

PENAMBAHAN SUMBER KARBON DALAM MENEKAN PERKEMBANGAN BAKTERI *Vibrio* sp. PADA BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) SISTEM BIOFLOK

*The Addition of Carbon Sources in Suppressing the Development of Bacteria *Vibrio* sp. in the Cultivation of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Bioflok System*

Asni*, Rahim, Anti Landu dan Bambang Asmono

Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan Universitas Sembilanbelas November Kolaka (USN Kolaka)

Email: asni.kariman@gmail.com

Diserahkan tanggal 10 Oktober 2022, Diterima tanggal 13 Juni 2023

ABSTRAK

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan produk perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Namun dalam pengembangannya, banyak hal menjadi faktor penghambat untuk meningkatkan jumlah produksi udang yaitu, menjaga kualitas air tetap optimal dan menekan laju pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. selama pemeliharaan. Salah satu sistem budidaya efektif yang dikembangkan untuk meningkatkan produksi melalui sistem budidaya berbasis teknologi yaitu sistem bioflok atau *Bio Flok Technology* (BFT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem bioflok dengan pemberian sumber karbon yang berbeda terhadap perkembangan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap terdiri dari 3 perlakuan 3 ulangan. Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon, B : Bioflok dengan penambahan molase, C : Bioflok dengan penambahan tepung tapioka. Hewan uji yang digunakan yaitu udang vaname PL 10 dengan padat tebar 200 ekor/wadah. Parameter pengamatan yaitu kepadatan bakteri *Vibrio* sp., kepadatan flok, kelangsungan hidup, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, dan N anorganik (TAN dan nitrit). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, data dianalisis menggunakan ANOVA dengan uji lanjut BNT. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan bakteri *Vibrio* sp. terendah pada perlakuan B, C dan A. Penambahan molase memberikan hasil yang lebih baik dalam mengontrol pertumbuhan jumlah bakteri *Vibrio* sp. dan menjaga kualitas air terutama pada kandungan amonia dan nitrit, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan namun berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan spesifik udang vaname.

Kata kunci: Bioflok; Karbon; Udang Vaname; *Vibrio* sp.

ABSTRACT

Vannamei shrimp (Litopenaeus vannamei) is an aquacultur product that has -sa high economic value. However, in its development, many things become inhibiting factors to increase shrimp production, namely, maintaining optimal water quality and suppressing the growth rate of Vibrio sp bacteria during maintenance. One of the effective cultivation systems developed to increase production through technology-based cultivation systems is the biofloc system or Bio Flok Technology (BFT). This study aims to determine the performance of the biofloc system by providing different carbon sources on the development of Vibrio sp. bacteria in vaname shrimp culture. This study used a completely randomized design consisting of 3 treatments and 3 replications. Treatment A : Biofloc without adding carbon, B : Biofloc with the addition of molasses, C : Biofloc with the addition of tapioca flour. The test animals used were PL 10 vaname shrimp with a stocking density of 200 fish/container. Parameters observed were Vibrio sp. bacterial density, floc density, survival, absolute weight growth, specific growth rate, feed conversion ratio, and inorganic N (TAN and nitrite). To determine the effect of treatment, the data were analyzed using ANOVA with further BNT test. Based on the results of the study showed that the low density of Vibrio sp. bacteria was in treatment B, C and A. The addition of molasses gave better results in controlling the growth of the number of Vibrio sp. bacteria and maintaining water quality, especially on the content of ammonia and nitrite, but had no significant effect on survival and feed conversion ratio but had a significant effect on absolute weight growth and specific growth rate of white vaname shrimp.

Keywords: Biofloc; Carbon; Vannamei Shrimp; *Vibrio* sp.

PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan budidaya Indonesia yang memiliki nilai

ekonomis yang tinggi. Pada tahun 2018, proyeksi produksi udang oleh KKP menargetkan produksi perikanan budidaya sebesar 24,08 juta ton yang terdiri dari rumput laut 16,17 juta ton dan ikan 7,91 juta ton. Produksi udang pada tahun 2017

sebesar 642 ribu ton dan target produksi udang nasional pada tahun 2018 sebesar 800 ribu ton terdiri dari udang vaname, udang windu dan udang lainnya dengan total luasan tambak 662.650,13 Ha (KKP, 2018).

Ekstensifikasi, intensifikasi dan diversifikasi adalah cara yang dapat dilakukan untuk mencapai target tersebut. Saat ini, cara yang paling efektif adalah dengan cara intensifikasi, yaitu dengan melakukan budidaya dengan menggunakan sistem teknologi intensif, namun dalam pengembangannya, banyak hal yang menjadi faktor penghambat. Faktor yang menghambat peningkatan jumlah produksi udang adalah kesulitan menjaga kualitas air tetap optimal selama pemeliharaan, yang disebabkan oleh akumulasi senyawa amonia dan nitrit yang bersifat toksik.

Konsekuensi sistem budidaya super intensif ini adalah menurunnya kualitas air budidaya seperti meningkatnya limbah akuakultur berupa bahan organik, sisa pakan, feses, dan peningkatan densitas fitoplankton serta berkembangnya bakteri patogen yang dapat menyebabkan kematian kultivan budidaya. Bakteri *Vibrio* sp. adalah salah satu bakteri patogen yang sering ditemukan dalam budidaya udang. Bakteri *Vibrio* sp. ini dapat hidup di perairan khususnya perairan budidaya sehingga dapat mengancam kehidupan kultivan yang dibudidaya. *Vibrio* sp. sering dikatakan bakteri oportunistik patogen. Akibat infeksi mikroorganisme patogen tersebut, banyak organisme perairan yang dibudidayakan mengalami kematian massal sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup tinggi.

Salah satu sistem budidaya efektif yang dikembangkan untuk meningkatkan produksi melalui sistem budidaya berbasis teknologi yaitu sistem bioflok atau *Bio Flok Technology* (BFT). Pada sistem bioflok, udang dapat ditebar dengan padat penebaran yang tinggi karena sistem bioflok memiliki keunggulan yaitu dapat memecahkan masalah kualitas air, efisiensi pakan, dampak terhadap kerusakan lingkungan tergolong rendah, meningkatkan *biosecurity* dan memudahkan dalam pengelolaan air (Tangko *et al.*, 2016), menyatakan bahwa probiotik memiliki keuntungan yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen pada inang, lingkungan, menstimulasi imunitas udang dan sebagai perbaikan kualitas air.

Peningkatan kinerja dari bakteri heterotrof dalam mengontrol nitrogen anorganik dan membentuk flok, maka dilakukan pemberian sumber karbon eksternal sebagai asupan energi pada bakteri heterotroph. Untuk mencukupi kebutuhan karbon pada sistem bioflok, maka perlu penambahan sumber karbon eksternal kedalam media budidaya bioflok, baik sumber karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks.

Hasil penelitian (Rajkumar *et al.*, 2015) dan (Khanjani *et al.*, 2015), menyatakan bahwa, sistem bioflok dengan penambahan karbon dapat menjaga kualitas air yang lebih baik khususnya kandungan nitrogen anorganik seperti amonia dan nitrit. Berdasarkan masalah di atas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kinerja sistem bioflok dengan sumber karbon berbeda dalam menekan perkembangan bakteri patogen (*Vibrio* sp.) pada budidaya udang vaname (*L.vannamei*).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2019 di PT. Central Pertiwi Bahari, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu bak fiber (volume 500 L), perlengkapan aerasi, refraktometer, timbangan digital, pakan dan sumber karbon, pH meter, DO meter, tes kit amonia dan nitrit, termometer, gelas ukur, dan seser. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air laut, udang vaname (PL 10), pakan komersil dengan kandungan protein 35%, alkohol 70 dan 96 % sebagai antiseptik, probiotik (tepung genera *Bacillus* sp.), sumber karbon yaitu molase (tetes tebu) dengan kandungan karbon 48-56 %) dan tepung tapioca dengan kandungan karbon 85 % (Grace, 1977) .

Persiapan Wadah Penelitian

Wadah pemeliharaan udang vaname yang digunakan berupa bak fiber dengan kapasitas volume 500 L sebanyak 9 buah dilengkapi dengan aerasi sebagai suplai oksigen, masing-masing bak fiber diisi dengan air laut sebanyak 400 L. Setiap wadah diberi label sebagai tanda perlakuan yang terdiri dari perlakuan A, perlakuan B dan perlakuan C.

Persiapan Hewan Uji

Hewan uji dalam penelitian ini adalah udang vaname stadia Post Larva (PL) 10 yang diperoleh dari *hatchery* udang vaname yang terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi selama 15 menit sebelum ditebar ke wadah penelitian. Jumlah padat penebaran pada wadah penelitian pada setiap wadah yaitu sebanyak 200 ekor/wadah atau setara dengan 500 ekor/m³ dengan berat rata-rata 0,003 g, hewan uji diperiksa dan dilakukan pemilihan secara visual sebelum ditebar ke wadah penelitian.

Tahap Pemeliharaan

Tahapan budidaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Setelah udang ditebar kedalam wadah, maka dilakukan pemberian probiotik dengan dosis 5 mg/L/minggu pada setiap wadah.
2. Pemberian karbon setiap hari pada sore hari. Pemberian karbon diberikan secara langsung kedalam wadah dengan memperhitungkan rasio C/N pada media pemeliharaan yaitu 15 dengan rumus (Avnimelech, 1999):

$$\Delta CH = \frac{\Delta N}{(\% C \times \epsilon) / (C/N)} \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta N = \text{Pakan} \times \%N \text{ Pakan} \times \%N \text{ Ekskresi}$$

$$\%N \text{ Pakan} = \text{Kandungan Protein Pakan} \times 16\%$$

Keterangan : ΔCH = Jumlah karbohidrat yang ditambahkan (g); ΔN = Jumlah nitrogen dalam pakan; % C = Kadar karbon dalam sumber karbon; ϵ = Efisiensi konversi mikroba 40%; C/N = Rasio CN yang diinginkan; Pakan = Jumlah pakan yang diberikan (g); %N Pakan = Kadar Nitrogen dalam pakan 16%; %N Ekskresi =Nitrogen yang diekskresikan 33%.

Berdasarkan rumus di atas, pemberian karbon dengan mempertahankan rasio C/N 15 yaitu dengan cara pemberian karbon molase sebanyak 1.521 ml/1.000 g pakan dan pemberian karbon tepung tapioka sebanyak 865 g/1.000 g pakan.

3. Pemberian pakan sebanyak 3 kali sehari yaitu pada jam 07.00, 14.00 dan 20.00 WITA dengan dosis pemberian 15-9% dari biomassa dan dapat dikurangi sebanyak 2-1% dari biomassa setelah flok terbentuk (Khanjani et al., 2015).

Parameter Penelitian

Pengamatan Koloni Bakteri *Vibrio* sp.

Pengamatan bakteri *Vibrio* sp., dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel air pada setiap wadah penelitian setiap minggu dengan menggunakan metode pengenceran bertingkat. Media yang digunakan untuk pengamatan bakteri *Vibrio* sp yaitu medium *thiosulphate citrate bile salt sucrose* (TCBS), untuk menghitung jumlah koloni bakteri menggunakan rumus (Cappucino & Sherman, 2011) dalam (Rahim et al., 2018) :

$$\text{Total bacteria count} \left(\frac{\text{CFU}}{\text{ml}} \right) = \Sigma \text{ colony} \times \frac{1}{\text{dilution factor}} \times \frac{1}{\text{ml sample}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan : Σ colony = Jumlah koloni pada cawan petri; Dilution factor = Faktor pengenceran; ml sample = Banyaknya sampel air

Volume Flok

Pengukuran parameter biologi air berupa volume flok diukur setelah flok terbentuk menggunakan gelas ukur dengan menggunakan rumus (Dahlan et al., 2017):

$$\text{Volume flok} = \frac{\text{Volume endapan}}{\text{Volume sampel air}} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

Kelangsungan Hidup (Survival Rate / SR)

Kelangsungan hidup atau *survival rate* adalah perbandingan jumlah individu yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah awal. Kelangsungan hidup dihitung menggunakan rumus (Effendie, 1997):

$$\text{SR} = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan : SR = Survival rate (%); N_t = Jumlah udang pada akhir penelitian (ekor); N_0 = Jumlah udang pada awal penelitian

Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak adalah selisih berat total tubuh udang pada akhir penelitian dan awal penelitian, Rumus pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus (Effendie, 1997) :

$$W = W_t - W_0 \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan : W = Pertumbuhan berat mutlak (g); W_t = Bobot rata-rata akhir (g); W_0 = Bobot rata-rata awal (g)

Laju Pertumbuhan Spesifik (Specific Growth Rate/ SGR)

Laju pertumbuhan adalah persentase pertambahan berat udang setiap harinya selama pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik udang dihitung dengan menggunakan rumus (Effendie, 1997):

$$\text{SGR} (\%) = \frac{W_t - W_0}{t} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan : SGR = Laju pertumbuhan spesifik; W_t = Bobot rata-rata akhir (g); W_0 = Bobot rata-rata awal (g); t = Waktu pemeliharaan (Hari)

Rasio Konversi Pakan (Feed Conversion Ratio/ FCR)

Rasio konversi pakan adalah perbandingan banyaknya jumlah pakan yang diberikan selama penelitian dengan pertambahan berat diakhir penelitian. Rasio konversi pakan dihitung dengan menggunakan rumus (Tacon, 1987):

$$\text{FCR} = \frac{\Sigma \text{pakan}}{\Delta \text{biomassa}} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan : FCR = Rasio konversi pakan; Σ pakan = Jumlah pakan yang diberikan (g); Δ biomassa = Selisih biomassa udang pada awal dan akhir pemeliharaan (g)

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Parameter Kualitas Air yang Diukur Selama Penelitian

No	Parameter Kualitas Air	Frekuensi Pengukuran	Metode Pengukuran
1	pH	Setiap hari	Insitu
2	Suhu (°C)	Setiap hari	Insitu
3	DO (ppm)	Setiap hari	Insitu
4	Salinitas (ppt)	Setiap hari	Insitu
5	TAN (mg/L)	Satu kali per tiga hari	Insitu
6	Nitrit (mg/L)	Satu kali per tiga hari	Insitu

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan metode penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan sehingga diperoleh 9 unit satuan penelitian.

- Perlakuan A = Tanpa pemberian sumber karbon
- Perlakuan B = Pemberian sumber karbon jenis molase
- Perlakuan C = Pemberian sumber karbon jenis tepung tapioka

Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui pengaruh tiap perlakuan, maka data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95 % (α 0,05). Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf kepercayaan.

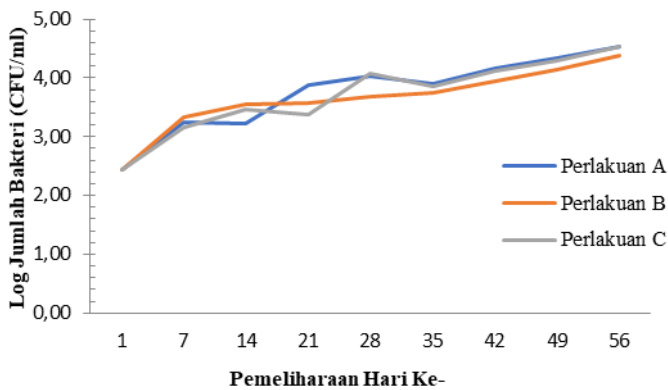
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Bakteri *Vibrio* sp.

Kepadatan bakteri *vibrio* pada media budidaya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya adalah kualitas benur, persiapan budidaya yang kurang bagus, manajemen kualitas air, manajemen pakan dan *biosecurity*. Penambahan bakteri probiotik kedalam media budidaya efektif menekan

bakteri vibrio penyebab berbagai macam penyakit yang diterapkan dalam teknologi bioflok. Hasil pengukuran kepadatan bakteri *Vibrio* sp. pada media budidaya selama penelitian pada semua perlakuan disajikan pada Gambar 1.

Kepadatan jumlah bakteri *Vibrio* sp. pada media di semua perlakuan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah bakteri *Vibrio* sp. setiap minggunya tetapi dengan kelimpahan yang berbeda, kepadatan bakteri *Vibrio* sp. terendah terdapat pada perlakuan B dengan penambahan karbon molase ($8,1 \times 10^2$ CFU/ml), kemudian pada perlakuan C dengan penambahan karbon tepung tapioka ($11,2 \times 10^2$ CFU/ml) dan terakhir yaitu pada perlakuan A dengan tanpa penambahan karbon ($11,4 \times 10^2$ CFU/ml). Hal ini sejalan dengan penelitian (Gunarto et al., 2012) mengemukakan bahwa total *Vibrio* sp. di air tambak berfluktuatif yang berada pada kisaran 102-103 CFU/mL- $11,4 \times 10^2$ CFU/ml) dan terdapat hubungan antara konsentrasi amoniak, populasi *Vibrio* sp. dan perkembangan flok di tambak, dimana terjadi penurunan populasi *Vibrio* sp. dan konsentrasi amoniak di air tambak seiring dengan berkembangnya flok dengan penambahan sumber karbon (molase). Seperti yang dikemukakan (Chrisnawati et al., 2018) bahwa proses reduksi amoniak berjalan lebih cepat daripada tanpa penambahan bakteri probiotik (Santos, 2014) proses bioremediasi bahan organik dipengaruhi oleh kinerja enzim sebagai katalisis reaksi biokimia dalam air, sehingga mampu mempercepat proses degradasi bahan organik dan komponen toksik seperti amoniak.



Gambar 1. Log Jumlah *Vibrio* sp. pada Media Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Semua Perlakuan

Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioca

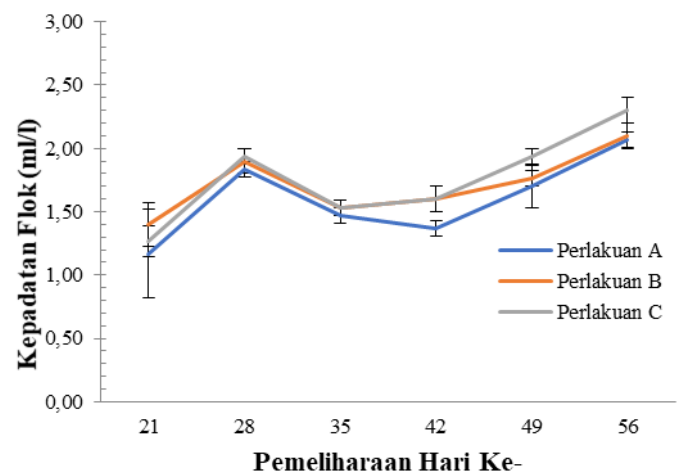
Hasil analisis data dengan uji ANOVA menunjukkan nilai yang signifikan ($P < 0,05$). Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda signifikan terhadap perlakuan A dan C tetapi perlakuan A tidak berpengaruh signifikan terhadap perlakuan C.

Kepadatan bakteri *Vibrio* sp. pada sistem bioflok dari semua perlakuan menunjukkan bahwa tingkat kepadatan bakteri masih pada level yang aman dengan kisaran $8,1 \times 10^2$ CFU/ml- $11,4 \times 10^2$ CFU/ml. Berdasarkan pendapat yang dikemukakan (Kurniawan et al., 2014) yang menyatakan bahwa bakteri *Vibrio* sp. ketika jumlah kelimpahannya mencapai lebih dari $1,4 \times 10^4$ CFU/ml merupakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi udang karena dapat menyebabkan udang sakit bahkan mengalami kematian. Hasil penelitian juga

menunjukkan bahwa keberadaan bakteri probiotik mampu menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. Hal ini sesuai pendapat (Mustafa et al., 2019) pemberian probiotik selang waktu 3 merupakan yang terbaik untuk diterapkan pada budidaya udang vaname dengan menghasilkan populasi akhir *Vibrio* sp. yakni $0,05 \times 10^4$ CFU/ml, Sedangkan populasi tertinggi berada pada tanpa pemberian probiotik yakni $1,11 \times 10^4$ CFU/ml.

Kepadatan Flok

Hasil pengamatan flok pada penelitian dari semua perlakuan didapatkan bahwa partikel flok mulai terbentuk pada minggu ke 3 pemeliharaan. Kepadatan flok dari semua perlakuan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kepadatan Flok pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Semua Perlakuan

Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioka

Berdasarkan pada Gambar 2, kepadatan flok pada perlakuan dengan penambahan karbon (perlakuan B dan C) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian karbon (perlakuan A). Hal ini sesuai dengan pendapat (Suwoyo & Tampangallo, 2015), bahwa penambahan sumber karbon vaname menyebabkan peningkatan populasi bakteri pembentuk bioflok. Hasil analisis data menggunakan ANOVA menunjukkan nilai yang signifikan ($P < 0,05$). Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan A berpengaruh signifikan terhadap perlakuan B dan C tetapi perlakuan B tidak berpengaruh signifikan terhadap perlakuan C.

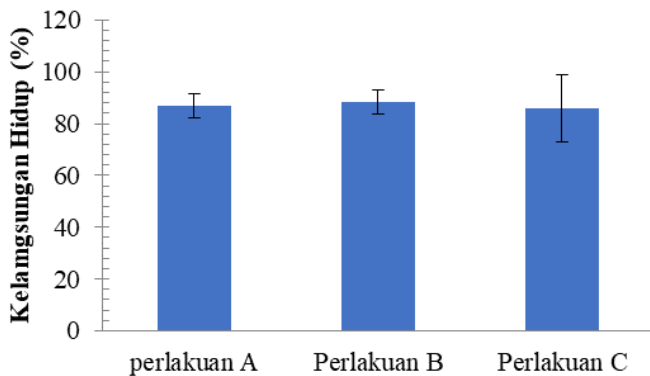
Kepadatan flok selama pengamatan mulai hari ke-21 mengalami peningkatan sampai hari ke-28 kemudian kepadatan menurun di hari ke-35 dan selanjutnya mengalami peningkatan sampai hari ke-56 untuk semua perlakuan baik dengan penambahan sumber karbon maupun pada tanpa penambahan sumber karbon, namun didominasi oleh sumber karbon tapioka (perlakuan C). Kepadatan flok pada perlakuan C (tapioka) lebih tinggi dibandingkan perlakuan B (molase), hal ini disebabkan karena adanya perbedaan struktur karbohidrat yang menyusun kedua bahan tersebut (Purnomo, 2012). Tapioka tersusun mayoritas amilum (polisakarida) sehingga bakteri membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memecahkan dan menggunakannya (Maharti, 2012) dalam (Aji et al., 2014). Sedangkan molase didominasi oleh monosakarida

seperti glukosa, sukrosa, fruktosa (Fatimah, 2011) sehingga memudahkan bakteri *heterotroph* dalam mengasimilasinya dan hanya sedikit mengandung amilum (polisakarida). Menurut (Suryani et al., 2011) menyatakan bahwa, karbohidrat yang sederhana (molase) akan lebih cepat diasimilasi oleh bakteri namun dapat menyebabkan flok yang ada di perairan tersebut mudah mati.

Alasan selanjutnya yang menyebabkan perlakuan C (tapioka) memiliki kepadatan flok yang lebih tinggi dibanding perlakuan B (molase) sebagaimana yang dikemukakan (Suryani et al., 2011) bahwa tepung tapioka, terigu atau gandum termasuk dalam karbohidrat yang kompleks yang mempunyai keunggulan yaitu dapat menyediakan partikel-partikel yang dapat dijadikan tempat menempelnya bakteri. Partikel tersebut juga akan memudahkan proses pelepasan karbon organik dan tahan lama sebagai substrak bakteri. Pernyataan ini didukung oleh (Agustina et al., 2015) menyatakan bahwa komunitas bakteri probiotik yang terakumulasi di dalam system akuakultur heterotrofik akan membentuk Flok (gumpalan) yang dimanfaatkan sebagai sumber pakan untuk udang.

Kelangsungan Hidup (*Survival Rate / SR*)

Hasil kelangsungan hidup udang vaname pada akhir penelitian pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai Rata-rata Kelangsungan Hidup Udang Vaname Pada Akhir Penelitian Pada Setiap Perlakuan (%)

Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioka

Berdasarkan Gambar 3, nilai rata-rata kelangsungan hidup pada perlakuan A sebesar 87%, perlakuan B sebesar 88,5% dan perlakuan C sebesar 86%. Hasil analisis data dengan uji ANOVA menunjukkan nilai yang tidak signifikan ($P > 0.05$), hal ini disebabkan karena ketiga perlakuan tersebut menggunakan sistem yang sama yaitu sistem bioflok.

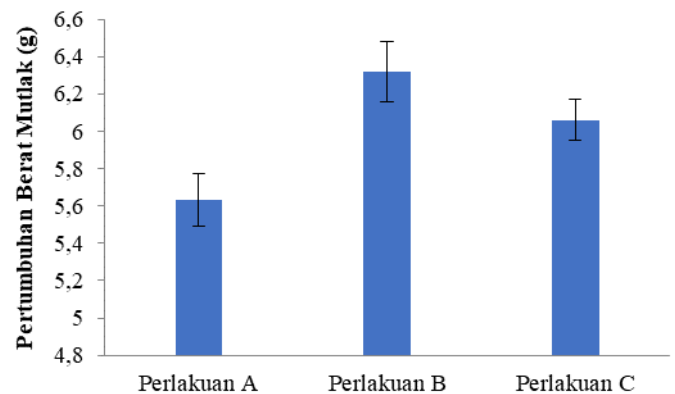
Rendahnya tingkat kelangsungan hidup perlakuan C (tapioka) dipengaruhi oleh salinitas media budidaya. Kisaran salinitas pada perlakuan C (28-32) ppt lebih tinggi dibandingkan perlakuan A (28-31) ppt dan perlakuan B (28-31) ppt. Nilai kisaran salinitas tersebut telah melewati batas kisaran optimum untuk udang vaname yaitu 10-30 ppt (Amri & Kanna, 2008). Menurut (Syukri & Ilham, 2016), kisaran salinitas yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya proses

pertumbuhan kulit, sementara (Suwoyo & Mangampa, 2010) bahwa salinitas berperan dalam pengaturan osmoregulasi.

Kelangsungan hidup udang vaname yang diperoleh dari penelitian ini tergolong tinggi yaitu diatas 80%, jika dibandingkan dengan hasil penelitian (Chrisnawati et al., 2018) bahwa data sintasan udang vaname tertinggi dengan nilai 77% berada pada perlakuan dengan pemberian probiotik selang tiga hari dibandingkan tanpa pemberian probiotik. Hal ini sesuai pendapat (Supono et al., 2014) dan (Aguilera-Rivera et al., 2018), kelangsungan hidup udang vaname meningkat sistem *heterotroph* karena bioflok bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan *polyhydroxybutyrate* yang dapat menghambat bakteri patogen seperti genus vibrio.

Pertumbuhan Berat Mutlak

Hasil perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan berat mutlak udang vaname pada akhir penelitian pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Rata-rata Pertumbuhan Berat Mutlak Pada Akhir Penelitian Pada Setiap Perlakuan (g).

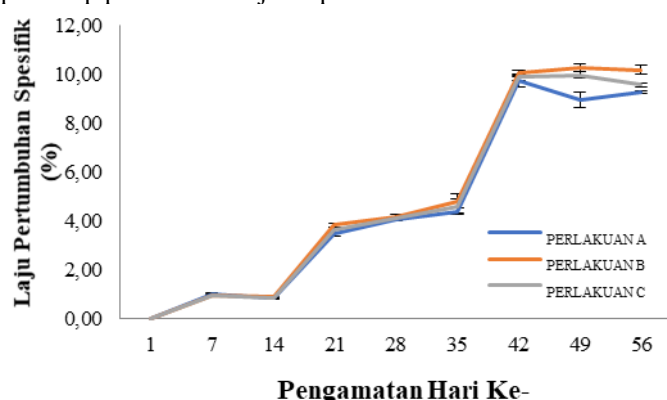
Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioka

Berdasarkan Gambar 4, nilai rata-rata pertumbuhan berat mutlak pada perlakuan A sebesar 5,66 g, perlakuan B sebesar 6,35 g dan perlakuan C sebesar 6,09 g. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan A dengan perlakuan B dan perlakuan C tidak signifikan, tetapi perlakuan B dan perlakuan C menunjukkan nilai yang tidak signifikan ($P > 0.05$). Perbedaan pertumbuhan ini disebabkan karena adanya penambahan sumber karbon pada perlakuan B dan perlakuan C, penambahan sumber karbon eksternal dimanfaatkan bakteri heterotrof sebagai sumber energi sehingga dapat memicu bakteri untuk membentuk flok lebih cepat yang dapat digunakan sebagai makanan bagi udang untuk pertumbuhan, dominasi bakteri heterotrof yang lebih banyak, juga dapat menekan bakteri patogen yang berpengaruh terhadap kualitas air dan pertumbuhan pada udang vaname. Rata-rata pertumbuhan mutlak pada perlakuan B (molase) lebih tinggi dibandingkan perlakuan C (tapioka) disebabkan karena gula dan molase merupakan sumber karbohidrat sederhana yang mudah untuk dicerna, dan dapat menstimulus mampu untuk berkompetisi dengan fitoplankton dalam mengabsorpsi nitrogen dan fosfor dalam kolam budidaya. Sedangkan tepung tapioka, terigu, jagung dan sagu merupakan sumber karbohidrat

kompleks yang lebih lambat dimetabolisme (Chamberlain et al., 2001). Penelitian yang dilakukan Wang et al. (2014) bahwa udang yang diberi pakan glukosa menunjukkan kinerja pertumbuhan terbaik dan tingkat kelangsungan hidup tertinggi bila dibandingkan dengan pakan disakarida dan polisakarida. Selanjutnya (Khanjani et al., 2015) menunjukkan laju pertumbuhan spesifik tertinggi juga di dapat pada pemberian sumber karbon glukosa, malase dan sukrosa (karbohidrat sederhana) dengan laju pertumbuhan 8,59%-9,07% dibanding dengan pemberian sumber karbon tepung gandum, tepung kentang dan tepung tapioka (karbohidrat kompleks) dengan laju pertumbuhan 8,44%-8,89%. Hal ini sesuai yang dikemukakan (Zhao et al., 2016) dan (Santo et al., 2017) bahwa penambahan sumber karbon berpengaruh nyata terhadap performa pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada sistem bioflok.

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

Data dari laju pertumbuhan spesifik udang vaname pada tiap perlakuan disajikan pada Gambar 5



Gambar 5. Laju Pertumbuhan Spesifik Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioka

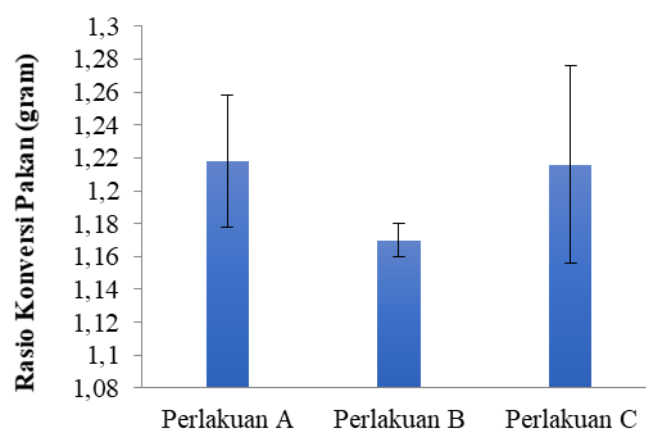
Laju pertumbuhan spesifik berturut-turut yaitu perlakuan A sebesar 5,22 %, perlakuan B sebesar 5,65 % dan perlakuan C sebesar 5,45%. Hasil analisis data dengan uji ANOVA menunjukkan nilai yang signifikan ($P < 0,05$) dan Hasil uji BNT menunjukkan hasil yang signifikan antara masing-masing perlakuan dengan laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada perlakuan B.

Pertumbuhan udang vaname dapat dipengaruhi dari pakan yang dimakan oleh hewan tersebut, pada sistem bioflok, flok yang dihasilkan oleh bakteri heterotrof menjadi pakan alami tambahan bagi udang sehingga dapat mempercepat laju pertumbuhannya, penambahan sumber karbon dimanfaatkan sebagai sumber energi pada bakteri heterotrof, dengan penambahan sumber karbon yang berbeda, kecepatan bakteri dalam membentuk flok juga akan berbeda, pemanfaatan sumber karbon oleh bakteri dipengaruhi dari jenis karbon yang digunakan, penggunaan karbohidrat sederhana dibanding karbohidrat kompleks lebih baik karena jenis karbohidrat sederhana lebih mudah diserap oleh bakteri heterotrof sebagai sumber energi sehingga proses pembentukan flok dapat berjalan lebih cepat. Pembentukan flok yang lebih cepat juga dapat menjaga kualitas air lebih baik karena pada proses

pembentukan flok, nitrogen anorganik yang dihasilkan dari ekskresi, sisa pakan dan lainnya dapat diubah menjadi protein oleh bakteri heterotrof. Hal ini sependapat dengan penelitian yang dilakukan oleh (Du et al., 2018) yang menyatakan bahwa penambahan sumber karbon yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas air dan komponen flok pada sistem bioflok.

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

Rasio konversi pakan adalah perbandingan banyaknya jumlah pakan yang diberikan selama penelitian dengan pertumbuhan berat diakhir penelitian, semakin rendah nilai dari rasio konversi pakan maka akan semakin baik karena nilai rasio konversi pakan berbanding terbalik dengan pertumbuhan bobot, nilai rasio FCR yang rendah menunjukkan efisiensi udang dalam memanfaatkan pakan untuk pertumbuhan. Data rasio konversi pakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rasio Konversi Pakan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Keterangan : Perlakuan A : Bioflok tanpa penambahan karbon; Perlakuan B : Bioflok dengan karbon molase; Perlakuan C : Bioflok dengan karbon tepung tapioka

Hasil analisis data dengan uji ANOVA menunjukkan nilai yang tidak signifikan ($P > 0,05$). berdasarkan Gambar 6, hasil pengamatan rasio konversi pakan antar perlakuan, rasio konversi pakan yang terendah pada udang vaname yang dibudidayakan berturut-turut yaitu pada perlakuan B sebesar 1,170 g perlakuan C sebesar 1,216 g dan perlakuan A sebesar 1,218 g.

Nilai FCR pada semua perlakuan yang menggunakan sistem bioflok tergolong baik berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Azhar, 2013), dengan nilai FCR 1,40, yang menunjukkan bahwa penambahan sumber karbon yang berbeda dapat menekan rasio FCR yang lebih rendah dibanding tanpa pemberian karbon pada budidaya udang vaname sistem bioflok. Hal ini juga didukung oleh (Almuqaramah et al., 2018), bahwa penggunaan molase sebagai sumber karbon pada pendederan udang vaname mampu memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi pakan dengan rasio C/N 10.

Parameter Kualitas Air

Kualitas air yang diukur dalam penelitian ini yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), total ammonia nitrogen (TAN), nitrit, flok dan kepadatan bakteri vibrio. Hasil pengukuran parameter kualitas air disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air pada Semua Perlakuan

Perlakuan	Parameter	Kisaran dan Rata-rata	Kisaran yang Layak
A	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26,3-29,2 28,14 \pm 0,64	28-30 ^a
	pH	7,7-8,2 7,99 \pm 0,13	6,5-8,5 ^b
	Salinitas (ppt)	28-31 30,74 \pm 0,74	10-30 ^c
	DO (mg/l)	5,14-6,5 5,56 \pm 0,31	4,36-6,58 ^d
	TAN (mg/l)	0,05-2 0,67 \pm 0,71	< 3,55 ^e
	Nitrit (mg/l)	0,02-3,5 1,58 \pm 1,22	< 15,2 ^f
	B	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	25,5-29,2 28,17 \pm 0,67
pH		7,7-8,2 7,97 \pm 0,15	6,5-8,5 ^b
Salinitas (ppt)		28-31 30,76 \pm 0,73	10-30 ^c
DO (mg/l)		5,04-6,4 5,52 \pm 0,32	4,36-6,58 ^d
TAN (mg/l)		0,05-2 0,41 \pm 0,49	< 3,55 ^e
Nitrit (mg/l)		0,02-2,5 1,05 \pm 0,92	<15,2 ^f
C		Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	25,9-29,3 28,19 \pm 0,74
	pH	7,7-8,2 7,98 \pm 0,14	6,5-8,5 ^b
	Salinitas (ppt)	28-32 30,89 \pm 0,88	10-30 ^c
	DO (mg/l)	5,1-6,24 5,52 \pm 0,32	4,36-6,58 ^d
	TAN (mg/l)	0,05-1,8 0,51 \pm 0,60	< 3,55 ^e
	Nitrit (mg/l)	0,02-3 1,23 \pm 1,11	<15,2 ^f

Keterangan : ^aWybnan dan Sweeny (1991); ^bBoyd (1990); ^cAmri dan Kanna (2008); ^dSuwoyo dan Mangapa(2010); ^eLin dan Chen (2001); ^fLin dan Chen(2003)

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air selama pemeliharaan udang vaname sistem bioflok dengan sumber karbon yang berbeda yaitu suhu, pH, DO, TAN dan Nitrit, masih berada dalam kisaran yang layak bagi budidaya udang vaname. Sedangkan parameter kualitas air untuk salinitas didapatkan nilai yang cukup tinggi yaitu perlakuan A (28-31), perlakuan B (28-31) dan perlakuan C (28-32). Hasil ini menunjukkan bahwa salinitas pada media pemeliharaan udang vaname melebihi batas optimal untuk budidaya udang vaname. Menurut (Amri & Kanna, 2008) bahwa kisaran salinitas yang layak untuk budidaya udang vaname pada sistem bioflok yaitu 10-30 ppt dapat memberikan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi sekitar 99,78%. Saoud et al., (2003) mengemukakan bahwa udang mampu mentolerir kisaran salinitas yang lebar berkisar 0,5-60 ppt, namun para

pembudidaya masih menemukan masalah pada kekurangan profil ion-ion di air tambak.

Hasil analisis data dengan uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian dengan sumber karbon berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap jumlah nitrit pada sistem bioflok. Pemberian dengan sumber karbon molase memberikan konsentrasi nitrit yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dengan penambahan sumber karbon tepung tapioka dan tanpa pemberian karbon. (Kroupová et al., 2018) menyatakan bahwa jenis *crustacea* lebih tahan terhadap konsentrasi nitrit yang tinggi dibanding dengan ikan, tingkat toksisitas nitrit juga dipengaruhi oleh jenis, umur dan ukuran organisme.

KESIMPULAN

Penambahan molase memberikan hasil yang lebih baik dalam mengontrol pertumbuhan jumlah bakteri *Vibrio* sp. dan menjaga kualitas air terutama pada kandungan amonia dan nitrit, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) namun berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan berat mutlak dan laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pimpinan PT. Central Pertiwi Bahari, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan beserta seluruh staf atas fasilitas yang diberikan selama penelitian dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera-Rivera, D., Escalante-Herrera, K., Gaxiola, G., Prieto-Davó, A., Rodríguez-Fuentes, G., Guerra-Castro, E., Hernández-López, J., Chávez-Sánchez, M. C., & Rodríguez-Canul, R. (2018). Immune Response of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Previously Reared in Biofloc and After an Infection Assay with *Vibrio harveyi*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 50(1), 119–136. <https://doi.org/10.1111/jwas.12543>
- Agustina, R. ., Hudaibah, 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), 397-402., 3(2), 397–402.
- Aji, S. B., Sudaryono, A., & Harwanto, D. (2014). Pengaruh penambahan sumber karbon organik berbeda terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan benih lele “(Clarias sp.)” dalam media bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 199–206.
- 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/http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i1.21671>
- Amri, K., & Kanna, I. (2008). *Budidaya Udang Vaname Secara Intensif, Semi Intensif dan Tradisional*. PT Gramedia Jakarta.
- Azhar, M. H. (2013). *Peranan Sumber Karbon Eksternal yang Berbeda Dalam Pembentukan Bioflok Pengaruhnya Terhadap Kualitas Air dan Produksi pada Sistem Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. IPB.
- Chamberlain, G., D. P., Mcintosh, R. P., & A, E. N. C. (2001). Advantages of Aerated Microbial Reuse Systems With Balanced C : N I : Nutrient Tranformation And Water Quality Benefits. *Advocate*, April, 53–56.
- Chrisnawati, V., Setya, B., & Hastuti, W. (2018). Pengaruh Pemberian Probiotik dengan Waktu Berbeda Terhadap Penurunan Amoniak dan Bahan Organik Total Media Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) The Influence of Giving Probiotic with Different Periodicon Decreasing of Ammonia And Total Organ. *Journal of Marine and Coastal Science*, 7(2), 68–77.
- 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(2), 1–9. <https://doi.org/10.33772/jsipi.v1i2.6591>
- Du, X., Almeida, D., Song, & Zhao, Z. (2018). Effects of Organic Carbon Addition on Water Quality and Phytoplankton Assemblages in Biofloc Technology Ponds. *Aquaculture*, 497(18), 155–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.016>
- Effendie, M. I. (1997). *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Grace, M. . (1977). *Cassava Processing* (3rd ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations ,University of Illinois at Urbana-Champaign. [https://doi.org/1084143](https://doi.org/10.1017/9780521414143)
- Gunarto, Suwoyo, H. S., & Tampangallo, B. R. (2012). Budidaya Udang Vaname Pola Intensif dengan Sistem Bioflok di Tambak. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(3), 393–405.
- Khanjani, M. H., Sajjadi, M. M., Alizadeh, M., & Sourinejad, I. (2015). Nursery Performance of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) Cultivated in a Biofloc System: The Effect of Adding Different Carbon Sources. *Aquaculture Research*, 48(4), 1491–1501. <https://doi.org/10.1111/are.12985>
- KKP. (2018). *Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) ... - KKP* <https://bppbapmaros.kkp.go.id/wp-content/uploads/PDF.kkp.go.id/wp-content>
- Kroupová, H. K., Valentová, O., Svobodová, Z., Šauer, P., & Jana, M. (2018). Toxic Effects of Nitrite on Freshwater Organisms. *Aquaculture*, 400(3), 525–542. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/raq.12184>
- Kurniawan, Tompo, A., & Kadira, I. A. K. (2014). Uji Patogenitas dan Gambaran Histologi Hepatopankreas Infeksi Bakteri *Vibrio* Patogen Secara Penyuntikan. *Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan*, 30 Agustus 2014, 417–424.
- Mustafa, M. F., Bunga, M., & Achmad, M. (2019). Use of Probiotics to Fight Bacterial Populations of *Vibrio* sp. on Vaname Shrimp Cultivation (*Litopenaeus vannamei*). *TORANI: Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(2), 69–76. <https://doi.org/10.35911/torani.v2i2.7056>
- Purnomo, P. D. (2012). Pengaruh Penambahan Karbohidrat Pada Media Pemeliharaan Terhadap Produksi Budidaya Intensif Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1), 161–179. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jfpik>
- Rahim, R., Suantika, G., & Muhammad, H. (2018). Performance of Zero Water Discharge (ZWD) System with Nitrifying Bacteria *Bacillus megaterium* and Microalgae *Chaetoceros calcitrans* Components in Super Intensive Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Culture at Low Salinity. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17(2), 137. <https://doi.org/10.19027/jai.17.2.137-146>
- Rajkumar, M., Pandey, P. K., Aravind, R., Vennila, A., Bharti, V., & Purushothaman, C. S. (2015). Effect of Different Biofloc System on Water Quality, Biofloc Composition and Growth Performance in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture Research*, 47(11), 3432–3444. <https://doi.org/10.1111/are.12792>
- Santo, C. M. do E., Pinheiro, I. C., Jesus, G. F. A. de, & Pedreira, J. L. M. (2017). Soybean Molasses as An Organic Carbon Source in The Farming of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a Biofloc System. *Aquaculture Research*, 48(4), 1827–1835. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/are.13020>
- Santos, G. (2014). Probiotics: An Essential Tool in Intensive Shrimp Aquaculture. *The Fish Site*.
- Saoud, I. P., Davis, D. A., & Rouse, D. B. (2003). Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, 217(1–4), 373–383. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00418-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00418-0)
- Supono, Hutabarat, J., Prayitno, S. B., & Darmanto, Y. (2014). White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Culture using Heterotrophic Aquaculture System on Nursery Phase. *International Journal of Waste Resources*, 4(2). <https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000142>
- Suryani, Ambarasari, L. A. K. S. M. I., Artika, I. M., & Susanti, H. E. (2011). Characterization of Biofloculant Producing-Bacteria Isolated from Tapioca Waste Water. *HAYATI Journal of Biosciences*, 18(4), 193–196. <https://doi.org/10.4308/hjb.18.4.193>
- Suwoyo, H. S., & Mangampa, M. (2010). Aplikasi probiotik dengan konsentrasi berbeda pada pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 239–247.
- Suwoyo, H. S., & Tampangallo, B. R. (2015). Perkembangan Populasi Bakteri pada Media Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penambahan Sumber Karbon. *Octopus Jurnal Ilmu Perikanan*, 4(1), 365–374.
- Syukri, M., & Ilham, M. (2016). Pengaruh salinitas terhadap sintasan dan pertumbuhan larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Galung Tropika*, 5(2), 86–96. <http://www.jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/view/166/136>
- Tacon, A. G. J. (1987). *The Nutrition And Feeding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Manual. 1. The Essential Nutrients*. Food And Agriculture Organization of The

United Nations.

Tangko, A. M., Mansyur, A., & Reski, R. (2016). Penggunaan Probiotik Pada Pakan Pembesaran Ikan Bandeng Dalam Keramba Jaring Apung Di Laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.15578/jra.2.1.2007.33-40>

Zhao, L., Huang, F., Wang, C., & Xu, W. (2016). Effects of Different Carbon Sources on Bioactive Compound Production of Biofloc, Immune Response, Antioxidant Level, and Growth Performance of *Litopenaeus vannamei* in Zero-water Exchange Culture Tanks. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(4), 566–576.