tor tambra) fingerlings fed a formulated diet with different doses of vitamin E (alpha-tocopherol). *Fisheries & Aquatic Life*, *24*(1), 47-52.

Martini, N. N. D., Nursyam, H., & Fadjar, M. (2015, October). Pengaruh perbedaan sistem budidaya terhadap pola pita protein daging Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). In *Prosiding Seminar Nasional MIPA*.

Martini, N. N. D. (2017). Pengaruh perbedaan sistem budidaya terhadap laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ika*, *15*(1), 1-20.

Manurung, V. M., Martini, N. N. D., & Yudasmara, G. A. (2025). Evaluation Of The Culture Performance Of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) In An Intensive Fermentation-Based System Of Cv 58 In North Bali. *Aqusains: Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, *13*(1), 1756-1764.

Nababan, Y. I., Nasrullah, H., Widanarni, W., Yuhana, M., & Alimuddin, A. (2021). Suplementasi Prebiotik Fruktooligosakarida (Fos) Meningkatkan Ekspresi Gen Terkait Metabolisme Serta Pertumbuhan Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*, *16*(4), 203-210.

Pardede, M. A., Widanarni, Sukenda, Yuhana, M., & Loh, J. Y. (2024). Effects of dietary synbiotic supplementation on digestive enzyme, total Vibrio count, and hepatopancreas of Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei* challenged with Vibrio parahaemolyticus. *Journal of Applied Aquaculture*, 1-11.

Putra, P. D. W. M. P. (2022). *Efek Penambahan Probiotik Dengan Dosis Yang Berbeda Pada Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Skripsi. Universitas Pendidikan Ganesha).

Pradayanti, P. P., Martini, N. N. D., & Kusuma, M. D. (2024). Pengaruh Aplikasi Jenis Probiotik Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *PENA AKUATIKA: JURNAL ILMIAH PERIKANAN DAN KELAUTAN Учредители: Universitas Pekalongan*, *23*(2), 50.

Putri, A. U., Yudasmara, G. A., & Prasetia, I. N. D. (2025). *Residue analysis in vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei) aquaculture in Tuban Regency*. Aqusains: *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 13(1), 1740–1746. https://doi.org/10.23960/aqs.v13i1.10897

Ridho, M. R. (2022). Pengaruh Pemberian Sinbiotik Kombinasi Probiotik *Lactobacillus plantarum* dan Prebiotik Ekstrak Bawang Putih terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 14(1), 45- 56.

Shilman, M. I., Purnamawati, P., Susanti, R., & Redha, A. R. (2025). Performance Kualitas Air Tambak Terhadap Kondisi Pertumbuhan Udang Vaname *(Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatiklestari*, *9*(1), 125-135.

Sucipto, S., & Novilyasari, D. Efektivitas Pemanfaatan Probiotik Terhadap Pertumbuhan, Sintasan dan Stress Resisten Udang Vaname (*Litopenaeus vanname*i). *Jurnal Salamata*, *6*(2), 73-82.

Tamsil, A., & Hasnidar, H. (2025). Efektifitas Penggunaan Probiotik Pada pentokolan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal Of Indonesian Tropical Fisheries (Joint- Fish): Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap Dan Ilmu Kelautan*, *8*(1), 76-86.

Wisastra, S. R., Wulandari, D., Setiarto, R. H. B., Budiharjo, A., & Soowannayan, C. (2025). The Application of Prebiotics, Probiotics, Synbiotics, Postbiotics and Parabiotics in Aquaculture. *Reviews in Agricultural Science*, *13*(3), 15-44