Jenis Artikel : Full Paper

**PERFORMA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei,* (Boone, 1931)YANG DIPELIHARA PADA SISTEM BIOFLOK DENGAN SUMBER KARBON BERBEDA**

**Rehulina T. Pinem1, Supono1 dan Esti Harpeni2**

1Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro, No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

2Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro, No. 1, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

**Abstract**

The intensive cultivation of Litopenaeus vannamei with biofloc systems is one of the most efficient way to reduce shrimp cost production, because the biofloc can be used as feed subtitution for L. vannamei cultured. This culture requires good quality and quantity of juveniles. The juveniles can be obtained from intensive system of nursery. However, this system has some limitations such as need the high stocking density and causing the increase of the feed intake.That conditions will left the unconsumed feed and shrimp metabolite excretion accumulated in the water, causing the concentration of nitrogen compounds, especially ammonia in the water increased. Currently, the bioflocs technology developed to reduce the waste shrimp even for fish farming activities. The objective of this research was to know the effect of addition of C-carbohydrate (wheat, tapioca, and mollases) on shrimp growth, survival rate, efficency of feed and feed conversion ratio of white shrimp L. vannamei. The design of the research was using a completely randomized design, consisted of four experimental treatments with four replications. The result of this research showed that the biofloc systems with addition of C-carbohydrate on growth performance of the shrimps were not significantly different (P>0.05) among those treatments. The biofloc technology with addition of C-carbohydrate using treatment B (wheat) showed higher survival rate (SR), feed conversion ratio (FCR), and feed efficiency were significantly different (P<0.05) than the C-carbohydrate from treatment C (tapioca) and D (mollases). The bioflocs system with addition of C-carbohydrate from treatment B (wheat) had SR (75.357±7.2%), FCR (1.340±0.1) and efficiency of feed (74.958±7.3%).

Keyword :Wheat, tapioca, mollase

**PENDAHULUAN**

Udang vaname *Litopenaeus vannamei* merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya air laut yang banyak dibudidayakan di wilayah Indonesia, karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis udang lainnya seperti udang windu *Penaeus monodon*. Supono (2017) menyatakan bahwa udang vanamei memiliki beberapa keunggulan seperti, dapat dibudidayakan dengan kepadatan penebaran yang tinggi, lebih tahan terhadap penyakit, benur *spesific pathogen free*  (SPF), dan menghasilkan *feed conversion ratio* (FCR) rendah. Peningkatan produksi udang vaname terus dilakukan untuk memenuhi permintaan pasar. Budidaya dengan kepadatan penebaran tinggi dilakukan untuk meningkatkan produksi udang vaname. Peningkatan produksi udang vaname berhubungan dengan meningkatnya penggunaan pakan.

Pakan dengan kadar protein tinggi dan sisa pakan yang tidak dimakan, akan menjadi amoniak dan nitrit yang bersifat toksik pada perairan. Penurunan kualitas air pada kegiatan budidaya akan mengakibatkan penurunan produksi udang vaname. Pengembangan suatu sistem budidaya perlu dilakukan untuk memecahkan permasalahan tersebut, salah satunya melalui sistem budidaya dengan teknologi bioflok. Pengembangan teknologi budidaya sistem bioflok bertujuan untuk memperbaiki dan mengontrol kualitas air budidaya, biosekuriti, membatasi penggunaan air, serta efisiensi penggunaan pakan (Avnimelech, 2012).

Prinsip dari teknologi bioflok adalah menumbuhkan mikroorganisme terutama bakteri heterotrof di air tambak untuk menyerap komponen polutan, amoniak yang ada di air tambak dan selanjutnya dikonversi menjadi protein bakteri dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan udang vaname (Gunarto, 2012). Penggunaan bakteri jenis *Bacillus* sp*.* sebagai bakteri heterotrof mampu mendekomposisi materi organik, menekan pertumbuhan patogen, dan menyeimbangkan komunitas mikroba sehingga mampu memperbaiki kualitas air budidaya (Irianto, 2003). Bakteri heterotrof dapat bekerja dengan optimal untuk mengubah nitrogen anorganik yang toksik menjadi nitrogen anorganik yang tidak berbahaya sehingga, kualitas air dapat dipertahankan dan biomassa bakteri berguna sebagai sumber protein (Widanarni *et al*., 2010)

Pakan buatan yang mengandung protein relatif tinggi menyebabkan C/N rasio dalam media budidaya rendah (<10), sehingga untuk menumbuhkan bakteri heterotrof diperlukan penambahan C-organik atau penambahan sumber karbon eksternal secara berkala. Pemilihan sumber karbon yang tepat pada sistem budi daya bioflok akan berpengaruh terhadap perbaikan kualitas air serta pemanfaatan nutrient yang tinggi sehingga, mampu meningkatkan produktifitas udang vaname. Sumber karbon yang digunakan pada kegiatan penelitian berupa molase, tepung tapioka, dan tepung gandum.

Berdasarkan penelitian Runa *et al.* (2019) menunjukan penggunaan tepung tapioka sebagai sumber karbon eksternal dengan C/N 15 mampu memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, efisiensi pakan, kualitas air dan mengasilkan *survival rate* (SR) 88% pada pemeliharaan benih ikan patin. Penelitian Hidayat *et al.*(2014) menunjukan bahwa penggunaan tepung tapioka pada pemeliharaan udang windu mampu memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi pakan dengan rasio C/N 24. Penggunaan molase sebagai sumber karbon pada benih ikan patin mampu memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, FCR, dan SR 97 dengan rasio C/N 15 (Apriani *et al.,* 2016). Penelitian Almuqaramah *et al*. (2018) menunjukan bahwa penggunaan molase sebagai sumber karbon pada pendederan udang vaname mampu memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan efisensi pakan dengan rasio C/N 10. Menurut penelitian Sukendar *et al.* (2016) menunjukan bahwa penggunaan molase, tepung tapioka, dan tepung gandum pada ikan lele mampu menekan jumlah bakteri pathogen *Aeromonas hydrophila,* meningkatkan respon imun, meningkatkan laju pertumbuhan dan efisiensi pakan dengan rasio C/N 15. Menurut De Schryver *et al.* (2008) pemilihan sumber karbon organik memengaruhi pertumbuhan flok. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai penggunaan sumber karbon yang berbeda dalam budidaya udang vaname menggunakan sistem bioflok.

**METODELOGI**

**Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian yang digunakan yakni Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan tersebut sebagai berikut:

1. Perlakuan A: Pemeliharaan tanpa bioflok (Kontrol)
2. Perlakuan B: Bioflok dengan sumber karbon berupa tepung gandum C/N 15
3. Perlakuan C: Bioflok dengan sumber karbon berupa tepung tapioka C/N 15
4. Perlakuan D: Bioflok dengan sumber karbon berupa molase C/N 15

**Persiapan Wadah**

Penelitian dilakukan pada ruangan *semi outdor* menggunakan akuarium berukuran 60 cm x 40 cm x 35 cm sebanyak 16 akuarium. Dilakukan sterilisai wadah menggunakan kaporit dengan dosis 25 ppm. Masing-masing akuarium diisi air hingga volume 70 L dengan salinitas perairan 28 ppt. Seting aerasi dilakukan pada masing-masing wadah pemeliharaan sebanyak 2-3 batu aerasi per akuarium sebagai suplai oksigen pada wadah pemeliharaan.

**Penyediaan Bioflok**

Pakan komersil ditimbang dengan dosis 500 mg/L sehingga, dibutuhkan sebanyak 35 gram pakan komersil dalam 70 L volume air akuarium. Sumber karbon eksternal (gandum, tapioka, dan molase) ditambahkan pada masing-masing wadah dengan C/N rasio 15. Jumlah sumber karbon yang ditambahkan pada masing-masing akuarium dapat dilihat pada Lampiran 1. Bakteri *Bacillus coagulans* dibiakan menggunakan media SWC (*Sea Water Complate*) 75% air laut pada agar miring untuk mendapatkan biakan yang lebih muda. Selanjutnya bakteri diambil menggunakan jarum ose sebanyak 1-2 kali ulangan ke dalam wadah erlenmayer yang berisi media TSA (*Trypticase soy agar*), kemudian di*shaker* selama 24 jam untuk meningkatkan kepadatan bakteri yang akan ditebar pada wadah pemeliharaan. Dilakukan uji spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm, untuk mengetahui tingkat kepadatan dan jumlah bakteri yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan perhitungan persamaan regresi menggunakan metode Mc Farland sehingga dihasilkan nilai kepadatan bakteri sebanyak 1,2x109 cfu/mL pada media TSA. Metode Mc Farland merupakan penyetaraan konsentrasi mikroba menggunakan larutan BaCl2 1% dan H2SO4 1%. Kepadatan bakteri yang digunakan pada wadah pemeliharaan sebanyak 1x106 cfu/mL sehingga, dibutuhkan biakan bakteri *Bacillus coagulans* pada media TSA sebanyak 60 mL dalam 70 L air pemeliharaan untuk ditebar pada masing-masing wadah pemeliharaan. Bakteri *Bacillus coagulans* diberikan satu kali pada hari pertama pembentukan bioflok.

**Pemeliharaan Udang Uji**

Udang vaname PL10 ditebar dengan kepadatan 70 ekor/akuarium dan dipelihara selama 35 hari. Aklimatisasi dilakukan pada saat penebaran udang ke dalam akuarium. Frekuensi pemberian pakan diberikan 3 kali sehari (06.00, 12.00, dan 19.00 WIB) menggunakan metode *blind feeding* dengan parameter *Average body weight* (ABW) dan *Feeding rate*  (FR) berdasarkan hasil penelitian Supono (2017). Dilakukan sampling bobot udang vaname sebanyak 30% dari populasi untuk mengetahui bobot rata-rata udang vaname pada awal pemeliharaan sehingga, diperoleh nilai juumlah pakan per hari yang diberikan selama pemeliharaan. Pakan yang digunakan berupa pakan komersil dengan kandungan protein 30%. Parameter ABW, FR, dan jumlah pakan per hari udang vaname selama pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 2. Penambahan sumber karbon (molase, tepung gandum, dan tepung tapioka) dilakukan setiap hari pada pukul 08.00 WIB dengan rasio C/N 15 pada masing-masing perlakuan (Lampiran 3). Penambahan sumber karbon eksternal (molase, tepung gandum, dan tepung tapioka) dilarutkan menggunakan air pemeliharaan hingga homogen selanjutnya dilakukan penebaran sumber karbon pada masing-masing perlakuan.

**Pengelolaan Kualitas Air**

Kegiatan pergantian air tidak dilakukan selama pemeliharaan. Pengukuran kualitas air dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian. Parameter kualitas air yang diamati meliputi amoniak (NH3), nitrit (NO2-), suhu, pH, dissolve oxygen (DO), *total suspended solid* (TSS), volume flok, total plate bakteri (TPC). Pengukuran amoniak (NH3) dan Nitrit (NO2-) menggunakan *Test kit* amonia dan nitrit. Pengukuran suhu menggunakan thermometer dan pengukuran pH menggunakan pH meter dilakukan setiap hari. Pengukuran DO dilakukan setiap 2 minggu selama pemeliharaan di Laboratorium Perikanan Politeknik Negeri Lampung.

Pengukuran *total suspended solid* (TSS) dilakukan sebagai berikut: kertas saring sejumlah sampel dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 104oC lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (X1). Sebanyak 20 mL air sampel disaring dengan kertas saring (X1) lalu dioven selama 2 jam pada suhu 104oC kemudian, didinginkan dalam desikator dan ditimbang (X2). TSS dihitung berdasarkan Metode Standar APHA (2005) sebagai berikut :

$$TSS=\frac{(X2-X1)}{Volumeairsampel}×1000$$

Pengukuran volume flok dilakukan dengan cara air sampel diambil sebanyak 50 ml, lalu diendapkan selama 30 menit dalam tabung conical bervolume 1 L selanjutnya, catat hasil endapan yang diperoleh sebagai nilai volume flok. Perhitungan populasi bakteri total (TPC) dilakukan menggunakan metode hitung cawan yaitu, melakukan pengenceran berseri 10-7  hingga 10- 9. Kultur diinkubasi pada suhu 28-30oC selama 24-28 jam. Jumlah koloni bakteri yang tumbuh dihitung dengan menggunakan rumus Madigan *et al.*(2014):

$$Jumlah Koloni Bakteri =N×\frac{1}{fp}×\frac{1}{S}$$

 Keterangan:

N = jumlah bakteri dalam cawan petri (koloni)

*f*p = faktor pengenceran

S = jumlah sampel yang diambil dari suspensi bakteri (ml)

**Pengambilan Data**

Pengumpulan data bobot udang vaname dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan, sedangkan jumlah udang yang hidup dihitung pada akhir permeliharaan. Parameter uji yang diukur meliputi kandungan karbon dan nitrogen, pertumbuhan (pertumbuhan berat mutlak dan *specific growth rate*), *survival rate,*  biomassa, dan konversi pakan (*feed conversion ratio* dan efisiensi pemanfaatan pakan).

**Kandungan Karbon dan Nitrogen**

Sumber karbon yang digunakan pada penelitian berupa gandum, tapioka, dan molase. Uji kandungan karbon dan nitrogen dilakukan di Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung.

**Pertumbuhan Berat Mutlak**

Pertumbuhan berat mutlak udang vaname *Litopenaeus vannamei* merupakan selisih berat rata-rata pada akhir pemeliharaan dengan awal pemeliharaan. Perhitungan pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus (Effendi, 2003) :

$$Wm=Wt-Wo$$

Keterangan :

Wm : Perumbuhan berat mutlak (g)

Wt : Berat rata-rata akhir (g)

Wo : Berat rata-rata awal (g)

***Specific Growth Rate***

*Specific growth rate* (SGR) adalah presentase pertambahan udang setiap hari selama penelitian. Laju pertumbuhan harian udang dihitung dengan menggunakan rumus (Huisman, 1987) sebagai berikut:

$$SGR=\left[\sqrt[n]{\frac{Wt}{Wo}}-1\right]×100\%$$

Keterangan: SGR = Laju Pertumbuhan Harian %, Wt = Berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g), Wo = Berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g), n = Lama waktu pemeliharaan.

**Survival Rate**

*Survival rate* (SR) atau tingkat kelangsungan hidup adalah perbandingan jumlah udang yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah udang pada awal pemeliharaan, yang dihitung menggunakan rumus Goddard (1996):

$$SR=\frac{Nt}{No}×100\%$$

Keterangan: SR = Tingkat kelangsungan hidup (%), Nt = Jumlah udang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor), No = Jumlah udang pada awal pemeliharaan (ekor).

**Biomassa**

Biomassa merupakan total bobot udang hidup selama akhir penelitian. Biomassa dalam penelitian ini berupa total bobot udang yang dipelihara selama 35 hari dalam satuan gram. Perhitungan biomassa udang dapat dilakukan dengan cara menimbang semua berat udang akhir penelitian menggunakan timbangan.

***Feed Conversion Ratio***

*Feed Conversion Ratio*(FCR) merupakan jumlah pakan yang diberikan untuk menghasilkan 1 kg daging. Menurut Effendi (2003) FCR dapat dihitung menggunakan rumus:

$$FCR=\frac{F}{Wt-Wo}$$

Keterangan:

FCR :*Feed Conversion Ratio*

F :Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (Kg)

Wt :Biomassa akhir (Kg)

Wo :Biomassa awal (Kg)

**Efisiensi Pakan**

Efisiensi pakan (EP) merupakan perbandingan biomassa udang dengan jumlah pakan yang diberikan selama masa pemeliharaan. Efisiensi pakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Takeuchi (1988):

$$EP=\frac{\left(Wt+Wd\right)-Wo}{F}×100\%$$

Keterangan:

EP = Efisiensi Pakan %, F = Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (Kg). Wt = Bobot total udang pada akhir pemeliharaan (Kg), Wo = Bobot total udang pada awal pemeliharaan (Kg), Wd = Bobot total udang mati (Kg).

**Analisis Data**

Data hasil perhitungan diolah dan dianalisis menggunakan program Microsoft Excel 2007 dan analisis sidik ragam (Anova) dengan tingkat kepercayaan 95%. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan, digunakan uji beda nyata terendah (BNT) menggunakan aplikasi SPSS 16.0

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nutrisi pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan udang vaname. Pakan yang digunakan selama kegiatan penelitian berupa pakan komersil dengan kandungan protein 32%. Selain pakan komersil, pemeliharaan menggunakan sistem bioflok diharapkan mampu menjadi sumber nutrisi untuk pertumbuhan udang vaname. Kandungan nutrisi pada sistem bioflok dipengaruhi oleh penambahan sumber karbon eksternal. Gandum, tapioka, dan molase merupakan sumber karbon eksternal yang digunakan selama pemeliharaan udang vaname. Sumber karbon yang digunakan dalam teknologi bioflok dapat berupa karbohidrat sederhana (monosakarida) dan karbohidrat kompleks (disakarida dan polisakarida).

Sumber karbon tapioka dan terigu merupakan sumber karbon kompleks yang sulit larut dalam air, namun sumber karbon kompleks mampu menyediakan partikel-partikel yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai tempat menempel (Chamberlain *et al.,*2001). Sumber karbon molase merupakan sumber karbon sederhana, sumber karbon ini memiliki keuntungan mudah diserap dan dimanfaatkan oleh bakteri untuk mempercepat pertumbuhan bakteri dalam mengabsorpsi nitrogen dan fosfat di dalam kolam budidaya. Berdasarkan hasil pengukuran volume flok pada sumber karbon molase menghasilkan nilai yang lebih tinggi yaitu 10 mL/L dibandingkan dengan sumber karbon gandum sebesar 6 mL/L dan tapioka 3 mL/L. Suprapto (2014) menyatakan bahwa volume flok untuk budidaya udang yang menerapkan sistem bioflok maksimal 150 mL/L atau 15% dari volume air, apabila melebihi maka udang akan kelihatan tidak lincah dan lemah, serta napsu makan menurun. Nilai volume flok pada perlakuan sumber karbon molase mendekati batas maksimum 15% dari volume air yaitu 10,5 mL/L. Nilai pertumbuhan yang dihasilkan selama pemeliharaan yaitu, pertumbuhan berat mutlak sebesar 4,79 g/e – 4,88 g/e dan nilai SGR 13,96% - 14%. Penggunaan sumber karbon gandum, tapioka, dan molase pada penelitian ini tidak berperan dalam meningkatkan pertumbuhan udang vaname. Menurut Boyd (1989), salah satu faktor pembatas yang cukup nyata dalam metabolisme organisme akuatik adalah suhu air media pemeliharaan. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air, nilai suhu pada pemeliharan udang vaname menggunakan akuarium berkisar antara 26oC-28oC nilai suhu tersebut tergolong rendah dari kisaran optimum yaitu 28-33oC. Suhu akan mempengaruhi konsumsi pakan, proses metabolisme dan kecepatan molting. Suhu hangat akan mempercepat konsumsi pakan udang sehingga pertumbuhan akan semakin cepat, sebaliknya pada suhu rendah metabolisme udang menjadi lambat, nafsu makan udang menurun sehingga pertumbuhan udang menjadi lambat. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Aji *et al.* (2014) menjelaskan bahwa penambahan sumber karbon berupa molase, terigu, dan gandum tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan harian pada ikan lele (*Clarias* sp.) yang dipelihara dalam media bioflok. Penelitian Gunarto *et al.* (2010) menunjukkan hasil yang serupa yaitu penambahan sumber karbon berupa tepung tapioka dan fermentasi probiotik pada pemeliharaan udang windu selama 112 hari, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan udang windu.

Penambahan sumber karbon gandum berbeda nyata dengan sumber karbon tapioka dan molase terhadap survival rate (SR) udang vaname. Perlakuan kontrol (tanpa bioflok) tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sumber karbon gandum, tapioka, dan molase. Nilai SR tertinggi yaitu pada perlakuan B (gandum) dengan nilai 75,357±7.2%, selanjutnya perlakuan A (kontrol) sebesar 67,143±11,60%, perlakuan C (tapioka) 62,500±1,79%, dan nilai SR terendah yaitu pada perlakuan D (molase) dengan nilai 58,214±1,7%. Tingginya derajat kelangsungan hidup pada perlakuan sumber karbon gandum disebabkan dalam media pemeliharaan terdapat bakteri heterotrof yang mampu memanfaatkan gandum sebagai sumber energi dalam pembentukan flok, sehingga dalam wadah pemeliharaan terdapat pakan yang selalu tersedia dalam bentuk flok dan mampu meminimalkan sifat kanibal antar individu.

Sumber karbon kompleks (gandum dan tapioka) mampu menyediakan partikel-partikel yang dapat dimanfaatkan bakteri sebagai tempat menempel. Penambahan sumber karbon berbeda memengaruhi keberadaan total bakteri di media pemeliharaan. Berdasarkan hasil penelitian nilai total bakteri pada penambahan sumber karbon molase mengalami peningkatan yang signifikan pada pengukuran pertama dan kedua dibandingkan dengan sumber karbon gandum dan tapioka. Nilai total bakteri dengan penambahan sumber karbon molase pada pengukuran pertama yaitu 4,8x1010 cfu/mL dan terjadi peningkatan sebesar 8,1x1012 cfu/mL pada pengukuran kedua. Meningkatnya nilai total bakteri *Bacillus coagulans* di air pada perlakuan molase diduga karena sumber karbon molase merupakan sumber karbon sederhana (monosakarida), sehingga *B. coagulans* lebih mudah dalam memanfaatkan sumber karbon tersebut sebagai energi dalam menyusun bioflok. Hal ini dipertegas oleh Chamberlain *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa penggunaan sumber karbon sederhana (molase) memiliki keuntungan mudah diserap dan dimanfaatkan oleh bakteri untuk mempercepat pertumbuhan bakteri dalam mengabsorpsi nitrogen dan fosfat di dalam kolam budidaya. Namun berdasarkan hasil penelitian kandungan nitrit pada sumber karbon molase tidak mengalami penurunan hingga akhir pemeliharaan yaitu sebesar 0,3 mg/L. Nilai nitrit pada penambahan sumber karbon gandum dan tapioka mengalami penurunan yaitu 0,3 mg/L menjadi <0,3 mg/l, sedangkan pada perlakuan kontrol (tanpa bioflok) nilai nitrit 1,6 mg/L menjadi 0,8 mg/L. Tingginya nilai nitrit pada wadah pemeliharaan dapat mempengaruhi nilai SR udang vaname. Kandungan nitrit yang dapat diltoleransi oleh udang vaname berkisar 0,1–1 mg/l Suprapto (2007). Nitrit merupakan senyawaan nitrogen anorganik yang dapat membahayakan kehidupan udang bila terdapat dalam jumlah tinggi. Nitrit bersifat toksik karena kemampuannya mengikat haemoglobin sehingga mengganggu absorbsi oksigen dalam darah. Nilai optimum nitrit pada wadah budidaya yaitu <0,1 mg/L (SNI, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian nilai total bakteri pada penambahan sumber karbon gandum dan tapioka mengalami peningkatan hingga akhir pemeliharaan. Nilai total bakteri dengan pendambahan sumber karbon gandum mengalami peningkatan yang cukup stabil yaitu, pada minggu pertama 5,1x1011 cfu/mL menjadi 5,4x1012 cfu/mL pada minggu kedua dan <300 koloni cfu/mL (TBUD) pada akhir pemeliharaan. Sedangkan nilai total bakteri dengan penambahan sumber karbon tapioka menghasilkan peningkatan yang cukup rendah dibandingkan dengan sumber karbon gandum dan molase yaitu, pegukuran pertama sebesar 1,2x1011 cfu/mL menjadi 1,6x1012cfu/mL pada pengukuran kedua dan 5,7x1012 cfu/mL pada akhir pemeliharaan. Menurut Michaud *et al*. (2006), bakteri bioflok juga dapat mengakumulasi komponen *poly-β-hydroxybutirate* (PHB) yang diduga berperan dalam pengontrolan bakteri patogen pada sistem akuakultur. Adanya kandungan PHB pada bioflok yang menjadi pakan udang pada perlakuan bioflok dianggap mampu meningkatkan sistem kekebalan tubuh sehingga udang lebih tahan terhadap gangguan yang terjadi selama pemeliharaan, baik dalam hal serangan patogen maupun penurunan kualitas air yang dapat menyebabkan kematian.

Bahan organik yang mengalami proses fermentasi mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari bahan asal. Hal ini disebabkan fermentasi menghasilkan enzim-enzim tertentu yang dapat menguraikan protein menjadi asam amino sehingga lebih mudah diserap oleh bakteri. Proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan energi, protein dan kandungan serat kasar. Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi dapat menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dan mensintesis protein yang merupakan proses pengkayaan protein bahan (Pamungkas *et al.*, 2017). Faktor yang mempengaruhi dalam peningkatan kandungan protein dalam hasil fermentasi yaitu meliputi jenis bahan organik yang digunakan, jenis bakteri yang digunakan sebagai fermentor serta lama waktu yang digunakan dalam proses fermentasi. Mikroba proteolitik seperti *Bacillus coagulans* mampu menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein. Perombakan protein diubah menjadi polipeptida, selanjutnya menjadi peptida sederhana, kemudian peptida ini akan dirombak menjadi asam-asam amino. Asam- asam amino ini yang akan dimanfaatkan oleh *B.coagulans* untuk memperbanyak diri. Jumlah koloni mikroba yang merupakan sumber protein sel tunggal menjadi meningkat selama proses fermentasi. Selama kegiatan pemeliharaan tidak dilakukan proses fermentasi, sehingga diduga *B.coagulans* pada wadah pemeliharaan tidak mampu memanfaatkan bahan organik secara optimal. Hal tersebut dapat dilihat pada performa udang vaname pada perlakuan A (tanpa bioflok) menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap perlakuan sumber karbon B (gandum), C (tapioka), dan D (molase).

Nilai volume flok dipengaruhi oleh pengadukan air media pemeliharaan. Volume flok dari semua perlakuan menunjukkan nilai yang cenderung meningkat sampai akhir masa pemeliharaan baik dengan penambahan sumber karbon maupun pada kontrol. Peningkatan volume flok tertinggi yaitu pada penambahan sumber karbon molase sebesar 2 mL/L menjadi 10 mL/L, selanjutnya diikuti oleh penambahan sumber karbon gandum yaitu 1,5 mL/L menjadi 6 mL/L, dan tapioka 1,5 mL/L menjadi 3 mL/L. Volume flok merupakan salah satu indikator terjadinya flokulasi pada media pemeliharaan. Volume flok yang terbentuk menunjukkan bahwa bakteri pada wadah pemeliharaan dapat memanfaatkan sumber karbon untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energi. Berdasarkan hasil penelitian, penambahan sumber karbon molase mampu meningkatkan nilai volume flok yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan sumber karbon gandum dan tapioka. Namun tingginya nilai volume flok pada sumber karbon molase mendekati batas maksimum yaitu 15% dari volume air. Tingginya nilai volume flok tersebut akan mengakibatkan nafsu makan udang menurun hingga mengalami kematian (Suprapto, 2014). Nilai volume flok pada penambahan sumber karbon gandum dan tapioka cenderung lebih rendah dari sumber karbon molase yaitu 6 mL/L pada perlakuan gandum dan 3 mL/L pada perlakuan tapioka. Flok yang terbentuk tersebut mampu dimanfaatkan udang sebagai pakan alami bagi udang vaname (Almuqaramah *et al*., 2018).

Hasil pengamatan kadar TSS dalam media pemeliharan udang vaname pada awal pemeliharaan yakni 178 mg/L pada perlakuan A (kontrol), B (gandum) 166 mg/L, C (tapioka) 170 mg/L, dan D (molase) 172 mg/L. Nilai TSS pada akhir pemeliharaan mengalami peningkatan yaitu pada perlakuan perlakuan A (kontrol) 270 mg/L, B (gandum) 274 mg/L, C (tapioka) 272 mg/L, dan D (molase) 276 mg/L. Peningkatan kandungan TSS ini disebabkan karena adanya konversi limbah N dari kegiatan budidaya udang vaname dengan penambahan C-organik dari gandum, molase dan tapioka menjadi mikroorganisme heterotrof yang selanjutnya membentuk flokulasi (bioflok). Menurut Effendi (2003), padatan tarsuspensi total tidak bersifat toksik bagi organisme air, tetapi tingginya nilai tersebut dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. TSS pada media air pemeliharaan udang vaname berkisar antara 50 sampai 300 mg/L sesuai dengan teknologi akuakultur berbasis bioflok dimana TSS yang dianjurkan berkisar 200 sampai 1000 mg/L (De Schryver *et al*., 2008)

Kualitas air mempunyai peranan penting sebagai pendukung kehidupan dan pertumbuhan udang vaname. Rendahnya kualitas air pada media pemeliharaan dapat mengakibatkan rendahnya tingkat pertumbuhan, sintasan, dan frekuensi *moulting*, serta peningkatan bakteri yang merugikan. Menurut Cholik dan Ahmad (1989), kualitas air terutama amonia merupakan penyebab yang secara tidak langsung dapat menurunkan sintasan. Nilai amonia pada perlakuan penambahan sumber karbon mengalami penurunan hingga akhir penelitian. Nilai amonia yang dihasilkan pada perlakuan sumber karbon gandum yaitu 0,09 mg/L menjadi 0,009 mg/L. Pelakuan tapioka dan molase menghasilkan nilai amonia 0,02 mg/L menjadi 0,009 mg/L. Perkembangan bakteri *B.coagulans* sebagai bakteri heterotrof pada wadah pemelihiaraan mampu mengurangi kelebihan amonia dan dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh bakteri tersebut. Menurut Hargreaves & Tucker (2004), bakteri heterotrof dapat mereduksi amonia menjadi bentuk yang tidak bersifat toksik bagi udang. Nilai amonia pada perlakuan kontrol (tanpa bioflok) mengalami peningkatan yaitu 0,02 mg/L menjadi 0,03 mg/L. Nilai amonia tersebut masih tergolong dalam kisaran aman bagi udang vaname. Konsentrasi amonia yang aman untuk udang *Penaeus* sp. adalah di bawah 0,1 mg/L (Liu, 1989). Menurut Samocha dan Lawrence (2004), kandungan amoniak untuk juvenil udang vaname berkisar antara 0,4–2,31 mg/L.

Hasil pengamatan oksigen terlarut pada penelitian berkisar 4,5-5,7 mg/L. Kadar oksigen ini sangat mendukung untuk terbentuknya bioflok pada media pemeliharaan dan berperan dalam penyedia oksigen bagi udang. Nilai suhu pada penelitian berkisar antara 26-28oC dan nilai pH yaitu berkisar antara 7,3-7,8 pada masing-masing perlakuan. Suhu yang rendah mempengaruhi metabolisme udang. Pada suhu rendah metabolisme udang menjadi lambat, apabila hal tersebut berlangsung lama akan menyebabkan nafsu makan udang menurun hingga menyebabkan kematian udang. Suprapto (2007) menyatakan temperatur dan kadar oksigen optimal untuk budidaya udang vaname berkisar 27°C-32°C dan kadar oksigen >3 mg/L dengan tolerasi oksigen terlarut 2 mg/L. Selain suhu terlihat bahwa terdapat variasi naik turunnya nilai pH pada masing-masing wadah pemeliharaan. Menurut Suprapto (2014), nilai pH yang rendah dapat menghambat proses terbentuknya bioflok. Pada kondisi pH mendekati netral dapat menyebabkan beberapa pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme lain dalam membentuk flok. Perubahan pH sehari-hari dapat mengakibatkan stres pada udang, sehingga mengakibatkan kematian. Gunarto (2012) menjelaskan bahwa pH 6,4 dapat menyebabkan laju pertumbuhan post larva udang akan menurun sebesar 60% dan sebaliknya nilai pH 9,0 - 9,5 akan menyebabkan peningkatan kadar amoniak sehingga secara tidak langsung membahayakan post larva udang. Derajat keasaman (pH) yang rendah akan menyebabkan keasaman meningkat, jika itu terjadi maka akan menyebabkan menurunnya kualitas air dan dapat mengakibatkan menurunnya nafsu makan suatu organisme.

Menurut Effendie (2002) kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan dapat mempengaruhi nilai biomassa udang. Menurut Schryver *et al*. (2008) bioflok merupakan teknologi yang digunakan untuk mengelola kualitas air media dengan mengubah limbah budidaya menjadi biomassa flok melalui pemanfaatan bakteri heterotrof dan penambahan karbon organik. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai biomassa udang vaname pada sistem bioflok dengan penambahan sumber karbon B (gandum) yaitu 256,8±23,6 g, C (Tapioka) 214,3±6,9 g, dan perlakuan D (molase) 202,4±4,3 g. Avnimelech *et al*. (2009) menyatakan bahwa penggunaan jenis sumber karbon yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda dimana komposisi flok bisa sangat berbeda tergantung pada substrat karbon yang digunakan untuk menumbuhkan flok.

Sumber karbon yang digunakan pada pemeliharaan udang vaname berupa sumber karbon komplek (polisakarida) dan sederhana (monosakarida). Polisakarida yang digunakan berupa tepung gandum dan tapioka. Komponen terbanyak dalam tepung gandum dan tapioka adalah pati. Molase merupakan sumber karbon sederhana (monosakarida) yang terdiri dari fruktosa, glukosa, sukrosa dan sedikit pati. Glukosa merupakan monosakarida yang dapat dimanfaatkan bakteri heterotrof seperti *B. coagulans* sebagai sumber energi dan pembentukan sel-sel bakteri, sehingga pertumbuhan dan populasi bakteri heterotrof meningkat dan mampu membentuk flok di perairan. Sehingga, sumber karbon komplek seperti gandum dan tapioka membutuhkan waktu untuk memecah komponen pati menjadi glukosa.

Menurut Budiman (2009), glukosa juga dapat dihasilkan melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida, baik dengan asam maupun dengan enzim. Hidrolisis pati terjadi antara suatu reaktan pati dengan reaktan air. Reaksi yang terjadi pada hidrolisis pati adalah sebagai berikut (Yuniwati*et al*., 2011):

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa penambahan sumber karbon (B) gandum menghasilkan nilai biomassa yang berbeda nyata dengan penambahan sumber karbon (C) tapioka dan (D) molase. Nilai biomassa tertinggi pada pemeliharaan udang vaname yaitu pada penambahan sumber karbon berupa gandum, menghasilkan nilai biomassa sebesar 256,8±23,6 g dan nilai biomassa terendah yaitu pada penambahan sumber karbon molase sebesar 202,4±4,3 g selama 35 hari pemeliharaan. Menurut Suryani *et al.* (2011), tepung terigu atau gandum termasuk dalam karbohidrat yang komplek, 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 substrat bakteri. Pada saat yang tepat, bakteri heterotrof akan mensintesa α-amilase, β-amilase, dan R-enzim semuanya secara bersama-sama bertugas memutus ikatan-ikatan rantai pati menjadi molekul-molekul glukosa bebas (Kirk and Othmer, 1954). Glukosa yang dihasilkan akan digunakan sebagai sumber energi dan pembentukan sel bagi bakteri *B.coagulans*, sehingga bakteri heterotfor seperti *B.coagulans* akan membentuk flok yang akan dimanfaatkan oleh udang vaname sebagai pakan alami dalam meningkatkan biomassa udang.

Penambahan sumber karbon molase pada pemeliharaan udang vaname menghasilkan nilai TPC dan volume flok tertinggi dibandingkan dengan penambahan sumber karbon gandum dan tapioka. Flok yang terbentuk akan dimanfaatkan udang sebagai subtitusi pakan tambahan untuk peningkatan biomassa udang. Namun berdasarkan hasil penelitian, nilai biomassa udang vaname dengan penambahan sumber karbon molase menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan sumber karbon gandum dan tapioka. Menurut Suryani*et al.* (2011) karbohidrat sederhana (molase) akan lebih cepat diasimilasi oleh bakteri namum dapat menyabebkan flok yang ada di perairan tersebut mudah mati. Selain itu, Suprato (2014) menjelaskan bahwa volume flok untuk budidaya udang yang menerapkan sistem bioflok maksimal 150 mL/L atau 15% dari volume air, apabila melebihi maka udang akan kelihatan tidak lincah dan lemah, serta napsu makan menurun. Volume flok yang dihasilkan pada penambahan sumer karbon molase mendekati 15% dari volume air pemeliharaan. Dengan demikian tingginya nilai TPC dan volume flok yang terbentuk pada perlakuan sumber karbon molase tidak mampu dimanfaatkan udang vaname secara optimum sebagai subtitusi pakan tambahan untuk peningkatan biomassa.

Kajian produktifitas udang vaname dapat terlihat dari nilai konversi pakan yang diperoleh selama pemeliharaan. Nilai konversi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR) menggambarkan efektifitas pakan yang dikonsumsi oleh udang. Penggunaan sumber karbon gandum berpengaruh nyata dengan perlakuan sumber karbon tapioka dan molase terhadap nilai FCR dan efisiensi pemanfaatan pakan udang vaname. Perlakuan sumber karbon B (gandum) menghasilkan nilai FCR terendah yaitu 1,340±0,1, diikuti dengan perlakuan A (kontrol) yaitu 1,577±0,2, perlakuan sumber karbon C (tapioka) yaitu 1,647±0,05, dan nilai FCR tertinggi yaitu pada perlakuan sumber karbon D (molase) dengan nilai 1,778±0,05. Semakin kecil nilai FCR berarti pakan semakin berkualitas, hal ini menunjukkan bahwa jumlah pakan yang dikonsumsi lebih besar dari pada jumlah pakan yang tersisa.

Burford *et al*. (2004) menyatakan bahwa hingga 29% dari asupan pakan harian *Litopenaeus vannamei* berasal dari bakteri alga/bakteri flok yang berasal dari sistem budidaya heterotrof. Biomassa bakteri heterotrof dapat membentuk agregat (flok) bersama dengan mikroba lain, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya (De Schryver *et al.,*2008). Volume flok tertinggi yaitu pada perlakuan sumber karbon molase sebesar 10 mL/L, namun tingginya volume tersebut mendekati nilai maksimum yaitu 15% dari volume wadah pemeliharaan. Volume vlok yang tinggi akan mempengaruhi nafsu makan dan kesehatan udang, sehingga pakan yang diberikan tidak mampu dimanfaatkan dalam pembentukan biomassa dan menyebabkan peningkatan pada nilai FCR. Nilai volume flok pada perlakuan gandum lebih besar dari pada perlakuan tapioka yaitu 6 mL/L pada perlakuan gandum dan 3 mL/L pada perlakuan tapioka. Flok yang terbentuk pada wadah pemeliharaan tersebut mampu dimanfaatkan udang sebagai pakan tambahan, sehingga akan berpengaruh pada menurunnya nilai FCR. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian Apriani (2016) yang menyatakan bahwa pemberian sumber karbon berbeda pada media bioflok mampu menekan nilai konversi pakan benih ikan patin. Hal ini karena bioflok tersusun dari kumpulan mikroorganisme seperti perifiton, fitoplankton, mikroba, dan protozoa yang dapat dijadikan sebagai sumber makanan cadangan (Avnimelech 2007).

Nilai efisensi pemanfaatan pakan tertinggi pada penelitian ini yaitu pada perlakuan penambahan sumber karbon B (gandum) sebesar 74,9580±7,3%, diikuti dengan perlakuan A (kontrol) yaitu 65,020±12,8%, perlakuan sumber karbon C (tapioka) yaitu 60,7790±2,1%, dan nilai efisiensi pemanfaatan pakan terendah yaitu pada perlakuan sumber karbon D (molase) dengan nilai 56,0750±1,6%. Widanarni *et al*. (2010) menyatakan bahwa efisiensi pakan pada perlakuan dengan aplikasi teknologi bioflok sedikit lebih tinggi karena adanya peningkatan biomassa bioflok sebagai sumber nutrisi atau makanan tambahan bagi kultivan budidaya. Menurut Haryono (2001), kualitas pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi pemanfaatan pakan. Pada perlakuan gandum menghasilkan nilai efisensi pemanfaatan yang paling baik. Pakan yang digunakan selama kegiatan penelitian merupakan pakan komersil dengan kandungan protein 32%. Pada perlakuan gandum terdapat pertumbuhan bakteri *B.coagulans* sebagai bakteri heterotrof pembentuk flok, sehingga flok yang dihasilkan mampu dimanfaatkan udang sebagai pakan tambahan.

Berdasarkan profil bioflok menunjukkan bahwa penambahan sumber karbon pada media pemeliharaan udang vaname mampu menyediakan pakan alami yang akan dimanfaatkan sebagai pakan tambahan. Selain itu penambahan sumber karbon mampu menumbuhkan berbagai macam bakteri pada air media pemeliharaan yang diduga akan berkompetisi dengan bakteri lainnya yang bersifat patogen pada udang (Azhar, 2013). Penggunaan sumber karbon gandum diduga mampu dimanfaatkan oleh bakteri *B.coagulans* sebagai sumber energi dan berperan dalam kontrol kualitas perairan. Semaikn baik nilai kualitas perairan dalam wadah pemeliharaan, maka akan menghasilkan nilai pemanfaatan pakan yang baik. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air, sumber karbon gandum menghasilkan kisaran nilai yang baik sehingga udang mampu memanfaatkan pakan yang diberikan secara optimal.

**KESIMPULAN**

Teknologi bioflok dengan sumber karbon gandum berpengaruh nyata dengan sumber karbon tapioka dan molase terhadap tingkat kelangsungan hidup, biomassa, dan konversi pakan udang vaname. Sumber karbon gandum menghasilkan performa produktivitas terbaik yaitu *feed conversion ratio* (1,340±0,1), efisiensi pemanfaatan pakan (74,9580±7,3%), *survival rate* (75,357±7,2%), dan biomassa (256,8±23,6 g). Pemberian sumber karbon berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak dan pertumbuhan spesifik udang vaname

**DAFTAR PUSTAKA**

Aiyushirota. 2009. Konsep Budidaya Udang Sistem Heterotroph dengan Bioflok. *Biotechnology Consulting and Trading*. Bandung, Jawa Barat.

Avnimelech, Y. 2006. Biofilters: The Need for An New Comprehensive Approach. Aquaculture Engineering. 34: 172-178.

Avnimelech, Y. 2007. Feeding with Microbial Flocs by Tilapia in Minimal Discharge Bio-flocs Technology Ponds. Aquaculture. 264: 140-147.

Avnimelech, Y. 2009. Biofloc technology. A practical guide book. Baton Rouge, Louisiana, Amerika Serikat: The World Aquaculture Society.

Avnimelech, Y. 2009. Biofloc technology. A practical guide book. The World Aquaculture Society. 182pp.

Avnimelech, Y., Kochba, M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretio by tilapia in biofloc tanks, using 15 N tracing. Aquaculture. 287(1): 163-168.

Avnimelech, Y. 2012. Biofloc technology- a practical guide book, 2nd ed. United States, The World Aquaculture Society. 272p.

Baker, H., S.H. Hutner, dan H. Sobotka. 1955. Estimation of Folk Acid with Thermophilic Bacillus. From Department of Chemistry, Mount Sinai Hospital, and Haskins Laboratories: 210–212.

Bestania, P. 2015. Efektvitas Penggunaan Beberapa Sumber Bakteri dalam Sistem Bioflok terhadap Keragaan Ikan Nila (Oreochromis niloticus). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Bossier, P., Verstraete, W. 1996. Triggers for Microbial Aggregation in Activated Sludge. Appl Microbial Biotechnol. 45: 1-6.

Boyd, C.E. 2005. Feed Efficiency Indicators for Responsible Aquaculture. Global Aquaculture Advocate. 8(6): 73-74.

Burford, M.A., Thompson, P.J., Mclntosh, R.P., Bauman, R.H., & Pearson, D.C. 2004. The Contribution of Flocculated Material to Shrimp (Litopenaeus vannamei) Nutrition In a High Intensity Zero Water Exchange System. Aquaculture. 235: 513-551.

de Schryver P., Crab, R. Detroit, T. Boon, N., Verstrate, W. 2008. The Basic of Bioflock Technology: The Added Value for Aquaculture. Aquaculture. 277: 125-137.

Effendie, H. 2003. Telaah Kualitas Air: bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Gramedia. Jakarta. 257 hal.

Endres, J. R., A. Clewell, K.A. Jade, T. Farber, J. Hauswirth, dan A.G. Schauss. 2009. Safety Assessment of a Proprietary Preparation of a Novel Probiotic, B. coagulans, as a food ingredient. Food and Chemical Toxicology. 47(6): 1231–1238.

Hardiningsih, R., R.N.R . Napitupulu, dan T. Yulinery. 2006. Isolasi dan uji resistensi beberapa isolat lactobacillus pada pH rendah. Biodiversitas. 7(1): 15-17.

Jenie, L.S.B., Rahayu P.W. 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Yogyakarta: Kanisius.

Maulina, N. 2009. Aplikasi Teknologi Bioflok dalam Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei Boone). Tesis. ITB. Bandung.

Ma’in, Anggoro, S., & Sasongko, S. B. 2013. Kajian Dampak Lingkungan Penerapan Teknologi Bioflok pada Kegiatan Budidaya Udang Vaname dengan Metode Life Cycle Assessment. Jurnal Ilmu Lingkungan. 11(2): 110-119.

Muqaramah, T. M. H. A. 2016. Pemberian Kadar Protein Pakan Terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dengan Teknologi Bioflok Pada Kegiatan Pendederan. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Muliani, Nurbaya dan Atmomarsono, M. 2010. Penggunaan Probiotik pada Pemeliharaan Udang Windu (Paneous mondon) dengan Dosis Pakan Yang Berbeda. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Sulawesi Selatan.

Napitupulu, ID. 2012. Stimulasi Pembentukan Agregat Bakteri pada Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dengan Teknologi Bioflok Melalui Peningkatan Kekuatan Ion. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 41 Hal.

Ogello, E.O., Musa, S.M., Aura, C.M., Abwao, J.O and Munguti, J.M. 2014. An Appraisal of the Feasibility of tilapia production in ponds using biofloc technology: A review. Open Access.. International Journal of Aquatic Science. Vol. 5, No. 1, 21-39. ISSN: 2008-8019.

Pantjara., B. Rahmansyah, 2010. Efisiensi Pakan Melalui Penambahan Molase pada Budidaya Udang Vaname Salinitas Rendah. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. 9 hal.

Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Jurnal Ilmu Lingkungan. 10(1): 38 – 48.

Quinn, G.A., A.P. Maloy, S. McClean, B.S. Carney, and J.W. Slater. 2012. Lipopeptide Biosurfactants from Paenibacillus polymyxa Inhibit Singleand Mixes Species Biofilms. Biofouling. 28(10): 1151 – 66.

Rachmawati, D., I. Samidjan. dan H.Setyono. 2015. Manajemen kualitas air media budiaya ikan lele Sangkuriang (Clarias gariepinus) dengan teknik probiotik pada kolam terpal di desa Voksi Rektosari, Kecamaan Suruh, Kabupaten Semarang. PENA Akuatika.Volume 12 No. 1.

Rostika, R dan Riani, H. 2012. Efek Pengurangan Pakan terhadap Pertumbuhan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) PL – 21 yang diberikan Bioflok. Jurnal Perikanan dan Kelautan Nomor 3. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Padjajaran Bandung. Halaman 1 – 5.

Rostro PC, Fuentes JA, Vergara MPH. 2012. Biofloc, A technical alternative for culturing Macrobrachium rosenbergii. Lab. of Native Crustacean Aquaculture, Tech. Institute of Boca del Rio.

Sahu, M.K., Swarnakumar, N.S., Sivakumar, K., Thangaradjou, T. And Kannan, L. 2008. Probiotics In Aquaculture : Importance and Future Perspectives. Indian J. Microbial. 48: 299-308.

Subagiyo., Sebastian M., Triyono dan Willis A.S. 2015. Pengaruh pH, Suhu Dan Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Asam Organik Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari Intestinum Udang Penaeid. Ilmu Kelautan. 20(4): 187-194.

Sukmawati., Ratna. & Fahrizal, A. 2018. Analisis Cemaran Mikroba pada Daging Ayam Broiler di Kota Makassar. Jurnal Scripta Biologica. 5(1): 68-71.

Sukmawati. 2018b. Isolasi Bakteri Selulolitik dari Limbah Kulit Pisang. The Journal of Tropical Biology. 2(1): 46–52.

Supono. 2017. Teknologi Produksi Udang. Plantaxia. Yogyakarta

Suprapto. 2014. Pentingnya Pemahaman Terhadap Teknologi Bioflok. Pusat Pelatihan Mandiri Kelautan dan Perikanan FARM 165. Depok. Jawa Barat.

Suryaningrum, F.M. 2012. Aplikasi Teknologi Bioflok pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus). Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Terbuka. Jakarta.

Suryanto, H dan Mangampa, M. 2010. Aplikasi Probiotik dengan Konsentrasi Berbeda pada Pemeliharaan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. 9 hal.

Tacon, A.G.J., J.J. Cody, L.D. Conquest, S. Divakaran, I.P. Forster, and O.E. Decamp. 2002. Effect of Culture System on The Nutrition and Growth Performance of Pacific White Shrimp Litopenaeus vannamei (boone) feed Different Diets. Aquaculture Nutrition. 8(2): 121 – 137.

Usman dan Pantjara, B. 2012. Aplikasi Bioflok Padat Sebagai Alternatif Pakan pada Pendederan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei). Prosidin Indoaqua - Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. 8 hal.

Widiyaningsih, E.N. 2011. Peran Probiotik Untuk Kesehatan. Jurnal Kesehatan. 4(1): 14-20.

Yustianti., M.N. Ibrahim, dan Ruslaini. 2013. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Udang vaname (Litopenaeus vannamei) melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Usus Ayam. Jurnal Mina Laut Indonesia. 1(1):93–103.

Zhou, X., Y. Wang, and W. Li. 2009. Effect of Probiotic on Larvae Shrimp (Penaeus vannamei) Based on Water Quality, Survival Rate and Digestive Enzyme Activities. Aquaculture: 287(3-4) : 349-353