

Utilization of Bioflok on Vaname Shrimp (*litopenaeus vannamei*) Cultivation

Sudirto Malan¹ & M. Abjan Fabanjo^{2*}

¹ Program Studi Budiaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

² Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

Article History

Received : December 19th, 2021

Revised : December 30th, 2021

Accepted : January 19th, 2022

Published : January 25th, 2022

*Corresponding Author:

M. Abjan Fabanjo

Program Studi Manajemen
Sumberdaya Perairan Fakultas
Perikanan dan Kelautan
Universitas Khairun Ternate.

Email:

dhani.haliyora@gmail.com

Abstract: Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation is a promising business. Bioflok technology is an alternative to solve the problem of intensive aquaculture waste. Bioflok technology is able to provide additional protein feed for cultivated animals so that it can increase growth, besides that this technology is also effective in reducing inorganic nitrogen waste from leftover feed and manure. The purpose of this study was to determine the effect of different doses of bioflok on the growth rate of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and the effect of different doses of bioflok on the survival of Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The method used is the experimental method. Experiments carried out in this study were to determine the effect of bioflok with different doses on the growth rate of white shrimp. The study design was a completely randomized design with four treatments and three replications, treatment A (commercial feeding without the addition of bioflok), treatment B (giving commercial feed with the addition of 15 mL of bioflok) C (feeding commercially with the addition of 20 mL of bioflok.) and D (addition of 20 mL of bioflok without commercial feeding). Vaname shrimp seed stocking density for each treatment amounted to 15 fish/container. The application of bioflok had a significant effect on the growth rate of daily specific average weight and the increase in length of Vaname shrimp seeds ($p < 0.05$). The highest growth rates in weight and length were obtained in treatment B (commercial feeding with the addition of 10 mL of bioflok) of $0.55 \pm 0.02\%$ /day and 3.7 ± 0.01 cm, respectively. The addition of bioflok did not show any significant effect on the survival rate of Vaname shrimp fry ($p > 0.05$).

Keywords : vaname (*Litopenaeus vannamei*) system Bioflok

Pendahuluan

Untuk meningkatkan pertumbuhan budidaya Udang Vaname (*litopenaeus vannamei*) sebagai bisnis yang menjanjikan, maka salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menyediakan teknologi bioflok sabagai salah satu alternative dalam memecahkan persoalan limbah budidaya secara intensif, dimana teknologi bioflok ini dalam menyediakan pakan tambahan dengan kandungan protein bagi organisme budidaya sehingga merangsang pertumbuhan udang vaname, disisi lain teknologi ini dpat menurunkan kandungan limbah nitrogen anorganik dari limbah sisa pakan dan kotoran orgaisme yang dibudidaya (Avnimelech, 2009).

Pada budidaya udang secara intensif, penggunaan pakan komersial untuk memenuhi

kebutuhan nutrien dalam pertumbuhan udang merupakan salah satu permasalahan yang sampai saat ini sering dikeluhkan pembudidaya. Selain penggunaannya cukup tinggi juga harga pakan yang cukup mahal sehingga meningkatkan biaya operasional. Pemberian pakan yang berlebihan berdampak pada menurunnya kualitas air di tambak. Menurut Wilson (2000), kandungan protein yang tinggi pada pakan diperlukan untuk sumber energi utama dan pertumbuhan udang. Sementara itu, pemberian pakan pada udang tidak seluruhnya dimanfaatkan udang, karena hanya sekitar 30%-50% yang digunakan dalam metabolisme tubuh, sisanya menumpuk di dasar tambak menjadi limbah yang bersama buangan metabolit udang menjadi masalah karena protein dari pakan yang terlarut secara tidak langsung dapat menurunkan kualitas air terutama

tingginya konsentrasi amonia. Burford et al. (2003) dan Schneider et al. (2005) melaporkan bahwa amonia meningkat karena terjadi transformasi nitrogen dari limbah pakan dan metabolit pada proses amonifikasi oleh mikroba pengurai bahan organik. Di tambak, kandungan amonia yang melebihi ambang batas ($>0,1 \text{ mgL}^{-1}$) dalam waktu tertentu dapat mematikan udang budidaya.

Salah satu upaya mengurangi konsentrasi amonia di tambak adalah menumbuhkan bakteri heterotrop dengan menambahkan C-organik tersedia (Burford et al., 2004; Schneider et al., 2005). Penambahan C-organik dengan molase pada tambak udang intensif dapat menjaga keseimbangan karbon dan nitrogen dan proses perombakan amonia oleh bakteri lebih cepat. Menurut Burford *et.al.* (2003), bakteri heterotrof dapat memanfaatkan amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) terutama merombak protein dan deaminasi asam amino. Kepadatan bakteri heterotrof yang cukup tinggi bersama organisme lainnya seperti plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda, partikel, koloid, polimer organik, dan kation akan membentuk flok yang saling berintegrasi dalam air untuk tetap bertahan dari segala perubahan kualitas air (Jorand *et.al.*, 1995; De Schryver *et.al.*, 2008). Bioflok adalah sebuah teknologi alternatif untuk budidaya udang yang sedang populer saat ini. Teknik ini mencoba untuk mentreatment limbah budidaya secara langsung di dalam petak budidaya dengan mempertahankan kecukupan oksigen, mikroorganisme, dan rasio C/N dalam tingkat tertentu (Avnimelech, 2009). Keberhasilan teknik bioflok telah diklaim di beberapa tempat, seperti Israel (dengan komoditas Tilapia), Indonesia (vannamei), Belize, Amerika Tengah (vanname), dan Australia (Windu). Penggunaan teknik ini di Indonesia pada budidaya Vannamei mampu menurunkan FCR sebesar 20%, dan menghasilkan 50 ton udang/ha dengan panen bertahap. (Avnimelech, 2009).

Budidaya udang vaname intensif sistem bioflok merupakan satu di antara beberapa upaya untuk efisiensi biaya produksi, karena bioflok dapat dimanfaatkan sebagai substitusi pakan bagi udang vaname yang dibudidayakan, adapun tujuan yang ingin dicapai adalah : 1). Mengetahui pengaruh dosis bioflok yang berbeda terhadap laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan 2). Mengetahui pengaruh dosis bioflok yang berbeda terhadap kelangsungan hidup budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Mei 2021 di Laboratorium Basah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun Kota Ternate Maluku Utara.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, Air Payau, Dolmit, Calcium/Kapur, Molase, Probiotik cair EM4 yang mengandung Bakteri Bacillus sp, Benur udang vaname, Pakan Komersial, Ember bulat, 1 unit aerator ACO 003 (lengkap selang + airstone), Thermometer, Moisture halogen, Ph meter, Buku juknis merakit kolam & budidaya Udang Vaname sistem bioflok, Konsultasi gratis budidaya/group WA budidaya udang vaname.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh bioflok dengan dosis yang berbeda terhadap Laju pertumbuhan udang vaname.

Prosedur Pengambilan Data

Metode penelitian berupa rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, perlakuan A (pemberian pakan komersil tanpa penambahan bioflok), perlakuan B (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 15 mL) C (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 20 mL) dan D (penambahan bioflok sebanyak 20 mL tanpa pemberian pakan komersil). Padat tebar benih udang windu untuk setiap perlakuan berjumlah 15 ekor/wadah (Zulfahmi, 2017). Sistem pemberian pakan dilakukan secara selingan (selang seling). Jumlah pakan komersil yang diberikan adalah 5% dari biomasa biota uji. Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak dua kali sehari (Febrina et al., 2016), pakan komersil diberikan setiap pagi dan sore hari pukul 08.00 WIT dan 18.00 WIT, sedangkan pemberian pakan flok hanya dilakukan pada pagi hari. Masa pemeliharaan berdurasi 30 hari tanpa pergantian air pada setiap perlakuannya.

Pengukuran parameter fisik-kimiawi air pada media pemeliharaan dilakukan secara in situ dan ex situ setiap sepuluh hari sekali meliputi suhu, oksigen terlarut, pH. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer,

sementara kandungan oksigen terlarut diukur dengan menggunakan dissolved oxygen meter, pH diukur dengan menggunakan pH meter.

Aktivitas kegiatan penelitian ini dimulai dengan mempersiapkan sarana – prasarana atau wadah yang berbentuk bulat dengan kapasitas 28 liter air, kemudian dibersihkan dengan menggunakan kaporit sebanyak 150 mg/L dengan tujuan untuk membersihkan virus dan penyakit, Wadah ini juga di lengkapi dengan alat aerasi yang terlebih dahulu dibersihkan dan dikeringkan. Penggunaan alat aerasi ini dengan tujuan untuk mempertahankan konsentrasi kandungan oksigen terlarut dalam wadah tersebut. Tahe dan Makmur (2016) juga menggunakan kaporit dan aerasi dalam persiapan awal untuk kegiatan penebaran benih udang.

Sarana prasarana kultur flok dan pemeliharaan udang vaname yang digunakan sebagai wadah penelitian adalah akuarium dengan ukuran 50x30x40 cm sebanyak 12 unit dengan kapasitas volume air sebanyak 10 L, yang sebelumnya telah dibersihkan agar terhindar dari virus dan penyakit, yang kemudian dilengkapi dengan alat aerasi guna mempertahankan konsentrasi kandungan oksigen terlarut pada wadah penelitian yang diberi air payau dengan kisaran salinitas 15 – 30 ppt (SNI 01-6144-2006)

Jumlah sampel uji coba udang vaname berjumlah 500 ekor dengan ukuran benih yaitu post larve (PL) seperti yang dilakukan oleh Zulfahmi (2017) dalam penelitian pengaruh padat tebar benih pada media bioflok. Sementara Arafani et.al (2016) menambahkan bahwa sebelum aktivitas tebar benih pada media perlakuan, terlebih dahulu benih di aklimatisasi selama 7 (tujuh) hari dengan memberikan beberapa pakan komersial gold coin dimana kandungan proteinnya 34%, lemak 12% serat 4%, abu 12% dan kadar air 6%, yang diberikan dua kali secara ad libitum. Benih yang sehat dicirikan dengan tubuh yang lengkap, warna yang cerah dan pola berenang yang teratur.

Proses produksi komponen bioflok dipercepat dengan menambahkan komponen probiotik cair EM4 yang didalamnya terkandung bakteri *Bacillus sp* yang berperan sebagai bakteri inoculum, pembentuk flok sebanyak 5 mg/L kedalam media. Kandungan molase (kandungan C= 50%) dan pupuk Zwavelzure Ammoniak (ZA) (N= 21%) ditambahkan setiap hari ke dalam wadah dengan rasio C:N= 20:1. Kapur koptan atau dolomit sebanyak 1 mg/L akan ditambahkan apabila terjadi fluktuasi pH yang

tinggi. Setelah flok terbentuk, guna mempertahankan rasio C:N pada rasio 20:1, dilakukan penambahan molase dan pupuk ZA secara teratur. Proses dan mekanisme tersebut sesuai dengan penelitian Gunarto & Suwoyo, H. S. (2011) dalam kajian Produksi bioflok dan nilai nutrisinya dalam skala laboratorium.

Analisi Data

Data yang diperoleh dilakukan analisa statistik diskriptif dengan menggunakan analisis keragaman dengan uji F. (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang dipergunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Analisis statistik yang digunakan untuk membandingkan laju pertumbuhan rata rata spesifik harian (SGR), penambahan panjang mutlak dan kelangsungan hidup (SR) antar perlakuan adalah ANOVA (Analisis of Varians) satu arah dengan selang kepercayaan 95%. Jika dari hasil sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut berupa uji beda nyata terkecil (BNT) untuk membandingkan nilai antara perlakuan dengan respon yang terjadi dengan taraf kepercayaan 5% dan 1%. Selain itu untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi digunakan analisis regresi yang memberikan keragaman mengenai kecenderungan pengaruh perlakuan terhadap respon yang diukur.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan bioflok dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan berat rata rata spesifik harian benih udang vaname ($p < 0,05$). serta penambahan bioflok dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata terhadap penambahan panjang benih udang vaname ($p < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa Laju pertumbuhan berat rata-rata spesifik harian dan penambahan panjang tertinggi didapat pada perlakuan B (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 10 mL). Kemudian perlakuan C (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 15 mL), dan perlakuan A (pemberian pakan komersil tanpa penambahan bioflok) Sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan D (penambahan 15 mL flok tanpa tambahan pakan komersil).

Perbedaan laju Pertumbuhan berat rata rata spesifik harian dan pertambahan perbedaan laju pertumbuhan berat rata-rata spesifik harian dan pertambahan panjang tertinggi tersebut diduga karena adanya suplai pakan tambahan dari flok yang ada dalam wadah pemeliharaan. Adanya tambahan pakan alami pada media, berasal dari asimilasi nitrogen dan carbon anorganik menjadi protein mikroba bakteri heterotrof yang telah ditambahkan kedalam media pemeliharaan (De

Schryver *et al.*, 2008). Menurut Crab *et al.*, (2007) bahwa komunitas bakteri yang terakumulasi didalam sistem akuakultur hetrotofik akan membentuk flok (*gumpalan*) yang bermanfaat sebagai sumber pakan tambahan untuk biota budidaya. Bioflok mengandung protein yang cukup tinggi dan baik untuk pertumbuhan udang vaname (Bolliet *et al.*, 2002 dan Cuzon *et al* 2004).

Tabel 1. Perlakuan dan Laju pertumbuhan dan kelangsungan Hidup Udang Vaname

Perlakuan	Variabel		
	Laju pertumbuhan berat rata rata pesifik harian (%/hari)	Pertambahan panjang mutlak (cm)	Kelangsungan hidup (%)
A	0,38 ±0,03 a	3,03 ± 0,11 a	77,76 ± 2,82a
B	0,55 ±0,02 b	3,70 ± 0,1b	91,06 ± 1,41a
C	0,35 ±0,05 a	2,93 ± 0,14a	73,3 ± 2,82a
D	0,28 ±0,03 a	2,53 ± 0,05ab	66,6 ± 3,53a

Dari hasil analisa sidik ragam yang tergambar pada tabel 1 diatas menunjukkan bahwa penambahan bioflok dengan dosis yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup benih udang vaname ($p>0,05$). Ini menunjukkan reksi positif dari benih udang vaname terhadap flok dan pakan. Tingkat kelangsungan hidup tertinggi benih udang vaname terdapat pada perlakuan B (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 10 mL) Kemudian A (pemberian pakan komersil tanpa penambahan bioflok), Kemudian C (pemberian pakan komersil dengan penambah-an bioflok sebanyak 15 mL) dan yang terendah terdapat pada perlakuan D (penambahan bioflok sebanyak 15 mL tanpa pemberian pakan komersil). Menurut Rangka

dan Gunarto (2012) menyatakan bahwa pemberian flok tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan kisaran tingkat kelangsungan hidup berada pada rentang 66-92%.

Parameter Kualitas Air (parameter Fisika Kimia)

Parameter fisika kimiawi air pada setiap perlakuan selama penelitian merupakan faktor penting untuk meningkatkan produktifitas flok dalam media. Nilai kisaran parameter fisika kimiawi air yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut selama penelitian masih berada pada kisaran baik untuk mendukung pertumbuhan flok lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kisaran nilai parameter fisik kimiawi air selama masa pemeliharaan benih udang vaname pada setiap perlakuan

Parameter	Satuan	Pengamatan (rata rata/perlakuan)			
		A	B	C	D
Suhu	°C	26-31	27-31	26-31	27-31
pH	-	7,7-8,5	7,7-8,4	7,7-8,5	7,7-8,5
Oksingen terlarut	mg/L	5,2-5,6	5,2-5,6	5,2-5,6	5,2-5,6
Salinitas	ppt	15-25	15-26	15-26	15-25

A. Suhu Air

Suhu merupakan salah satu faktor abiotik penting yang mempengaruhi aktifitas, konsumsi oksigen, laju metabolisme, salinitas dan pertumbuhan organisme akuatik (Boeuf dan Payan, 2001). Hasil pengukuran suhu selama penelitian, diperoleh kisaran 26-31 °C hal ini

menunjukkan bahwa suhu air berada pada kisaran normal yang dapat ditolerir oleh pos larva udang vaname. Komarawijaya (2006) menyatakan bahwa kisaran air pada pertumbuhan post larva udang vaname adalah berkisar 26-32 °C. Ari (2010), menambahkan bahwa kondisi suhu diatas 32 °C akan menyebabkan stres pada larva udang

vaname sehingga mengganggu pertumbuhan udang vaname itu sendiri.

B. pH Air

Kisaran pH. Air selama penelitian berkisar 7,7-8,5. Nilai yang diperoleh tergolong baik dan masih dalam batas toleransi post larva udang vaname. Haliman dan Adijaya (2005) menyatakan pH merupakan parameter air untuk mengetahui derajat keasaman. Air media memiliki pH ideal antara 7,5-8,5. Hal ini didukung oleh pernyataan Boyd (1990), bahwa pH perairan yang sesuai untuk post larva udang vaname berkisar antara 6,5-9,0. Kisaran pH tersebut layak bagi kegiatan pembenihan post larva udang vaname.

C. Oksigen Terlarut

Kandungan oksigen terlarut selama penelitian berada pada kisaran 5,2-5,6 mg/L. Kisaran ini masih kategori baik dalam pembenihan udang vaname. Menuru (Haliman dan Adijaya., 2005) bahwa kadar oksigen terlarut yang baik untuk budidaya udang Vaname berkisar antara 4-6 ppm. Kadar oksigen terlarut pada media pemeliharaan harus selalu terpenuhi disebabkan bioflok terbentuk pada kondisi aerob. (Ma'in et al., 2013). Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter penting yang harus diperhatikan dalam media pemeliharaan udang vaname yang menggunakan sistem bioflok. Aerasi digunakan untuk menjaga agar nilai oksigen terlarut tetap berada pada kisaran optimum. Menurut (Hargreaves., 2013) menyatakan bahwa dalam sistem bioflok, aerasi juga dibutuhkan guna proses pengadukan air dan mencegah terjadinya pengendapan bioflok, sisa pakan dan feses ikan yang dapat berakibat pada meningkatnya amoniak dalam media pemeliharaan ikut di pengaruhi oleh nilai pH (Ebeling et al., 2006)

D. Salinitas

Kandungan salinitas selama penelitian nilainya berkisar antara 15-26 ppt. Ini menunjukkan bahwa salinitas selama penelitian berada pada kisaran normal. Menurut (Van wyk et al., 1999) mengatakan bahwa udang Vaname dapat hidup pada kisaran salinitas 05-35 ppt. Pengaruh salinitas sangat berkaitan dengan kemampuan fisiologis udang untuk osmoregulasi yaitu kemampuan untuk menjaga keseimbangan garam dan air. Peningkatan salinitas media akan

meningkatkan osmolaritas hemolymph vaname (Buckle et al., 2006).

Kesimpulan

Pemberian bioflok berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan berat rata-rata spesifik harian dan pertambahan panjang benih benih udang vaname ($p < 0,05$). Laju pertumbuhan berat dan panjang tertinggi didapat pada perlakuan B (pemberian pakan komersil dengan penambahan bioflok sebanyak 10 mL) masing masing sebesar $0,55 \pm 0,02\%$ /hari dan $3,7 \pm 0,01$ cm. Penambahan bioflok tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup benih udang vaname ($p > 0,05$).

Referensi

- Arafani, L., Ghazali, M., & Ali, M. (2016). Pelacakan virus bercak putih pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Lombok dengan Real-Time Polymerase Chain Reaction. *Jurnal Veteriner*, 17(1), 88-95.
- Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc technology. A practical guide book*. Baton Rouge, Louisiana, Amerika Serikat: The World Aquaculture Society.
- Avnimelech, Y., & Kochba, M. (2009). Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using 15 N tracing. *Aquaculture*, 287(1), 163-168.
- Buckle, L., Baron F.B., & Hernandez M. (2006). Osmoregulatory capacity of the shrimp *Litopenaeus vannamei* at different temperatures and salinities, and optimal culture environment. *Rev. Bioi. Trop. (Int. J Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*, 54 (3):745-753.
- Burford, M. A., Thompson, P. J., McIntosh, R. P., Bauman, R. H., & Pearson, D. C., (2004). The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(1), 525-537.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt T, Bossier, P., & Verstraete, W. (2007). Nitrogen removal techniques in aquaculture for sustainable production. *Aquaculture*, 270(4), 1-14.

- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2008). The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3), 125-137.
- Ebeling, J. M., Timmons, M. B., & Bisogni, J. J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1), 346-358.
- Gunarto & Suwoyo, H. S. (2011). Produksi bioflok dan nilai nutrisinya dalam skala laboratorium. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1009-1018.
- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production system for aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center: Publication factual sheet No: 4503. 12 pp.
- Husain, N., Putri, B., & Supono. (2014). Perbandingan karbon dan nitrogen pada sistem bioflok terhadap pertumbuhan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1), 343-350.
- Kuhn, D. D., Boardman, G. D., Lawrence, A.L, Marsh, L., & Flick, G. J. (2009). Microbial floc meal as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. *Aquaculture*, 296, 51-57.
- 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.
- Stickney, R. R. (2005). (Aquaculture: An Introductory Text. Massachusetts: CABI Publication. 265 pp.
- Tahe, S., & Makmur. (2016). Pengaruh padat penebaran terhadap produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) superintensif skala kecil. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 303-310.
- Van Wyk P., Megan D.H, Rolland L., evan L., Joe M., & John S. 1999. Farming marine shrimp in
- Zulfahmi, I. (2017). Pengaruh padat tebar berbeda terhadap pertumbuhan benih udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) yang dipelihara pada media bioflok. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 62-66.