



Metode Aplikasi Probiotik yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Udang Kaki Putih (*Penaeus vannamei* Boone, 1931)

*Different Application Methods of Probiotic on the Growth of Whiteleg Prawn (*Penaeus vannamei* Boone, 1931)*

Wandi¹, Musayyadah Tis'in², dan Rusaini^{1*}

¹ Program Studi Akuakultur,
Fakultas Peternakan dan
Perikanan, Universitas
Tadulako, Jl. Soekarno Hatta
No.KM. 9, Tondo, Kec.
Mantikulore, Palu, Sulawesi
Tengah Indonesia 94118

² Program Studi Ilmu Kelautan,
Fakultas Peternakan dan
Perikanan, Universitas
Tadulako, Jl. Soekarno Hatta
km 9, Palu, Indonesia 94118

ABSTRAK

Intensifikasi budidaya udang disamping meningkatkan produksi, juga mengakibatkan penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Salah satu solusi yang dapat ditempuh adalah penerapan probiotik sebagai agen biokontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aplikasi probiotik yang berbeda terhadap pertumbuhan udang kaki putih. Penelitian ini bersifat eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, yaitu A (tanpa penambahan probiotik, kontrol); B (penambahan probiotik dosis 10 mL/kg pakan); C (penambahan probiotik dosis 0,5 mL/L air media pemeliharaan); dan D (penambahan probiotik dengan dosis 10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan). Data pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan harian (SGR) dan rasio konversi pakan (FCR) dianalisis ragam (ANOVA) dan uji BNJ digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data kelangsungan hidup dan kualitas air dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan mutlak dan SGR tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan probiotik melalui media pemeliharaan, masing-masing sebesar 2,91 g dan 3,06%/hari. FCR terbaik dan kelangsungan hidup tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan probiotik melalui pakan dan air, masing-masing 1,84 dan 26%. Aplikasi probiotik melalui air meningkatkan pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian, sedang aplikasi probiotik melalui pakan, baik secara tunggal maupun kombinasi menghasilkan nilai FCR lebih rendah dan kelangsungan hidup lebih tinggi.

Kata kunci: Intensifikasi, metode aplikasi, *Penaeus vannamei*, probiotik.

ABSTRACT

The intensification of prawn culture, not only increases production, but also decreases water quality due to the accumulation of organic matter, affecting the growth and survival rate of cultured prawns. The application of probiotics as a biocontrol agent can be seen as a solution. This study aimed to examine the effect of different methods of probiotic applications on the growth of whiteleg prawns. The study was designed experimentally in a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications, including A (no probiotics, control); B (probiotic EM-4 at a dose of 10 mL/kg feed); C (probiotic EM-4 at a dose of 0.5 mL/L culture water); and D (probiotic EM-4 at a dose of 10 mL/kg feed and 0.5 mL/L culture water). Data on absolute growth, daily growth rate and FCR were analysed with analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test is used to determine differences between treatments. The survival rate and water quality were analyzed descriptively. The results showed that the highest absolute and daily growth rates were obtained when probiotics were added to culture water, accounting for 2.91 g and 3.06%/day, respectively. The best FCR and highest survival rate were obtained in treatment addition of probiotic through feed and water, with values of 1.84 and 26%, respectively. Applying probiotics through culture media has increased the absolute growth and daily growth rate of whiteleg prawn. Meanwhile, administering probiotics through feed, either singly or in combination, resulted in lower FCR values and a higher survival rate.

Keywords: application method, intensification, *Penaeus vannamei*, probiotic.

***Corresponding Author:**
Rusaini, Program studi
Akuakultur, Fakultas
Peternakan dan Perikanan,
Universitas Tadulako;
rusaini.rusaini.aquauntad@gmail.com

Diterima: 24-07-2024
Disetujui: 29-11-2024
Diterbitkan: 11-12-2024

Kutipan: Wandu, W., Tis'in, M., & Rusaini, R. (2024). Metode Aplikasi Probiotik yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Udang Kaki Putih (*Penaeus vannamei* Boone, 1931). *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 25(3), 171-183. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v25i3.2024.171-183>

Open Access: <https://ejurnal.fapetkan.untad.ac.id/index.php/agrisains>

PENDAHULUAN

Udang kaki putih (*Penaeus vannamei*, Boone 1931) merupakan salah satu komoditas unggulan akuakultur Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Jenis udang ini memiliki keunggulan secara biologis antara lain pertumbuhan cepat, tingkat kelangsungan hidup yang tinggi dan dapat dibudidayakan dengan padat tebar tinggi (Purnamasari et al., 2017). Budidaya sistem intensif dengan tingkat penebaran dan pemberian pakan yang tinggi tidak hanya dapat memaksimalkan produksi (Garono, 2004; Oddsson, 2020), tetapi juga dapat memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang yang disebabkan oleh menurunnya kualitas air akibat akumulasi limbah organik dari sisa pakan dan hasil metabolisme (Farpamaki et al., 2014). Penggunaan probiotik sebagai agen biokontrol (Parashuramappa, 2024) dapat dipertimbangkan sebagai salah satu jalan keluar terhadap masalah tersebut.

Probiotik merupakan mikroorganisme hidup atau mati atau bagian dari mikroorganisme yang memiliki efek menguntungkan bagi inang dengan memodifikasi komunitas mikroba baik pada inang atau lingkungan. Probiotik mampu meningkatkan kualitas air, nilai gizi pakan, dan respons terhadap penyakit (Verschuere et al., 2000; Jamal et al., 2019; Amenyogbe et al., 2024). Pemberian probiotik dalam akuakultur dapat dilakukan dengan beberapa cara, namun yang umum digunakan adalah melalui pakan, atau diberikan secara langsung ke kolam/media budidaya (Kumar et al., 2016).

Penelitian mengenai penggunaan probiotik terhadap pertumbuhan organisme budidaya, baik melalui pakan maupun melalui media pemeliharaan sudah sering dilakukan. Namun, penelitian yang membandingkan efektivitas dari kedua metode tersebut terhadap pertumbuhan organisme budidaya masih jarang dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh metode aplikasi probiotik yang berbeda terhadap pertumbuhan udang kaki putih.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2020 di Laboratorium Kualitas Air dan Biologi Akuatik, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako.

Organisme Uji

Organisme uji yang digunakan adalah juvenil udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) dengan bobot berkisar 0,53-0,60 g dan rata-rata $0,57 \pm 0,02$ g yang diperoleh dari Balai Benih Ikan Pantai (BBIP) Kampal, Instalasi Mamboro, Kota Palu. Wadah pemeliharaan adalah baskom plastik sebanyak 20 buah, masing-masing baskom diisi air laut yang telah diencerkan dengan air tawar sebanyak 20 L.

Desain Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental yang didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan, sehingga terdapat 20 unit satuan percobaan, sebagai berikut:

Perlakuan A : Tanpa penambahan probiotik (kontrol);

Perlakuan B : Penambahan probiotik EM-4 dosis 10 mL/kg pakan;

Perlakuan C : Penambahan probiotik EM-4 dosis 0,5 mL/L air media pemeliharaan;

Perlakuan D : Penambahan probiotik EM-4 dosis 10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan.

Prosedur Penelitian

Persiapan organisme uji

Udang ditebar dengan kepadatan 1 ekor/liter, sehingga terdapat 20 ekor juvenile pada masing-masing unit percobaan, sebelumnya udang kaki putih diaklimatisasi selama 1 hari dengan lingkungan uji. Penggantian air sebanyak 50% dilakukan setiap 15 hari selama masa pemeliharaan.

Pemberian pakan

Udang kaki putih diberikan pakan komersil MS Feng Li 'FL-1' yang berukuran 0,4-0,7 mm (*crumble*) dengan kandungan protein 40%, lemak 5 %, serat kasar 2%, abu 13% dan kadar air 11%. Pakan diberikan dengan dosis 5% dari bobot biomassa udang pada masing-masing unit percobaan. Dosis tersebut dibagi berdasarkan frekuensi pemberian pakan sebanyak 4 kali/hari yaitu pada pukul 06.00, 12.00, 18.00 dan 24.00 WITA.

Pemberian probiotik

Probiotik EM4 yang mengandung bakteri *Lactobacillus casei* ($2,0 \times 10^6$ sel/mL) dan *Saccharomyces cerevisiae* ($3,5 \times 10^5$ sel/mL) diaplikasikan melalui pakan dengan dosis 10 mL/kg pakan (Akmal et al., 2020), ditambahkan ke air media pemeliharaan dengan dosis 0,5 mL/L (Beauty et al., 2012), dan kombinasi keduanya, dengan frekuensi pemberian setiap 3 hari. Pemberian probiotik melalui pakan dilakukan dengan cara 10 mL probiotik diencerkan dengan akuades hingga mencapai volume 100 mL. Probiotik yang telah diencerkan selanjutnya disemprotkan ke pakan, kemudian diaduk secara merata dan dikering-anginkan. Penambahan probiotik melalui media pemeliharaan dilakukan dengan mencampurkan probiotik ke media pemeliharaan secara langsung. Pemberian pakan yang ditambahkan probiotik dibagi sesuai frekuensi pemberian pakan yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari, sementara pemberian probiotik melalui media pemeliharaan diberikan pada pagi hari.

Sampling

Sampling dilakukan setiap 7 hari sekali. Sampling dilakukan pada sore hari dengan menimbang udang pada masing-masing unit pemeliharaan menggunakan timbangan digital (dengan tingkat ketelitian 0,001 g) sehingga diperoleh bobot biomassa dari masing-masing unit percobaan. Pengukuran kualitas air juga dilakukan setiap 7 hari sekali yaitu pada pagi dan sore hari.

Peubah yang Diamati

Pertumbuhan mutlak

Pertumbuhan mutlak dihitung dengan mengacu pada persamaan yang digunakan oleh Deslianti et al. (2016):

$$W = W_t - W_0$$

Dimana:

W = Pertumbuhan mutlak organisme uji (g);

W_t = Rata-rata bobot organisme uji di akhir pemeliharaan (g);

W_0 = Rata-rata bobot organisme uji di awal pemeliharaan (g).

Spesifik Growth Rate (SGR)

Laju pertumbuhan harian dihitung dengan persamaan yang digunakan oleh Agustina *et al.* (2015):

$$SGR (\%/day) = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Dimana:

SGR = Laju pertumbuhan harian organisme uji (%/hari);

W_t = Rata-rata bobot organisme uji di akhir pemeliharaan (g);

W_0 = Rata-rata bobot organisme uji di awal pemeliharaan (g);

t = Lama waktu pemeliharaan (hari).

Food Conversion Ratio (FCR)

Rasio konversi pakan dihitung dengan mengacu pada persamaan yang diaplikasikan oleh Juliyanti *et al.* (2016):

$$FCR = \frac{F}{(B_t + B_m) - B_0}$$

Dimana:

FCR = Food Conversion Ratio;

F = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g);

B_t = Biomassa udang pada akhir pemeliharaan (g);

B_m = Biomassa udang yang mati selama pemeliharaan (g);

B_0 = Biomassa udang pada awal pemeliharaan (g).

Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup udang kaki putih dihitung dengan mengacu pada persamaan yang digunakan oleh Nababan *et al.* (2015):

$$SR(\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Dimana:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%);

N_t = Jumlah organisme uji pada akhir pemeliharaan (ekor);

N_0 = Jumlah organisme uji pada awal pemeliharaan (ekor).

Kualitas Air

Variabel kualitas air yang diukur selama penelitian terdiri dari suhu (Termometer Hg), salinitas (Refractometer), derajat keasaman (pH Meter), dan oksigen terlarut (DO Meter) yang diukur setiap 7 hari, serta amonia dan nitrit (Spectrophotometer) yang diukur pada awal dan akhir masa pemeliharaan.

Analisis Data

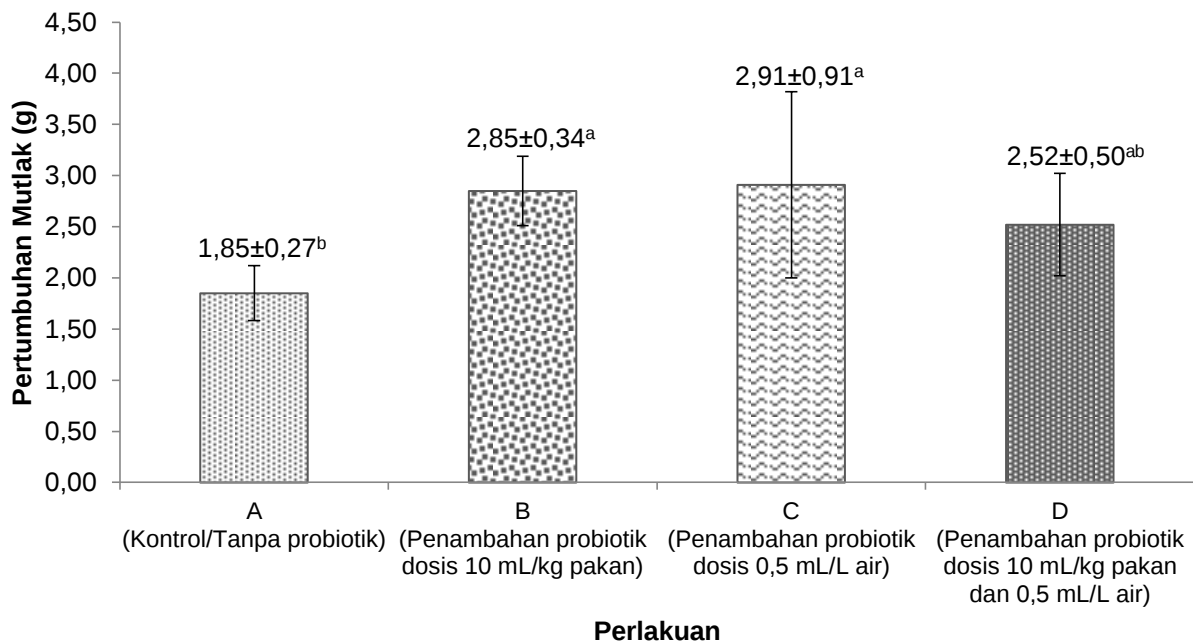
Data pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan harian dan rasio konversi pakan ditransformasi akar kuadrat (*square root*) dan kemudian dianalisis ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% dengan menggunakan 'Minitab 16' untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati. Jika perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui

perbedaan antar perlakuan. Adapun data kelangsungan hidup dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Mutlak

Perlakuan dengan pemberian probiotik memberikan pertumbuhan mutlak lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa probiotik (Gambar 1). Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa aplikasi probiotik yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak udang kaki putih ($P < 0,05$).



Gambar 1. Rata-rata pertumbuhan mutlak udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada setiap perlakuan. A (Kontrol); B (10 mL/kg pakan); C (0,5 mL/L air media pemeliharaan); D (10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan). Superscript yang berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan

Probiotik pada pakan berperan dalam meningkatkan daya cerna dan efisiensi pakan (Indariyanti and Aprilia, 2021) dengan meningkatkan aktivitas enzim pencernaan (Allameh *et al.*, 2020). Aktivitas enzim yang lebih tinggi dalam saluran pencernaan meningkatkan kemampuan pencernaan dan kinerja pertumbuhan inang (Wang *et al.*, 2019). Probiotik mempunyai mekanisme *competitive exclusion* yaitu bersaing dengan mikroorganisme patogen untuk menempati ruang dalam saluran pencernaan (Knipe *et al.*, 2021), menghasilkan bakteriosin, senyawa antimikroba yang menghambat pertumbuhan patogen, menciptakan lingkungan mikrobiota usus yang seimbang dan sehat sehingga udang dapat mencerna dan menyerap nutrisi pakan secara lebih efisien (Gaspar *et al.*, 2018). Probiotik yang diberikan melalui air berperan sebagai bioremediator, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme mengubah struktur kimia bahan pencemar di air sehingga menghasilkan kondisi lingkungan yang menunjang bagi pertumbuhan organisme akuatik (Supono, 2017).

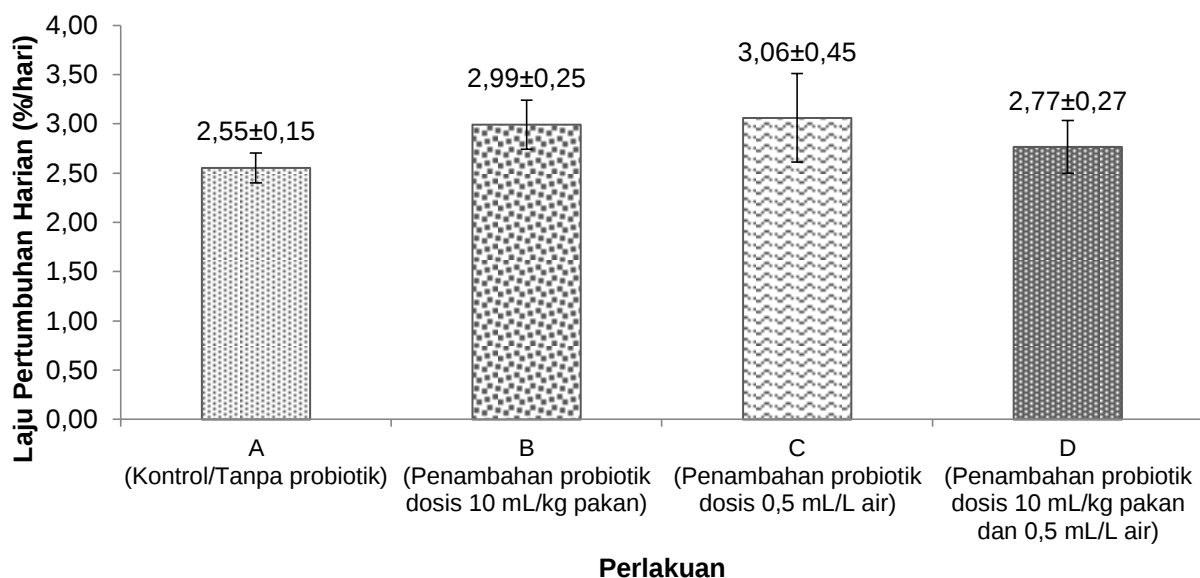
Pertumbuhan mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian probiotik melalui air pemeliharaan. Diduga hal ini karena terjadi peningkatan jumlah bakteri yang menekan bakteri patogen (Amiin *et al.*, 2023) pada media pemeliharaan. Adanya pengurangan populasi bakteri patogen dan perbaikan terhadap kualitas air membuat kinerja pertumbuhan organisme meningkat (Dawood *et al.*, 2019).

Jenis mikroorganisme yang terkandung dalam probiotik EM4 yaitu bakteri *Lactobacillus casei* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Bakteri *L. casei* pada air berperan sebagai biopreservatif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Usman et al., 2018) dengan memproduksi senyawa anitibakteri seperti bakteriosin dan asam organik (Fijan, 2023). Bakteri *Lactobacillus* juga dapat mencegah kolonisasi bakteri patogen, menurunkan kadar pH lingkungan serta meningkatkan ketahanan terhadap penyakit (Sivakumar et al., 2014). Secara umum, bakteri asam laktat (BAL) adalah strain probiotik yang mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pencernaan, dan mendorong pertumbuhan pada ikan dan krustasea (Chizhayeva et al., 2022). Adapun *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai efek dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan, homeostasis energi, dan respons imun (Ran et al., 2015; El-Bab et al., 2022).

Tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan aplikasi kombinasi probiotik melalui pakan dan air dengan kontrol, diduga disebabkan oleh dosis probiotik yang berlebih pada perlakuan kombinasi tersebut. Probiotik, baik bakteri Gram-positif maupun Gram-negatif memiliki efek imunostimulan (Sharifuzzaman dan Austin, 2017). Pemberian probiotik (imunostimulan) yang berlebih dapat menyebabkan immunosupresi pada organisme akuatik (Sakai, 1999). Immunosupresi meningkatkan kerentanan terhadap infeksi penyakit, yang memiliki implikasi bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme akuatik (Hernroth et al., 2020).

Laju Pertumbuhan Harian

Rata-rata laju pertumbuhan harian udang kaki putih lebih tinggi pada perlakuan yang diberi probiotik dibanding dengan kontrol (Gambar 2).



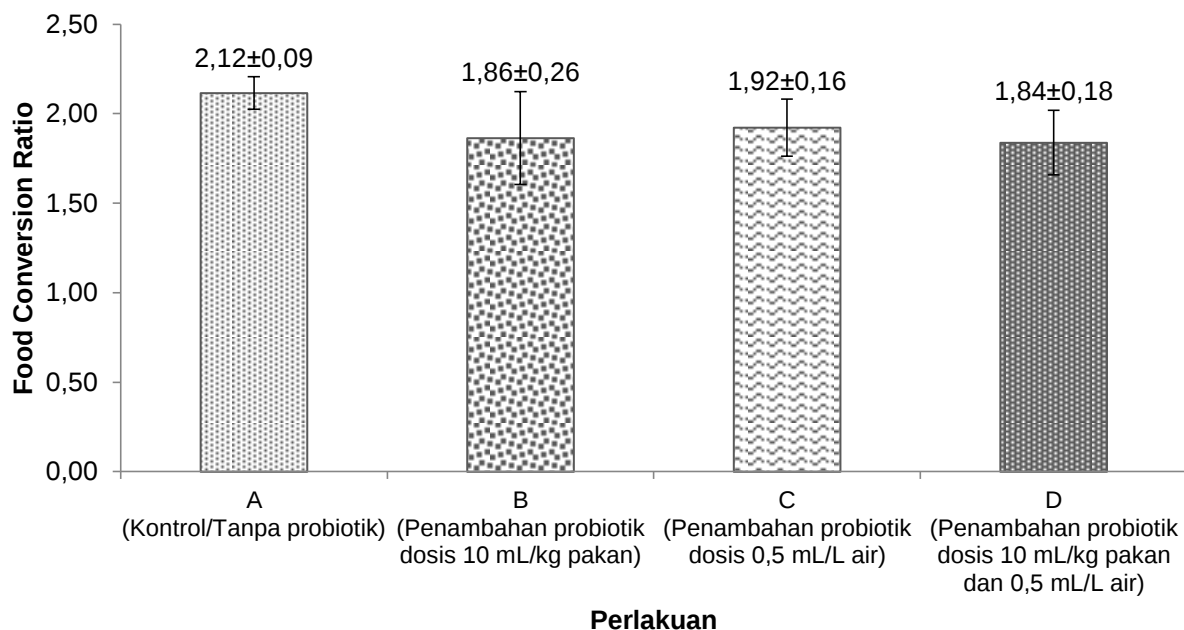
Gambar 2. Rata-rata laju pertumbuhan harian (*specific growth rate*) udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada setiap perlakuan. A (Kontrol); B (10 mL/kg pakan); C (0,5 mL/L air media pemeliharaan); D (10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan)

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa aplikasi probiotik tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) ($P > 0,05$). Diduga hal ini terjadi karena tingkat pertumbuhan udang yang tidak seragam. Tingkat pertumbuhan yang tidak seragam antar individu menyebabkan udang yang lebih besar menguasai ruang dan pakan. Udang yang lebih kecil cenderung sulit mendapatkan pakan, membuat udang stres, dan rentan terserang penyakit (Ali dan Waluyo, 2015) sehingga hal ini berdampak pada menurunnya laju pertumbuhan udang.

Faktor lain yang diduga juga mempengaruhi laju pertumbuhan harian udang kaki putih dalam penelitian ini adalah perubahan salinitas yang terjadi dalam kisaran yang cukup lebar (20 – 33 ppt), hal ini mempengaruhi proses fisiologi dan metabolisme udang. Menurut Arsad et al. (2017), pengaturan osmoregulasi mempengaruhi energi yang dihasilkan untuk proses metabolisme udang. Lebih lanjut Rahman et al. (2015) menyatakan bahwa salinitas yang tinggi dapat menyebabkan kulit udang cenderung keras sehingga udang kesulitan melakukan molting, akibatnya laju pertumbuhan menurun.

Food Conversion Ratio (FCR)

Nilai rata-rata rasio konversi pakan (FCR) udang kaki putih lebih rendah pada perlakuan yang diberi probiotik dibanding dengan kontrol (Gambar 3). Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian probiotik tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap FCR udang kaki putih.



Gambar 3. Rata-rata nilai *food conversion ratio* udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada setiap perlakuan. A (Kontrol); B (10 mL/kg pakan); C (0,5 mL/L air media pemeliharaan); D (10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi probiotik melalui pakan baik aplikasi tunggal (melalui pakan) ataupun kombinasi (melalui pakan dan air) menghasilkan nilai FCR yang lebih rendah dibanding perlakuan lainnya yaitu berturut-turut senilai 1,86 dan 1,84. Hal ini juga mengindikasikan bahwa efisiensi pemanfaatan pakan akan lebih baik jika probiotik diaplikasikan melalui pakan. Dash et al. (2014) menemukan bahwa pemberian pakan yang disuplementasi dengan probiotik meningkatkan efisiensi pakan, mikroflora inang, komposisi biokimia karkas, respons imun dan pertumbuhan udang.

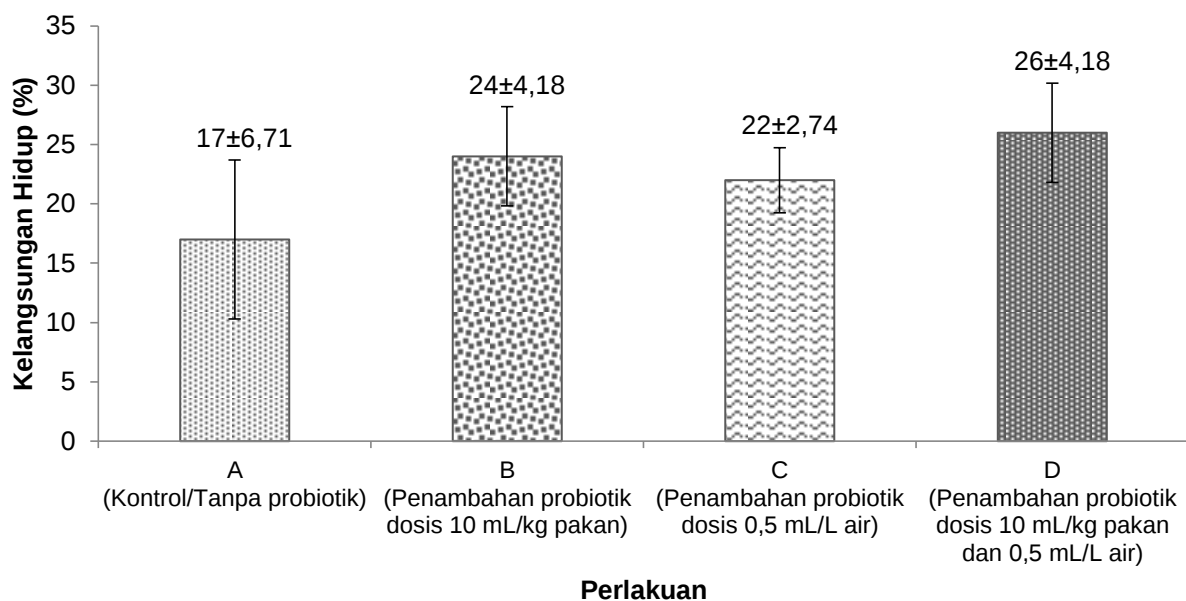
Aplikasi probiotik melalui pakan dapat meningkatkan efektifitas pencernaan pakan (Parashuramappa, 2024; Wardika et al., 2014). *Lactobacillus* menghasilkan enzim seperti amilase, lipase dan protease yang mengkatalis proses hidrolisis nutrisi pakan sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi (Hakim et al., 2023), begitupun *S. cerevisiae* yang menghasilkan enzim pencernaan (Ashry et al., 2023).

Nilai FCR udang kaki putih pada penelitian ini berkisar 1,84-2,12. Nilai FCR yang baik bagi udang berkisar antara 1,30-1,50 (Hung dan Quy, 2013; Akbarurrasyid et al., 2023). Tingginya nilai FCR yang diperoleh dalam penelitian ini diduga juga karena kadar salinitas

media pemeliharaan yang tinggi. Menurut Ali dan Waluyo (2015), media pemeliharaan dengan salinitas yang tinggi dapat menyebabkan tingginya nilai FCR. Salinitas mempengaruhi tekanan osmotik cairan tubuh udang. Tekanan osmotik air yang berbeda secara signifikan dengan tekanan osmotik cairan tubuh membuat udang membutuhkan energi yang relatif besar untuk mempertahankan osmotik tubuhnya agar tetap pada kondisi ideal. Penggunaan energi untuk osmoregulasi tersebut mempengaruhi budget energi untuk pertumbuhan.

Kelangsungan Hidup

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata sintasan *P. vannamei* selama 2 bulan pemeliharaan, lebih tinggi pada perlakuan yang diberi probiotik dibanding dengan perlakuan tanpa probiotik. Kelangsungan hidup tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan aplikasi probiotik melalui pakan dan media pemeliharaan yaitu sebesar 26% dan terendah adalah perlakuan tanpa pemberian probiotik (kontrol) sebesar 17% (Gambar 4).



Gambar 4. Rata-rata kelangsungan hidup (*survival rate*) udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada masing-masing perlakuan. A (Kontrol); B (10 mL/kg pakan); C (0,5 mL/L air media pemeliharaan); D (10 mL/kg pakan dan 0,5 mL/L air media pemeliharaan)

Nilai kelangsungan hidup yang diperoleh dari penelitian ini <50%. Kisaran normal untuk kelangsungan hidup udang adalah >50% (Tuiyo et al., 2022). Rendahnya kelangsungan hidup dalam penelitian ini diduga karena adanya kompetisi dalam mendapatkan pakan dan ruang (Suwoyo and Hendrajat, 2021). Dominasi dan perilaku agresif udang besar terhadap udang kecil, juga mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup udang (Inayah et al., 2023), kondisi ini memicu terjadinya kanibalisme (Aprilia et al., 2023). Kanibalisme adalah sifat alamiah pada udang berupa kecenderungan untuk memangsa sesamanya (Prawira et al., 2014). Kanibalisme dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik seperti heterogenitas ukuran, fotoperiod, intensitas cahaya, padat tebar, ketersediaan tempat berlindung, pakan, dan proses molting (Romano and Zeng, 2017).

Kualitas Air

Kisaran suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut, amonia dan nitrit pada setiap perlakuan cenderung sama (Tabel 1), diduga hal ini karena seluruh unit percobaan berada

di ruangan yang sama sehingga perubahan kondisi lingkungan terjadi secara bersamaan dan seragam pada seluruh unit percobaan.

Suhu air pemeliharaan selama penelitian berkisar antara 26-29 °C. Menurut Supriatna *et al.* (2023) bahwa toleransi suhu air bagi udang kaki putih berkisar antara 26-29 °C. Boyd (1998) menyatakan bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan *P. vannamei* berada pada kisaran 25-30 °C.

Salinitas air pemeliharaan selama penelitian berkisar 20-33 ppt. Salinitas yang baik bagi udang berkisar antara 20 dan 25 ppt (Zainuddin *et al.*, 2014). Udang kaki putih umumnya dibudidayakan pada salinitas 15-25 ppt, tetapi udang penaeid juga dapat dibudidayakan pada salinitas yang lebih rendah atau lebih tinggi dari kisaran tersebut (Boyd and Tucker, 1998).

Tabel 1. Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian pada masing-masing perlakuan

No.	Variabel	Perlakuan			
		A	B	C	D
1.	Suhu (°C)	26-29	26-29	26-29	26-29
2.	Salinitas (ppt)	20-33	20-33	22-32	21-32
3.	pH	7,1-8,2	6,7-8,1	6,9-8,3	7,2-8,5
4.	Oksigen Terlarut (mg/L)	4,9-7,7	4,6-7,7	4,5-7,5	4,3-7,7
5.	Amonia (mg/L)	0,0021-0,0034	0,0021-0,0027	0,0021-0,0024	0,0021-0,0021
6.	Nitrit (mg/L)	0,0019-0,0056	0,0019-0,0052	0,0019-0,0035	0,0019-0,0019

Kadar pH air pemeliharaan selama penelitian berkisar 6,7-8,5. Kadar pH ini merupakan pH yang layak bagi udang kaki putih. Menurut Boyd (2014), kadar pH yang optimal bagi organisme akuatik berkisar 6,5-9 atau berkisar antara 7,5-8,0 (Mangampa dan Suwoyo, 2016).

Oksigen terlarut pada air pemeliharaan berkisar 4,3-7,7 mg/L. Supriatna *et al.* (2017) menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut untuk menunjang pertumbuhan udang kaki putih berkisar 3,5-7,5 mg/L. Menurut Boyd (2017), kadar oksigen terlarut yang baik umumnya 5,0 mg/L-saturasi.

Konsentrasi amonia selama penelitian berkisar antara 0,0021-0,0034 mg/L dan konsentrasi nitrit berkisar antara 0,0019-0,0056 mg/L. Konsentrasi amonia yang toksik bagi organisme akuatik berkisar antara 0,6–2,0 mg/L (Boyd, 1982), Adapun konsentrasi nitrit yang dapat ditolerir oleh krustasea berkisar 0,66-200 mg/L (Boyd, 2000). Menurut Parlina *et al.* (2018), konsentrasi amonia yang aman untuk budidaya udang kaki putih yaitu $\leq 0,012$ mg/L dan nitrit yaitu $\leq 4,4$ mg/L.

KESIMPULAN

Aplikasi probiotik melalui air meningkatkan pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan harian udang kaki putih. Sementara itu, pemberian probiotik melalui pakan, baik secara tunggal maupun kombinasi, menghasilkan nilai FCR lebih rendah dan kelangsungan hidup yang lebih tinggi. Namun, penting untuk mempertimbangkan karakteristik dan fungsi spesifik mikroorganisme probiotik yang digunakan agar metode aplikasi sesuai dengan tujuan pemberian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Kepala dan Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Laboratorium Kualitas Air dan Biologi Akuatik, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako, atas dukungan fasilitas yang telah diberikan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R. L., Hudaidah, S., & Supono. (2015). Keragaan Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) pada Densitas yang Berbeda dengan Sistem Bioflok pada Fase Pendederan. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(2), 367–374.
- Akmal, A., Hasbullah, D., Mundayana, Y., Rahmi, R., & Hartanto, N. (2020). Substitusi Viterna Plus pada Pakan bagi Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Rasio RNA/DNA Udang Windu (*Penaeus monodon*, Fabr). *Jurnal Galung Tropika*, 9(2), 195–208. <https://doi.org/10.31850/jgt.v9i2.643>
- Ali, F., & Waluyo, A. (2015). Tingkat kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) pada Media Bersalinitas. *LIMNOTEK - Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 22(1), 42–51.
- Allameh, S. K., Noaman, V., Boroumand-Jazi, M., Ganjour, M., & Nahavandi, R. (2020). Some Beneficial Effects of Probiotics in Aquaculture. *Journal of Clinical Trials & Research*, 4(1), 215–218.
- Amiin, M. K., Lahay, A. F., Putriani, R. B., Reza, M., Putri, S. M. E., Sumon, M. A. A., Jamal, M. T., & Santanumurti, M. B. (2023). The Role of Probiotics in Vannamei Shrimp Aquaculture Performance - A Review. *Veterinary World*, 16(3), 638–649. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.638-649>
- Aprilia, T., Agustama, Y., Rakhmawati, R., & Marlina, E. (2023). Growth Performance and Survival Rate of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Post-Larva Stages in a Super Intensive Cultivation System with Varied Densities. *Depik*, 12(3), 284–290. <https://doi.org/10.13170/depik.12.3.30546>
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Maya V, B., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. (2017). Studi Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>
- Ashry, O. A., Khouuraiba, H. M., Mohamed, M. A., & Sharawy, Z. Z. (2023). Influence of Different Fermented Fruit wastes Phytobiotic as Feed Additive on Zootechnical Performance, Bacteriological Analysis, Digestive Enzymes, and Immune Response of *Litopenaeus vannamei*. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(4), 193–212. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2023.309142>
- Beauty, G., Yustiati, A., & Grandiosa, R. (2012). Pengaruh Dosis Mikroorganisme Probiotik pada Media Pemeliharaan terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Mas Koki (*Carassius auratus*) dengan Padat Penebaran Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Unpad*, 3(3), 1–6.
- Boyd, C. E. (1998). Pond Water Aeration Systems. *Aquacultural Engineering*, 18(1), 9–40. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00019-3](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00019-3)
- Boyd, C. E. (2017). General Relationship Between Water Quality and Aquaculture Performance in Ponds. *Fish Diseases: Prevention and Control Strategies*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00006-5>
- Boyd, C. E. (2020). *Water Quality An Introduction. Third Edition*. Springer. Auburn, AL, US.
- Boyd, C. E., & Lichtkoppler, F. (1982). *Water Quality Management in Pond Fish*. International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station. Auburn University. Auburn, AL, US.

- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Chizhayeva, A., Amangeldi, A., Oleinikova, Y., Alybaeva, A., & Sadanov, A. (2022). Lactic Acid Bacteria as Probiotics in Sustainable Development of Aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 35(10), 2–17. <https://doi.org/10.1051/alr/2022011>
- Dash, G., Raman, R. P., Pani Prasad, K., Makesh, M., Pradeep, M. A., & Sen, S. (2014). Evaluation of *Lactobacillus plantarum* as Feed Supplement on Host Associated Microflora, Growth, Feed Efficiency, Carcass Biochemical Composition and Immune Response of Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). *Aquaculture*, 432, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.011>
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., & Van Doan, H. (2019). Probiotic Application for Sustainable Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907–924. <https://doi.org/10.1111/raq.12272>
- Deslianti, B., Kurnia, A., & Muskita, W. H. (2016). Studi Penggunaan Tepung Ikan Layang (*Decapterus russelli*) dengan Tepung Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dalam Pakan terhadap Kecernaan Juvenil Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Media Akuatika*, 1(4), 261–269.
- El-Bab, A. F. F., Saghir, S. A. M., El-Naser, I. A. A., El-Kheir, S. M. M. A., Abdel-Kader, M. F., Alruhaimi, R. S., Alqhtani, H. A., Mahmoud, A. M., Naiel, M. A. E., & El-Raghi, A. A. (2022). The Effect of Dietary *Saccharomyces cerevisiae* on Growth Performance, Oxidative Status, and Immune Response of Sea Bream (*Sparus aurata*). *Life*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/life12071013>
- Farmaki, E. G., Thomaidis, N. S., Pasias, I. N., Baulard, C., Papaharisis, L., & Efstathiou, C. E. (2014). Environmental Impact of Intensive Aquaculture: Investigation on the Accumulation of Metals and Nutrients in Marine Sediments of Greece. *Science of the Total Environment*, 485–486(1), 554–562. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.125>
- Fijan, S. (2023). Probiotics and Their Antimicrobial Effect. *Microorganisms*, 11(2), 17–20. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020528>
- Garno, S. Y. (2004). Pengembangan Budidaya Udang dan Potensi Pencemarannya pada Perairan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(3), 187–192.
- Gaspar, C., Donders, G. G., Palmeira-de-Oliveira, R., Queiroz, J. A., Tomaz, C., Martinez-de-Oliveira, J., & Palmeira-de-Oliveira, A. (2018). Bacteriocin Production of the Probiotic *Lactobacillus acidophilus* KS400. *AMB Express*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0679-z>
- Hakim, A., Nabihah, B., Xuan, N. J., & Oslan, S. N. H. (2023). A Comprehensive Review of Bioactive Compounds from Lactic Acid Bacteria: Potential Functions as Functional Food in Dietetics and the Food Industry. *Foods*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/foods12152850>
- Hernroth, B., Tassidis, H., & Baden, S. P. (2020). Immunosuppression of Aquatic Organisms Exposed to Elevated Levels of Manganese: From Global to Molecular Perspective. *Developmental and Comparative Immunology*, 104, 103536. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.103536>
- Hung, L. T., & Quy, O. M. (2013). On Farm Feeding and Feed Management in Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming in Viet Nam. *On-Farm Feeding and Feed Management in Aquaculture*, 583, 337–357.
- Inayah, Z. N., Musa, M., & Arfiati, D. (2023). Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Intensive Cultivation Systems. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8821–8829. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4278>

- Indariyanti, N., & Aprilia, T. (2021). Probiotic Supplementation in Feed on Nutritional Quality, Feed Efficiency, and the Growth of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012044>
- Juliyanti, V., Muliani, & Salamah. (2016). Pengaruh Penggunaan Probiotik pada Media Pemeliharaan terhadap Benih Mas Koki (*Carassius auratus*) pada Umur yang Berbeda. *Aquatic Sciences Journal*, 3(2), 66–74.
- Knipe, H., Temperton, B., Lange, A., Bass, D., & Tyler, C. R. (2021). Probiotics and Competitive Exclusion of Pathogens in Shrimp Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 324–352. <https://doi.org/10.1111/raq.12477>
- Kumar, V., Roy, S., Meena, D. K., & Sarkar, U. K. (2016). Application of Probiotics in Shrimp Aquaculture: Importance, Mechanisms of Action, and Methods of Administration. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(4), 342–368.
- Mangampa, M., & Suwoyo, H. S. (2016). Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Teknologi Intensif Menggunakan Benih Tokolan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(3), 351. <https://doi.org/10.15578/jra.5.3.2010.351-361>
- Nababan, E., Putrea, I., & Rusliadi, R. (2015). Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Persentase Pemberian Pakan yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 18–26.
- Oddsson, G. V. (2020). A Definition of Aquaculture Intensity Based on Production Functions-the Aquaculture Production Intensity Scale (APIS). *Water*, 12(765), 1–14. <https://doi.org/10.3390/w12030765>
- Parashuramappa, R. K. (2024). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences Role of Probiotics on Aquaculture: Importance and Future Perspectives*. 13(7), 180–195.
- Parlina, I., Nasirin, N., Ihsan, I. M., Suharyadi, S., Syaputra, A., Budiani, S., & Hanif, M. (2018). Perbandingan Pengelolaan Lingkungan pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Aplikasi Anorganik Chelated dengan Probiotik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 33. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2533>
- Prawira, M. A., Sudaryono, A., & Rachmawati, D. (2014). Pengganti Tepung Ikan dengan Tepung Kepala Lele dalam Pakan terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Juvenil Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 23(4), 1–8.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58–67. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211031>
- Rahman, F., Rusliadi, R., & Putra, I. (2015). Growth and Survival Rate of Western White Prawns (*Litopenaeus vannamei*) on Different Salinity. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 3(1), 1–9.
- Romano, N., & Zeng, C. (2017). Cannibalism of Decapod Crustaceans and Implications for Their Aquaculture: A Review of its Prevalence, Influencing Factors, and Mitigating Methods. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 25(1), 42–69. <https://doi.org/10.1080/23308249.2016.1221379>
- Sakai, M. (1999). Current Research Status of Fish Immunostimulants. *Aquaculture*, 172(1–2), 63–92. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00436-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00436-0)
- Sharifuzzaman, S. M., & Austin, B. (2017). Probiotics for Disease Control in Aquaculture. *Diagnosis and Control of Diseases of Fish and Shellfish*, 189–222. <https://doi.org/10.1002/9781119152125.ch8>
- Sivakumar, N., Selvakumar, G., Varalakshmi, P., & Ashokkumar, B. (2014). A Potent Probiotic for Disease Free Shrimp Aquaculture. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5(6), 1031–1045.
- Supono. (2017). *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta.

- Supriatna, Darmawan, A., & Maizar, A. (2023). Pathway Analysis of pH in Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei* Concrete Pond Intensifies in Banyuwangi East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1191(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1191/1/012015>
- Supriatna, Marsoedi, Hariati, A. M., & Mahmudi, M. (2017). Dissolved Oxygen Models in Intensive Culture of Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in East Java, Indonesia. *AACL Bioflux*, 10(4), 768–778.
- Suwoyo, H. S., & Hendrajat, E. A. (2021). High Density Aquaculture of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Controlled Tank. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 777(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012022>
- Tuiyo, R., Lamadi, A., & Pakaya, D. (2022). Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*, 2(1), 13–20. <https://doi.org/10.56190/jvst.v2i1.16>
- Usman, N. A., Suradi, K., & Gumilar, J. (2018). Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* terhadap Mutu Mikrobiologi dan Kimia Mayones Probiotik. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 18(2), 79–85. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19771>
- 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. <https://doi.org/10.1128/membr.64.4.655-671.2000>