

## The Effect of Probiotic Administration with Different Time Intervals on Water Quality in Shrimp Cultivation Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Biofloc System

Rona Maulana<sup>1\*</sup>, Nanda Diniarti<sup>1</sup>, Rangga Idris Affandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

### Article History

Received : August 17<sup>th</sup>, 2024

Revised : September 16<sup>th</sup>, 2024

Accepted : September 20<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Rona Maulana,**

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; Email:

[ronamaulana97@gmail.com](mailto:ronamaulana97@gmail.com)

**Abstract:** Vaname shrimp is one of the marine fishery commodities that has high economic value. Water in vaname shrimp cultivation must be maintained in quality. Ammonia can be harmful to shrimp, control of ammonia and organic matter content can be done biologically with the application of probiotics. Therefore, this study needs to be conducted to determine the right time interval in providing probiotics to the water quality of vaname shrimp cultivation in the biofloc system. The method used in this study is the experimental method, using RAL with 4 treatment levels and 3 repetitions, with treatment P0 (Once during maintenance), P1 (once every 5 days), P2 (once every 10 days) and P3 (once every 15 days), the probiotic used in this study is the probiotic Probio-7. The results of the study during 56 days of maintenance showed that the average value of water quality salinity 26.7-27 ppt, temperature 27.7-28°C DO 7.13-7.16 mg/L, nitrate 0.63-0.87 mg/L and Total Ammonia 0.76-0.92 mg/L. Based on the research activities that have been carried out, the interval of probiotic administration has a significant effect on water quality. Probiotic administration can increase the Total Ammonia content and reduce the amount of ammonia in this study. Probiotic administration with an interval of 5 days once (P1) gave a total ammonia value of 0.78 mg/L with an ammonia amount of 0.067 mg/L. P1 also gave the highest growth, absolute weight 5.61 g, absolute length 8.82 cm, SGR 5.779%/Day and FCR 1.47.

**Keywords:** Probiotics, probio-7, vaname shrimp, water quality.

### Pendahuluan

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah produk perikanan laut yang bernilai ekonomi tinggi di pasar domestik dan internasional, yang 77% di antaranya diproduksi oleh negara-negara Asia seperti Indonesia. Salah satu keunggulan udang vaname adalah harga jualnya yang tinggi, mudah dibudidayakan, dan tahan terhadap penyakit (Dahlan *et al.*, 2017). Air merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam budidaya udang vaname. Mengingat budidaya udang vaname membutuhkan air yang cukup banyak, maka kualitasnya harus dijaga (Halim *et al.*, 2021). Efektifitas udang vaname dapat ditingkatkan melalui pengelolaan kualitas

air yang efektif. Pengelolaan kualitas air adalah mengatur atau mengkondisikan semua batas kualitas air yang dibudidayakan dengan tujuan agar selalu dalam kondisi ideal untuk pertumbuhan udang dan mencapai produksi udang yang ideal (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013). Pengembangan budidaya udang melalui sistem padat penebaran tinggi dan pemberian pakan intensif dapat menimbulkan permasalahan seperti penurunan kualitas air, maka pengelolaan kualitas air sangat penting bagi keberlanjutan industri tersebut (Imrana *et al.*, 2023).

Kondisi dan kinerja udang yang dibudidayakan akan dipengaruhi oleh kualitas air. Udang akan lebih rentan stres jika kualitas air

berubah karena kondisi yang tidak biasa. Udang yang stres lebih mungkin jatuh sakit dan mati, yang akan memengaruhi jumlah udang yang bertahan hidup. Salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya fluktuasi kualitas air adalah adanya limbah budidaya berupa sisa pakan dan metabolisme udang yang dapat meningkatkan kadar amonia dalam media budidaya. Udang dapat terluka oleh kadar amonia yang tinggi, jadi penting untuk mengendalikan amonia dan bahan organik dalam media budidaya udang. Kadar bahan organik dan amonia dapat dikendalikan secara biologis. Aplikasi probiotik digunakan untuk mengendalikan kualitas air biologis dalam budidaya udang vaname. Udang juga mendapat manfaat dari aplikasi probiotik dalam hal pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan FCR (Yudiati *et al.*, 2010).

Istilah "bakteri baik" mengacu pada mikroorganisme yang dapat menguntungkan inangnya dan disebut sebagai "probiotik" Probiotik hidroponik terdiri dari mikroorganisme yang memecah kotoran ikan, campuran pakan alami, dan sisa pakan. Probiotik juga mampu meningkatkan proses retensi nutrisi dalam pakan (Telaumbanua *et al.*, 2023). Salah satu aplikasi probiotik dalam budidaya udang vaname adalah dengan sistem bioflok, sistem bioflok pada budidaya udang memungkinkan pemeliharaan kualitas air yang lebih baik karena bakteri baik pada probiotik yang digunakan pada sistem bioflok menggunakan bahan organik di dalam air untuk membentuk flok yang dapat dikonsumsi oleh udang (Naban *et al.*, 2023). Pemberian probiotik pada sistem bioflok ini haruslah diperhatikan, tidak boleh terlalu sering dan juga tidak boleh terlambat diberikan karena akan berpengaruh pada kepadatan bahan organik pada media budidaya yang dapat terdekomposisi menjadi amoniak dan bersifat berbahaya bagi udang. Mengacu pada penelitian ini untuk mengetahui interval waktu yang tepat dalam pemberian probiotik terhadap kualitas air budidaya udang vaname sistem bioflok.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat

Penelitian berlangsung selama 56 hari dan bertempat di budidaya bioflok udang vaname di Desa Empan, Kecamatan Labuhan Badas,

Kabupaten Sumbawa dengan benih udang yang digunakan berasal dari PT. Lautan Mitra Abadi (LMA). Kemudian untuk pengecekan kualitas air (Total Amonia dan nitrat) dilakukan di laboratorium Analitik MIPA dan pengecekan plankton dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Prog Studi Kelautan Fakultas Pertanian universitas Mataram.

### Alat dan bahan

Alat terdiri dari container ukuran 65 liter, perlengkapan aerasi, penggaris, timbangan digital, Refrakto meter, DO meter, pH meter, imhoff cone, toples, alat tulis, kamera, suntikan, scop net. Bahan yaitu larva udang vanname PL 24, air laut, pakan udang, Probiotik Probio-7, kapur dolomit dan molase.

### Prosedur penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), aspek yang diteliti adalah Kualitas air udang vanname yang dipelihara pada media. Perlakuan dengan memberikan probiotik dengan interval waktu yang berbeda yang mengacu pada penelitian Heriadi *et al.* (2019), yaitu:

P0 : Satu kali selama pemeliharaan

P1 : 5 hari sekali (11 kali selama 56 hari pemeliharaan)

P2 : 10 hari sekali (5 kali selama 56 hari pemeliharaan)

P3 : 15 hari sekali (3 kali selama 56 hari pemeliharaan)

### Parameter penelitian

#### Kualitas air

Suhu, oksigen terlarut, pH, kadar garam, dan kepadatan flok diperkirakan secara langsung di lapangan, kemudian perkiraan Alkali Lengkap dan nitrat serta jenis dan kepadatan ikan kecil dilakukan di laboratorium, pada uji air yang diambil dari wadah pengembangan. DO meter digunakan untuk mengukur suhu dan oksigen terlarut karena DO meter juga dapat mengukur suhu. pH meter digital digunakan untuk mengukur pH, dan refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas.

Pengukuran suhu, oksigen terlarut, salinitas dan pH dilakukan setiap hari. Total Amonia dan Nitrat serta jenis dan kepadatan plankton diukur 4 kali selama kegiatan penelitian berlangsung yaitu pada awal penelitian, hari ke

14, hari ke 28, hari ke 42 dan hari ke 56. Air sampel untuk pengukuran Total amonia dan nitrat diambil sebanyak 1/3 Liter dari masing-masing ulangan sehingga menjadi 1 liter.

#### Volume flok

Kepadatan flok diukur di awal, tengah dan akhir penelitian dengan mengambil air sampel sebanyak 200 ml. Volume flok dapat dilihat menggunakan Imhoff cone berkapasitas 200 ml, kemudian diukur volume padatan (flok) yang mengendap di dasar Imhoff cone. Kepadatan flok diukur dengan satuan ml/L. Volume flok dapat dihitung dengan rumus dalam Dahlan *et al.* (2017) pada persamaan 1.

$$\text{Volume Flok} = \frac{\text{Volume endapan}}{\text{Volume sampel air}} \times 1000 \quad (1)$$

#### Berat mutlak

Pertumbuhan berat mutlak merupakan pertumbuhan berat udang selama pemeliharaan. Rumus Pertumbuhan berat mutlak dapat diperoleh dalam Dhewantara *et al.*, (2022) pada persamaan 2.

$$W = W_t - W_o \quad (2)$$

Keterangan:

W = Pertumbuhan berat udang (g)

W<sub>t</sub> = Berat udang pada akhir pemeliharaan (g)

W<sub>o</sub> = Berat udang pada awal pemeliharaan (g)

#### Panjang mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak merupakan pertumbuhan berat udang selama pemeliharaan. Pertumbuhan panjang mutlak menurut Suryani *et al.*, (2022), dihitung dengan rumus pada persamaan 3.

$$L = L_t - L_o \quad (3)$$

Keterangan:

L = Pertumbuhan panjang udang (cm)

L<sub>t</sub> = Panjang udang pada akhir pemeliharaan (cm)

L<sub>o</sub> = Panjang udang pada awal pemeliharaan (cm)

#### Laju Pertumbuhan Harian/Spacific Growth Rate (SGR)

Laju pertumbuhan harian merupakan pertumbuhan rata-rata udang dari awal hingga akhir pemeliharaan. Rumus yang digunakan yaitu diperoleh dalam Setyono *et al.* (2023) pada persamaan 4.

$$\text{SGR} = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan bobot mutlak (% per hari)

W<sub>t</sub> = Berat udang akhir (gram)

W<sub>o</sub> = Berat udang awal (gram)

t = Periode pemeliharaan (hari)

#### Rasio Konversi Pakan/Feed Conversion Ratio (FCR)

Rasio konversi pakan merupakan perbandingan berat pakan yang diberikan dengan berat total (biomassa) udang yang dihasilkan. Rumus FCR dapat diperoleh dalam Ihsanudin *et al.*, (2014) pada persamaan 5.

$$\text{FCR} = \frac{F}{W_t + D} - W_o \quad (5)$$

Keterangan:

FCR = Rasio konversi pakan

F = Berat pakan yang diberikan (gram)

W<sub>t</sub> = Biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (gram)

D = Bobot udang mati (gram)

W<sub>o</sub> = Biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (gram)

#### Tingkat Kelangsungan Hidup/Survival Rate (SR)

Rumus Kelangsungan hidup udang dapat di peroleh dalam Diansyah *et al.* (2016) pada persamaan 6.

$$\text{SR} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

SR = Survival rate atau kelangsungan hidup (%)

N<sub>t</sub> = Jumlah total larva di awal penelitian

N<sub>o</sub> = Jumlah larva pada akhir penelitian

## Hasil dan Pembahasan

### Kualitas air

Kualitas air adalah faktor pembatas yang harus di perhatikan dalam kegiatan budidaya udang vaname. Nilai kualitas air haruslah sesuai dengan nilai baku mutu udang yang dipelihara. Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu salinitas, suhu, DO, pH, nitrat dan amonia. Kisaran salinitas yang didapat selama penelitian ini yaitu 26,7-27 ppt nilai yang di dapat ini cukup lebih stabil fluktuasinya jika dibandingkan dengan penelitian Husaeni & Sudarmayasa (2018) dengan penambahan probiotik pada budidaya udang vaname dengan nilai salinitas yang di dapat yaitu 22-32 ppt.

**Tabel 1.** Data Kualitas Air

Parameter	P0	P1	P2	P3
Salinitas (ppt)	26,8	27	26,8	26,7
Suhu (°C)	28	28	27,7	27,7
DO (mg/L)	7,15	7,15	7,13	7,16
pH	8,1	8,1	8,1	8,1
Nitrat (mg/L)	0,70	0,87	0,69	0,63
Amonia (mg/l)	0,92	0,78	0,79	0,76

Hasil penelitian nilai salinitas menunjukkan bahwa pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname dapat ditingkatkan oleh salinitas. Kadar salinitas yang optimal untuk penebaran benih udang adalah antara 10 dan 30 bagian per triliun, sedangkan kadar salinitas untuk pertumbuhan udang vaname adalah antara 26 dan 32 bagian per triliun (Farabi & Latuconsina, 2023). Nilai salinitas yang di dapat selama penelitian ini juga tidak terlalu berfluktuasi yang jauh ini dikarenakan kegiatan pemeliharaan pada penelitian ini dilakukan dalam ruangan. Proses osmoregulasi, yang digunakan organisme akuatik untuk mengatur keseimbangan air dan ion antara tubuh mereka dan lingkungan, sangat dipengaruhi oleh salinitas (Jayanti *et al.*, 2022). Semakin besar fluktuasi salinitas, semakin banyak energi yang dibutuhkan udang untuk melakukan proses metabolisme mereka.

Nilai suhu pada penelitian pemberian probiotik selama 56 hari dengan berbagai interval masih tergolong baik dan optimal bagi

pertumbuhan udang vaname. Nilai suhu rata-rata yang diperoleh sebesar 27,7-28°C, nilai suhu yang diperoleh pada penelitian ini juga tidak jauh berbeda dengan nilai suhu yang diperoleh pada penelitian Asni *et al.*, (2023) yang memanfaatkan sistem bioflok pada budidaya udang vaname dengan nilai suhu Kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan udang vaname berkisar antara 26°C sampai dengan 32°C (Sahrijanna & Septiningsih, 2017). Baik jumlah pakan yang dikonsumsi organisme akuatik maupun pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh suhu perairan. Suhu berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang, pertumbuhan morfologi, reproduksi, tingkah laku, laju pergantian kulit, metabolisme, dan aktivitas fotosintesis pakan alami (fitoplankton) (Suwarsih *et al.*, 2016). Suhu berhubungan dengan oksigen terlarut udang, semakin tinggi suhu perairan tambak maka semakin rendah oksigen terlarut (Rafiqie, 2021). Suhu juga berpengaruh signifikan terhadap jumlah oksigen terlarut dalam media budidaya.

Nilai kandungan oksigen terlarut (DO) pada penelitian ini yaitu 7,13-7,16 mg/l. Nilai oksigen terlarut ini cukup stabil jika dibandingkan Afriyadi *et al.*, (2020) yang dimana pada penelitiannya dengan perlakuan frekuensi pemberian probiotik berbeda di dapat nilai oksigen terlarut yaitu 6,3-7,4 mg/L. Nilai oksigen terlarut pada studi ini masih tergolong optimal pada budidaya udang vaname. Sesuai dengan pernyataan Muzahar (2020) menyatakan kadar oksigen terlarut yang baik sebesar 4-8 mg/l sudah mencukupi bagi kehidupan udang vaname. Daya larut oksigen untuk kebutuhan minimal dalam air media pemeliharaan udang adalah >3 ppm (Tangguda *et al.*, 2018). Agar udang dapat tumbuh normal, kadar oksigen terlarut dalam air yang optimal adalah antara 4 sampai dengan 7 mg/l.

Penggunaan aerasi sebagai sumber oksigen dalam air berhubungan langsung dengan nilai DO positif pada penelitian ini. Kelarutan oksigen terurai dalam air pemeliharaan udang vaname dapat dipengaruhi oleh kerangka sirkulasi udara. Makmur *et al.*, (2018) mengatakan bahwa sistem aerasi merupakan bagian terpenting dalam sistem produksi udang karena menyediakan oksigen terlarut bagi udang dan membantu bakteri melakukan dekomposisi aerobik dan nitrifikasi untuk mengurai bahan organik. Apabila

kerangka sirkulasi udara air rusak, maka oksigen terurai akan berkurang drastis.

Nilai Derajat Keasaman (pH) selama penelitian Pengorganisasian probiotik dengan rentang waktu yang bervariasi sebesar 8,1. Nilai pH pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan Asni *et al.*, (2023) dengan nilai pH 7,7-8,2. Hasil penelitian menunjukkan pH yang ideal untuk perkembangan udang vaname. Sesuai dengan pernyataan Purnamasari *et al.*, (2017) bahwa kisaran pH normal untuk pertumbuhan udang vaname adalah antara 7,5 dan 8,5. Supriatna *et al.*, (2020) menunjukkan akumulasi CO<sub>2</sub> pada siang hari berpengaruh terhadap pH air karena fotosintesis mengakibatkan penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang mengakibatkan pH air meningkat. Sebaliknya semua organisme yang ada di dalam air melakukan respirasi pada malam hari sehingga melepaskan CO<sub>2</sub> ke udara sehingga pH air menjadi rendah.

Konsentrasi amonia dapat meningkat seiring dengan peningkatan pH, sedangkan konsentrasi H<sub>2</sub>S meningkat seiring dengan penurunan pH. Hal ini juga berarti meningkatnya bahaya alkali pada pH tinggi dan H<sub>2</sub>S pada pH rendah. Kondisi air dengan pH yang berlebihan juga dapat menyebabkan udang stres, karapas mengendur, dan daya tahan tubuh rendah. Dalam kegiatan pengembangan kerangka bioflok, pH sangat memengaruhi kerusakan bahan organik dalam air. Kisaran pH basa mempercepat proses pemecahan bahan organik menjadi garam mineral seperti amonia, nitrat, dan fosfat, yang dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton dan tumbuhan air (Elvince & Evnaweri, 2021).

Nilai nitrat pada penelitian ini 0,7 - 0,87 mg/L lebih rendah jika dibandingkan Adipu (2019) pada sistem bioflok sebesar 3,24 mg/L. Budidaya sistem bioflok, nilai nitrat yang diperoleh pada penelitian ini masih dapat ditoleransi. Konsentrasi nitrat budidaya sistem bioflok tidak boleh melebihi 10,0 mg/L (Rostro *et al.*, 2014). Sebagaimana yang diutarakan oleh Izzati (2011), nitrat adalah senyawa yang terjadi karena adanya oksidasi nitrit oleh mikroba Nitrobacter. Kadar amonia dan nitrit menentukan banyaknya nitrat dalam ekosistem perairan. Senyawa nitrat tidak secara langsung memberikan dampak buruk bagi udang. Namun, jumlah senyawa ini yang berlebihan akan menyebabkan ledakan populasi fitoplankton,

yang dapat berdampak negatif pada pertumbuhan udang dan kualitas air.

Nilai Total Amonia yang di dapat selama pemeliharaan pada penelitian pemberian probiotik dengan interval waktu berbeda selama 56 hari ini yaitu 0,76-0,92 mg/L. Nilai ini cukup lebih bagus dibandingkan Asni *et al.*, (2023) yang juga menggunakan sistem bioflok pada budidaya udang vaname dengan waktu pemeliharaan yang sama yaitu 56 hari dengan nilai Total Amonia yang di dapat yaitu mencapai 2 mg/L. Sistem bioflok nilai amonia yang di dapat pada penelitian ini masih bisa di toleransi oleh udang vaname. Searah dengan Rostro *et al.*, (2014) bahwa pada budidaya udang dengan sistem bioflok konsentrasi total amonia yang dianjurkan kurang dari 1,5 mg/L.

Pakan dan limbah metabolisme dari udang berkontribusi terhadap kandungan amonia dalam air akuakultur, dan faktor kualitas air lainnya juga dapat berdampak pada kandungan amonia dalam media akuakultur. Seperti yang ditunjukkan oleh Sari *et al.*, (2021), nilai garam berbau sangat bergantung pada suhu dan kenaikan pH air. Peningkatan nilai pH hingga 1 angka akan meningkatkan pengelompokan garam berbau dalam air hingga beberapa kali lipat dari sebelumnya. Sebagian besar amonia akan terionisasi (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pada pH rendah, tetapi jumlah amonia (NH<sub>3</sub>) akan meningkat seiring dengan peningkatan pH karena senyawa amonium toksik yang terbentuk tidak terionisasi.

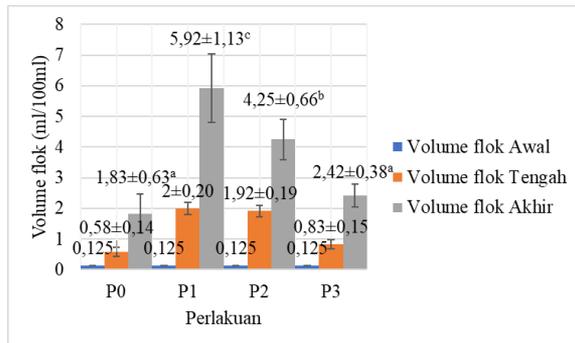
**Tabel 2.** Nilai konsentrasi amonia

Perlakuan	Amonia (mg/L)
P0	0,083
P1	0,067
P2	0,070
P3	0,068

### Volume Flok

Volume flok merupakan tingkat kepadatan flok pada budidaya dengan sistem bioflok. Nilai volume flok yang didapat pada penelitian pemberian probiotik dengan interval waktu berbeda ini selalu mengalami peningkatan dari awal yang dimana nilai awal flok pada penelitian ini yaitu 0,125 ml/100 ml dan mengalami peningkatan hingga pada akhir, nilai volume floknya mencapai 1,83-5,92 ml/100 ml (18,3-59,2 ml/L) dari 25 L air budidaya. Nilai volume flok pada akhir penelitian tertinggi di dapat pada

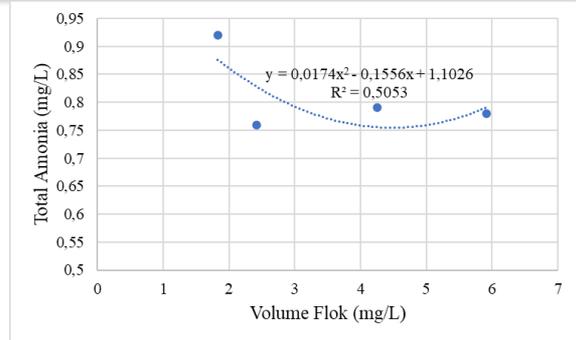
P1 dengan nilai 5,92 ml/100 dan nilai terkecil di dapat pada P0 dengan nilai 1,83 ml/100ml Nilai volume flok dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Volume Flok

Volume flok pada sistem bioflok untuk budidaya udang dibatasi hingga 150 mL/L. Jika melebihi batas tersebut, udang akan tampak lesu dan lemah, serta nafsu makannya akan menurun (Dahlan *et al.*, 2017). Akan tetapi, nilai volume flok yang diperoleh pada penelitian ini terus mengalami peningkatan dari awal hingga akhir penelitian untuk semua perlakuan. Meskipun demikian, nilai yang diperoleh tetap memuaskan dan dapat ditoleransi oleh udang vaname. Bila volume flok di dalam air lebih dari 20 ml/L, bioflok tergolong padat; bila antara 10 sampai 20 ml/L, bioflok tergolong sedang; bila antara 1 sampai 10 ml/L, bioflok tergolong rendah; dan bila kurang dari 1 ml/L, bioflok tergolong sangat rendah (Pantjara *et al.*, 2010).

Volume flok bertambah seiring dengan jumlah flok yang terbentuk, sedangkan volume flok berkurang seiring dengan ukuran flok, yang berarti pakan alami berupa flok dalam pemeliharaan udang berkurang. Tinggi rendahnya volume flok dapat dipengaruhi oleh batas kualitas air pada perairan pengembangan. Sejalan dengan Safsafubun *et al.*, (2023) bahwa parameter suhu, DO, pH, amonia, nitrit, dan nitrat sangat berpengaruh terhadap pola fluktuasi volume flok berhubungan dengan proses penguraian sisa pakan dan feses hasil metabolisme dari bak pemeliharaan. Setiap peningkatan volume flok di ikuti dengan menurunnya Total Amonia pada media budidaya. Dapat dilihat pada Gambar10. Hasil regresi antara volume flok dengan Total Amonia menunjukkan bahwa jumlah atau peningkatan volume flok dapat mempengaruhi keberadaan Total Amonia.



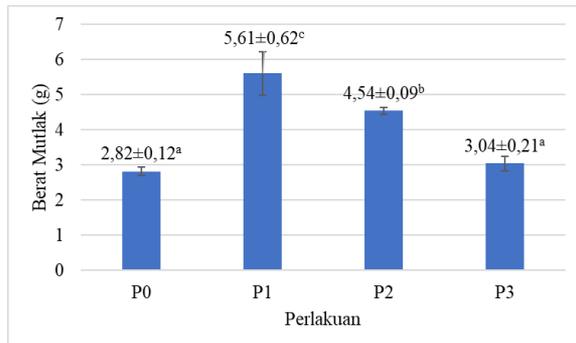
**Gambar 2.** Regresi Volume Flok dan Total Amonia

Volume flok pada penelitian mempengaruhi keberadaan amonia media budidaya sebesar 0,5053 atau 50,53% tingkat pengaruh Volume Flok terhadap keberadaan Total Amonia, hal ini dipengaruhi penambahan probiotik (bakteri heterotrof) dan molase sebagai karbon sehingga amonia pada media budiaya di dimanfaatkan oleh bakteri tersebut untuk membentuk flok. Searah dengan Zaidy dan Eliyani (2021) bahwa penambahan bakteri heterotrofik dan molase sebagai sumber karbon dapat menurunkan konsentrasi amonia dalam media budidaya karena bakteri memanfaatkan nitrogen dalam media untuk membentuk flok dan menggunakannya untuk menghasilkan energi. Kisaran garam berbau sangat rendah karena menjalankan kerangka flok, sisa pakan dan kotoran diubah menjadi flok bakteri sehingga menurunkan kandungan alkali dalam air (Arsad *et al.*, 2017).

### Berat mutlak

Berat mutlak merupakan perhitungan berat akhir dikurangi berat awal. Berat mutlak pada penelitian ini berkisar antara 2,82-5,61 g dan disajikan dalam Gambar 3. Berat mutlak udang vaname yang didapat selama 56 hari penelitian ini yaitu, untuk berat tertinggi di dapat pada P1 5,61 g selanjutnya ada P2 dan P3 dengan berat 4,54 dan 3,04 g dan berat mutlak yang terendah di dapat pada P0 yaitu 2,82 g. Nilai pertumbuhan yang didapat pada penelitian ini lebih tinggi daripada nilai berat mutlak udang vaname yang didapat Pratiwi *et al.*, (2021) sebesar 2,23-3,70 g dengan pemeliharaan selama 60 hari menggunakan benur dengan PL 20. Pertumbuhan berat pada udang sangat di pengaruhi oleh tingkat konsumsi pakannya. Konsumsi pakan memiliki dampak yang signifikan terhadap pertambahan berat udang karena menentukan jumlah nutrisi

yang diterima tubuh udang untuk digunakan untuk pertumbuhan dan kebutuhan lainnya (Pratiwi *et al.*, 2021).



Gambar 3. Grafik Berat Mutlak

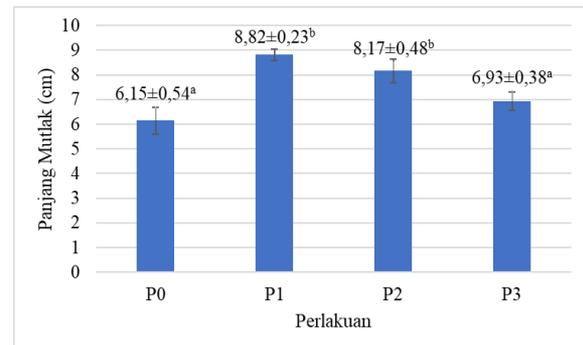
Tingginya volume flok yang digunakan dalam budidaya dengan sistem bioflok dapat menjadi pakan tambahan yang kaya nutrisi bagi udang vaname yang dipelihara, sehingga dapat menjadi penyebab tingginya pertambahan berat pada P1 dan P2. Sesuai dengan pernyataan Almuqaramah *et al.*, (2018), sistem bioflok pada wadah pemeliharaan dapat menghasilkan protein pakan secara langsung. Hasilnya, flok yang terbentuk di wadah pemeliharaan dapat dimanfaatkan udang sebagai pakan dan nutrisi tambahan untuk meningkatkan pertumbuhannya.

### Panjang mutlak

Panjang akhir udang dikurangi panjang awalnya adalah panjang absolutnya. Gambar 4 menggambarkan panjang absolut setiap perlakuan dalam penelitian ini, yang berkisar antara 6,15 hingga 8,82 cm. Panjang mutlak udang vaname yang didapat selama 56 hari penelitian ini yaitu, untuk panjang mutlak tertinggi di dapat pada P1 dan P2 dengan panjang mutlak 8,82 dan 8,17 cm selanjutnya ada P3 dengan panjang mutlak 6,93 cm dan panjang mutlak yang terendah di dapat pada P0 yaitu 6,15 cm.

Rata-rata panjang mutlak udang vaname yang dipelihara selama 60 hari menggunakan benih dengan PL 20 sebesar 4,64-6,13 cm, nilai panjang mutlak penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai panjang mutlak yang diperoleh Pratiwi *et al.*, (2021). Seperti halnya berat mutlak, jumlah pakan yang dikonsumsi udang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap panjang mutlaknya. Hal ini disebabkan

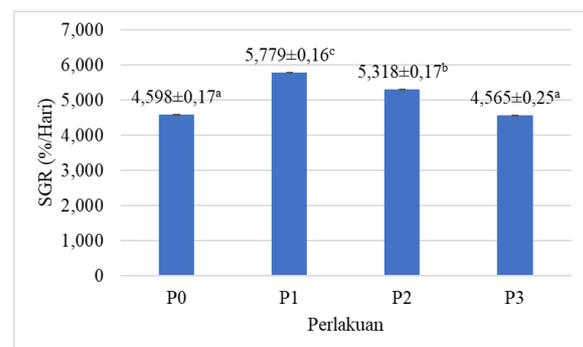
karena zat gizi yang masuk ke dalam tubuh udang vaname dan dimanfaatkan untuk pertumbuhannya ditentukan oleh jumlah pakan yang dikonsumsi udang. Sejalan dengan Lestari *et al.*, (2018) yaitu jumlah pakan yang dikonsumsi akan berpengaruh terhadap pertumbuhan individu dan biomassa pada akhir pemeliharaan terkait dengan optimasi pertumbuhan.



Gambar 4. Grafik Panjang Mutlak

### Laju Pertumbuhan Harian/Specific Growth Rate (SGR)

Laju pertumbuhan harian udang vaname adalah persentase laju pertumbuhan hariannya. Rata-rata laju pertumbuhan harian (SGR) udang vaname dalam penelitian ini adalah 5,779% per hari pada P1, sedangkan laju pertumbuhan harian terendah 4,598% per hari pada P0 dan 4,565% per hari pada P3 (Gambar 5). Hasil penelitian pada nilai pertumbuhan harian lebih tinggi dibandingkan Martini (2017) bahwa udang vaname dengan budidaya bioflok memiliki nilai pertumbuhan harian rata-rata tertinggi yaitu 3,62 persen/hari.



Gambar 5. Grafik Laju Pertumbuhan Harian

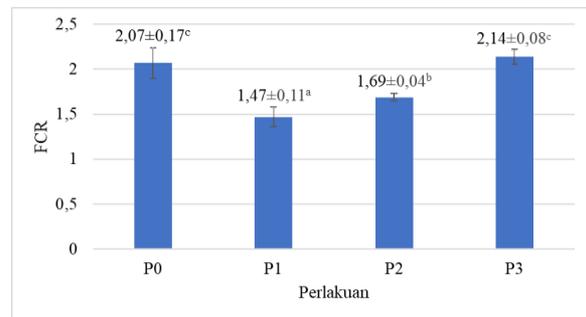
Tingginya laju pertumbuhan harian khususnya pada P1 ini dikarenakan pada P1

volume floknya lebih tinggi dari perlakuan lainnya serta didukung oleh kualitas air yang baik. Flok pada pemeliharaan ini dimanfaatkan oleh udang vaname sebagai pakan tambahan yang berprotein untuk pertumbuhannya serta flok pada sistem budidaya bioflok ini selalu tersedia pada media budidaya sehingga dapat kapan saja dimanfaatkan oleh udang.

Sejalan dengan Martini (2017) menyatakan bahwa sistem bioflok mendukung peningkatan kualitas air dan kondisi nutrisi, sehingga menghasilkan peningkatan kinerja pertumbuhan udang vaname. Dengan mengubah sisa pakan dan limbah metabolisme, serta nitrogen terlarut dalam air seperti amonia, menjadi pakan tambahan dalam bentuk pakan flok alami di samping pakan pelet, sistem bioflok menyediakan sumber protein bagi udang. Udang vaname juga suka makan secara perlahan namun sering, sehingga udang yang dipelihara di kolam bioflok tidak perlu menunggu pakan pelet karena kolam pemeliharaan memiliki cukup pakan in situ dalam bentuk flok yang tersedia 24 jam sehari.

#### Rasio Konversi Pakan/*Feed Conversion Ratio* (FCR)

FCR adalah rasio jumlah pakan yang dibutuhkan udang untuk menghasilkan 1 kg daging. Adapun nilai rata-rata rasio konversi pakan yang diperoleh pada P0 2,06, P1 1,46, P2 1,7 dan P3 2,13. Nilai FCR yang di dapat pada penelitan ini cukup baik untuk budidaya udang vaname terutama pada P1 1,46 dan P2 1,7, karena semakin semakin rendah nilai FCR maka pemanfaatan pakan semakin efisien (Gambar 6). Udang vaname memiliki rasio konversi pakan antara 1,27 hingga 1,71 (Rachmawati *et al.*, 2020). Nilai konversi pakan menurun sebanding dengan seberapa baik pakan dimanfaatkan. Cukup rendahnya nilai FCR yang diperoleh pada penelitan ini khususnya pada P1 dan P2 dikarena penerapan sistem bioflok yang digunakan sehingga menghasilkan flok. Menurunkan rasio konversi pakan dan mengurangi penggunaan pakan pelet, kawanan dalam media pemeliharaan penelitian ini selalu diberi pakan alami. Penggunaan kawanan sebagai pakan udang merupakan faktor yang dapat meningkatkan atau menurunkan rasio konversi pakan, dan hal ini sesuai dengan pernyataan mereka (Safsafubun *et al.*, 2023).



Gambar 6. Grafik Rasio Konversi Pakan

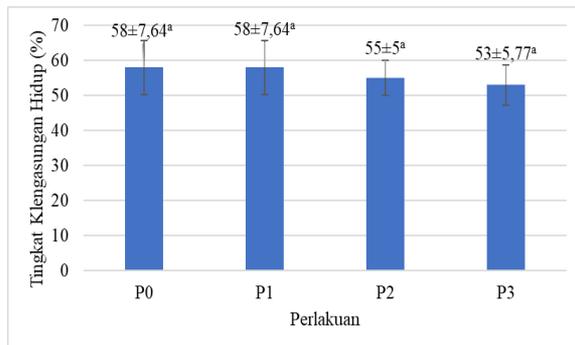
Tingginya rasio konversi pakan pada P0 2,06 dan P3 2,13 dipengaruhi oleh teknik atau metode pemberian pakan yang dilakukan pada penelitian ini yang dimana metode pemberian pakan yang digunakan yaitu secara *ad satiation*. Metode pemberian pakan seperti ini tidak cocok untuk udang, ini dikarenakan cara makan udang yang cenderung menunggu dan mencari makan di dasar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ibrahim & Muchtar (2020) yang menjelaskan bahwa udang vaname hidup dan mencari makan di dasar perairan (bentik), sehingga dengan metode pemberian pakan seperti ini kita tidak bisa tau apakah udang tersebut sudah kenyang dan tidak merespon pakan atau belum, ditambah pada penelitian ini menggunakan sistem bioflok sehingga air media terlihat keruh dan sulit memonitoring udang.

#### Tingkat Kelangsungan Hidup/*Survival Rate* (SR)

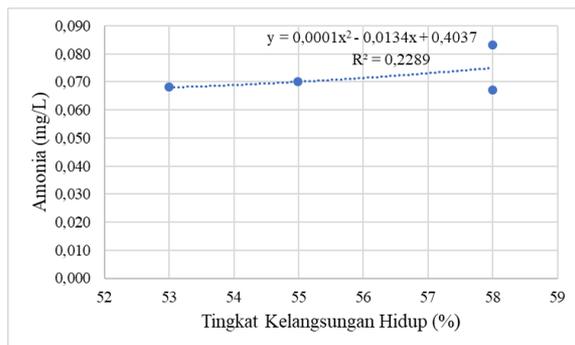
Persentase udang hidup pada akhir pemeliharaan dikurangi dengan persentase ikan yang ditebar merupakan survival rate. Gambar 7 terlihat bahwa survival rate udang vaname pada penelitian ini rata-rata berkisar 53-58%. Survival rate yang diperoleh pada P0 58%, P1 58%, P2 55%, dan P3 53%. Jika dibandingkan dengan survival rate udang putih tertinggi yaitu 77% pada penelitian Chrisnawati *et al.*, (2018) dengan pengaruh pemberian probiotik pada waktu yang berbeda, nilai survival rate pada studi ini tergolong cukup rendah.

Penurunan tingkat kelangsungan hidup diduga di pengaruhi beberapa faktor diantaranya, banyaknya udang yang loncat keluar dari wadah penelitian sehingga menyebabkan udang mati, selain itu penanganan terhadap udang setelah dilakukan sampling yang menyebabkan udang stres

dan lemas serta faktor kanibalisme yang terjadi yang disebabkan oleh pertumbuhan udang yang tidak seragam. Tingkat pertumbuhan individu yang tidak merata diduga berdampak pada nilai kelangsungan hidup, karena individu yang tumbuh cepat akan mendominasi wilayah dan bersaing untuk mendapatkan makanan (Ali & Waluyo, 2015). Kanibalisme tidak mungkin terjadi pada udang yang lemah karena mereka kesulitan mendapatkan makanan dan mudah stres serta terserang penyakit.



Gambar 7. Grafik Tingkat Kelangsungan Hidup



Gambar 8. Regresi Tingkat Kelangsungan Hidup dan Amonia

Tingkat kelangsungan hidup udang vaname dipengaruhi kondisi kualitas air yang buruk, seperti keberadaan amonia dalam media budidaya. Hasil regresi pada Gambar 8 menunjukkan bahwa keberadaan amonia dalam kegiatan penelitian ini mungkin memiliki sedikit dampak pada tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Penelitian ini amonia mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup sebesar 0,2289 atau hanya sebesar 22,89% amonia mempengaruhi tingkat kelangsungan udang vaname. Amonia dapat membahayakan udang karena kandungannya dapat mengiritasi insang udang (Anggoro et al., 2024). Proses penyerapan oksigen oleh udang di dalam air akan terganggu

akibat iritasi tersebut. Jika udang tidak dapat mentoleransi kadar amonia yang tinggi, maka udang akan mengalami stres yang lebih tinggi. Tingkat adaptasi ini akan sangat memengaruhi kelangsungan hidup udang vaname.

## Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan, interval waktu pemberian probiotik memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas air. Pemberian probiotik dapat meningkatkan kandungan total amonia dan menekan jumlah amonia pada penelitian ini. Pemberian probiotik dengan interval waktu 5 hari sekali (P1) memberikan nilai total amonia 0,78 mg/L dengan jumlah amonia 0,067 mg/L. P1 juga memberikan pertumbuhan tertinggi, berat mutlak 5,61 g, panjang mutlak 8,82 cm, SGR 5,779 %/Hari dan FCR 1,47.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada pembudidaya udang vaname bioflok Desa Empan Kabupaten Sumbawa dan dosen pembimbing yang sudah mendukung dan membantu kegiatan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

## Referensi

- Adipu, Y. (2019). Profil Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Bioflok Dengan Sumber Karbohidrat Gula Aren. *Jurnal MIPA*, 8(3), 122–125. <https://doi.org/10.35799/jmuo.8.3.2019.25967>
- Afriyadi, M., Putra, I., & Rusliadi. (2020). Pengaruh Penambahan Probiotik Dengan Frekuensi Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 1(1), 80–86.
- 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.

- Almuqaramah, T. M. H., Setiawati, M., Priyoutomo, N. B., & Effendi, I. (2018). Pendederan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Dengan Teknologi Bioflok Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1), 143–152.  
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.21671>
- Anggoro, M. F., Yulianto, B., & Suryono, S. (2024). Analisis Kadar TAN Terhadap Bobot Udang di Tambak Udang Mangrove Jembatan Api-Api, Kulonprogo. *Journal of Marine Research*, 13(2), 381–388.  
<https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.40094>
- 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), 1–14.  
<https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>
- Asni, Rahim, Landu, A., & Asmono, B. (2023). Penambahan Sumber Karbon Dalam Menekan Perkembangan Bakteri *Vibrio* Sp. Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Bioflok. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 19(2), 75–83.
- Chrisnawati, V., Rahardja, B. S., & Satyantini, W. H. (2018). Pengaruh pemberian probiotik dengan waktu berbeda terhadap penurunan amoniak dan bahan organik total media pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(2), 68–77.  
<http://repository.unair.ac.id/id/eprint/123321>
- Dahlan, J., Hamzah, M., & Kurnia, A. (2017). Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dikultur pada Sistem Bioflok dengan Penambahan Probiotik. *JSiPi (Jurnal Sains Dan Inovasi Perikanan) (Journal of Fishery Science and Innovation)*, 1(1), 19–27.  
<https://doi.org/10.33772/jsipi.v1i2.6591>
- Dhewantara, Y. L., Danakusumah, E., & Mubarak, H. A. (2022). Penambahan Probiotik *Lactobacillus Plantarum* Terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Science*, 7(1), 13–21.  
<https://doi.org/10.31093/joas.v7i1.207>
- Diansyah, S., Munandar, M., & Afrijal, A. (2016). Rekayasa Salinitas Media Pemeliharaan Sebagai Upaya Domestikasi Ikan Giru (*Amphiprion ocellaris*) Yang Berasal Dari Kepulauan Simeulue. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3(1), 54–63.  
<https://doi.org/10.35308/jpt.v3i1.36>
- Elvince, R., & Evnaweri. (2021). Analisis Kualitas Air Danau Sabuah Dalam Rangka Mendukung Kegiatan Perikanan Di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Tropical Fisheries*, 16(2), 103–108.
- Farabi, A. I., & Latuconsina, H. (2023). Manajemen Kualitas Air Pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. (*JRPK) Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan*, 5(1), 1–13.
- Halim, A. M., Krisnawati, M., & Fauziah, A. (2021). Dinamika Kualitas Air Pada Pembesaran Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Secara Intensif Di Pt. Andulang Shrimp Farm Desa Andulang Kecamatan Gapura Kabupaten Sumenep Jawa Timur. *Chanos Chanos*, 19(2), 143–153.  
<https://doi.org/10.15578/chanos.v19i2.10229>
- Heriadi, U. F., . S., & Syawal, H. (2019). Perbedaan Interval Waktu Pemberian Probiotik Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Salin (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 7(2), 1–10.  
<https://doi.org/10.29406/jr.v7i2.1465>
- Husaeni, & Sudarmayasa, I. K. A. (2018). Pemberian Probiotik Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Semi Intensif Di Tambak. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 16(1), 57–60.
- Ibrahim, I., & Muchtar, B. (2020). Produksi Pakan Buatan dengan Sumber Protein Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Sintasan, dan Rasio Konversi Pakan Udang Vaname (*Penaeus vannamei*). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 17(1), 51–55.
- Ihsanudin, I., Rejeki, S., & Yuniarti, T. (2014). Pengaruh pemberian rekombinan hormon

- pertumbuhan (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila larasati (*Oreochromis Niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2), 94–102. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Imrana, Nursanti, E., Ramadhani, F., Angriawan, F., Illijas, M. I., & Saleh, L. (2023). Aplikasi bakteri heterotrof untuk mengatasi fluktuasi pH air pada pembesaran udang vaname secara intensif. *Lutjanus*, 28(1), 74–79. [https://ppnp.ejournal.id/lutjanus\\_PPNP](https://ppnp.ejournal.id/lutjanus_PPNP)
- Izzati, M. (2011). Perubahan kandungan ammonia, nitrit dan nitrat dalam air tambak pada model budidaya udang windu dengan rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan ekstraknya. *Journal Bioma*, 13(2), 80–84.
- Jayanti, S. L. L., Atjo, A. A., Fitriah, R., Lestari, D., & Nur, M. (2022). Pengaruh Perbedaan Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(1), 40–48. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i1.8617>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Pengelolaan Kualitas Air*.
- Lestari, I., Suminto, & Yuniarti, T. (2018). Penggunaan *Copepoda*, *Oithona* Sp. Sebagai Substitusi *Artemia* Sp., Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 90–98.
- Makmur, ., Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. (2018). Pengaruh Jumlah Titik Aerasi Pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727–738. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.24999>
- Martini, N. N. D. (2017). Pengaruh Perbedaan Sistem Budidaya Terhadap Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal IKA*, 15(1), 1–20. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IKA/article/view/20175>
- Muzahar. (2020). *Teknologi dan Manajemen Budidaya Udang*. [http://repositori.umrah.ac.id/2805/1/buku TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG.pdf](http://repositori.umrah.ac.id/2805/1/buku%20TEKNOLOGI%20DAN%20MANAJEMEN%20BUDIDAYA%20UDANG.pdf)
- Naban, S. H. F., Murtadha, H., Putrajab, E. W., Maulana, R., & Wahyuni, S. T. (2023). Peran Tambak Udang Di Pt. Bumi Harapan Jaya Dalam Meningkatkan Ekonomi Masyarakat Desa Tambak Sari, Poto Tano. *Jurnal Wicara Desa*, 1(4), 637–645. <https://doi.org/10.29303/wicara.v1i4.3377>
- Pantjara, B., Nawang, A., Usman, U., & Syah, R. (2010). Budidaya Udang Vaname Sistem Bioflok. *Media Akuakultur*, 5(2), 93–97. <https://doi.org/10.15578/ma.5.2.2010.93-97>
- Pratiwi, N., Lumbessy, S. Y., & Azhar, F. (2021). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Petai Cina (*Leucaena leucocephala*) terhadap Performa Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fishery Science and Innovation*, 5(2), 72–84.
- Pratiwi, P., Marzuki, M., & Setyono, B. D. H. (2021). Growth and Survival Rate of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) P1-10 on Different Stocking Density. *Aquasains*, 9(2), 903. <https://doi.org/10.23960/aqs.v9i2.p903-912>
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F. (2017). The effectiveness of silvofishery system in water treatment in intensive whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds, probolinggo district, East Java, Indonesia. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58–67. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211031>
- Rachmawati, D., Anwar, P. Y., Windarto, S., Prof, J., & Sh, S. (2020). Pengaruh Penambahan Asam Amino Lisin pada Pakan Komersil terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan , Pertumbuhan , dan Kelulushidupan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3), 388–396.
- Rafiqie, M. (2021). Analisa Kualitas Air Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Rakyat Kontruksi Dinding Semen Dan Dasar Tambak Semen Di Pantai Konang, Kecamatan Panggul Kabupaten Trenggalek. *Samakia : Jurnal Ilmu Perikanan*, 12(1), 80–85.

- <https://doi.org/10.35316/jsapi.v12i1.838>
- Rostro, C. I. P.-, Fuentes, J. A. P.-, & Vergara, M. P. H.-. (2014). Biofloc, a Technical Alternative for Culturing Malaysian Prawn *Macrobrachium Rosenbergii*. In *Intech* (Vol. 11, Issue tourism). <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Safsafubun, F. R., Undap, S. L., Salindeho, I. R. N., Pangemanan, N. P. L., Watung, J. C., & Pangkey, H. (2023). Fluktuasi parameter kualitas air dan perkembangan flok pada budidaya ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *E-Journal Budidaya Perairan*, 11(2), 213–226. <https://doi.org/10.14341/cong23-26.05.23-39>
- Sahrijanna, A., & Septiningsih, E. (2017). Variasi Waktu Kualitas Air Pada Tambak Budidaya Udang Dengan Teknologi Integrated Multitrophic Aquaculture (IMTA) di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 52–57. <https://doi.org/10.20956/jal.v8i16.2991>
- Sari, S. P., Hasibuan, S., & Syafriadiman. (2021). Fluktuasi ammonia pada budidaya ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi pakan jeroan ikan. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2(2), 39–55.
- Setyono, B. D. H., Baihaqi, L. W. Al, Marzuki, M., Atmawinata, L. M., Fitria, S., & Affandi, R. I. (2023). Microbubble Technology to Improve Growth of Catfish (*Clarias* sp.). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7373–7382. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.3433>
- Supriatna, Mohammad, M., Muhammad, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>
- Suryani, S. A. M. P., Abdulah, F. C., Faudzi, N. M., Sadguna, D. N., Arya, I. W., Edi, D. G. S., & Pratama, G. . S. (2022). Improving the Quality of Tilapia Fish Seeds (*Oreochromis Niloticus*) with Selection Methods in Mina Ayu Group of Tabanan Regency Bali Province. *AJARCADE / Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment*, 6(1), 34–39. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v6i1.69>
- Suwarsih, Marsoedi, Harahab, N., & Mahmudi, M. (2016). Kondisi Kualitas Air Pada Budidaya Udang Di Tambak Wilayah Pesisir Kecamatan Palang Kabupaten Tuban. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016*, 27, 138–143.
- Tangguda, S., Fadjar, M., & Sanoesi, E. (2018). Pengaruh Teknologi Budidaya Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Pada Tambak Udang Intensif. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(1), 12–27. <https://doi.org/10.36706/jari.v6i1.7146>
- Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan Probiotik Em4 Pada Media Budidaya Ikan: Review. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36–42. <https://doi.org/10.30598/tritonvol19issue1page36-42>
- Yudiati, E., Arifin, Z., & Riniatsih, I. (2010). Pengaruh aplikasi probiotik terhadap laju sintasan dan pertumbuhan tokolan udang vanamei (*Litopeneus vannamei*), populasi bakteri vibrio, serta kandungan amoniak dan bahan organik media budidaya. *Ilmu Kelautan*, 15(3), 153–158.
- Zaidy, A. B., & Eliyani, Y. (2021). Pengaruh Waktu Penambahan Karbon Terhadap Kualitas Air, Volume Bioflok, Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Sistem Bioflok. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 15(1), 101–110.