

**PERFORMA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)  
YANG DIPELIHARA DENGAN *GREEN WATER* DAN *BROWN WATER*  
*BIOFLOC SYSTEM***

**(Skripsi)**

**OLEH**

**ZEVINNA KURNIA WIDYANTO**

**1714111026**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2021**

## ABSTRAK

### PERFORMA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei*, (Boone, 1931) YANG DIPELIHARA DENGAN *GREEN WATER* DAN *BROWN WATER BIOFLOC SYSTEM*

Oleh

ZEVINNA KURNIA WIDYANTO

Teknologi *biofloc* merupakan salah satu solusi dalam meningkatkan produktivitas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Dalam penerapannya, terdapat dua sistem dalam aplikasi *biofloc* yaitu *green water system* (di luar ruangan dan terkena matahari) dan *brown water system* (di dalam ruangan dan tidak terkena matahari). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara *green water system* dan *brown water system biofloc* terhadap performa dan produktivitas budidaya udang vaname pada skala laboratorium. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2021 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan percobaan terdiri dari 3 perlakuan yaitu masing-masing 3 ulangan. Setiap ulangan ditebar 70 benur (PL-10) per akuarium dengan ukuran 0,8-1 cm. Udang dipelihara selama 30 hari. *Sampling* dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan dengan menimbang berat tubuh benur. Parameter yang diamati yaitu pertumbuhan berat mutlak, *Specific Growth Rate* (SGR), *Feed Conversion Ratio* (FCR), dan kelangsungan hidup (SR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *green water system* secara signifikan ( $P < 0,05$ ) menghasilkan nilai pertumbuhan berat mutlak, pertumbuhan spesifik, dan rasio konversi pakan udang vaname yaitu  $0,30 \pm 0,01$  g,  $15,56 \pm 0,72\%$ /hari, dan  $0,61 \pm 0,03$  secara berturut-turut. Penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh pembudidaya untuk menerapkan *green water system*.

**Kata kunci :** *Biofloc, brown water system, green water system, vanamei*

## ABSTRACT

### THE PERFORMANCE OF VANAME SHRIMP, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) MAINTAINED WITH GREEN WATER AND BROWN WATER BIOFLOC SYSTEM

By

ZEVINNA KURNIA WIDYANTO

*Biofloc technology is one solution in increasing the productivity of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*). In its application, there are two systems in biofloc applications, namely green water system (outdoors and exposed to the sun) and brown water system (indoors and not exposed to the sun). This study aimed to compare the green water system and brown water system biofloc to the performance and productivity of vaname shrimp cultivation on a laboratory scale. This research was conducted in March-April 2021 at the Aquaculture Laboratory, Faculty of Agriculture, Lampung University. The experimental design consisted of 3 treatments, each of which is 3 repeats. Each repeat are stocked 70 vaname seeds (PL-10) by aquarium with a size of 0.8-1 cm. Shrimp were kept for 30 days. Sampling was carried out at the beginning and end of maintenance by weighing the body weight of the fry. Parameters observed were absolute weight growth, specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), and survival rate (SR). The results showed that the treatment of green water system was significantly ( $P < 0.05$ ) obtained weight growth, specific growth, and conversion rates of vaname shrimp feed of  $0.30 \pm 0.01$ g,  $15.56 \pm 0.72\%$ /day, and  $0.61 \pm 0.03$  consecutively. This research could be used as a reference by cultivators to apply green water system.*

**Keywords :** *Biofloc, brown water system, green water system, vanamei*

**PERFORMA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)  
YANG DIPELIHARA DENGAN *GREEN WATER* DAN *BROWN WATER*  
*BIOFLOC SYSTEM***

Oleh

**Zevinna Kurnia Widyanto**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

Judul Usul Penelitian : **PERFORMA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei*(BOONE, 1931) YANG DIPELIHARA DENGAN GREEN WATER DAN BROWN WATER BIOFLOC SYSTEM**

Nama Mahasiswa : **Zevinna Kurnia Widyanto**

NPM : 1714111026

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

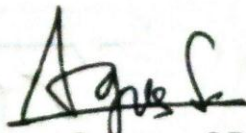
Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



**Dr. Supono, S.Pi., M.Si**  
NIP. 197010022005011002



**Dr. Agus Setvawan, S.Pi., M.P.**  
NIP. 198408052009121003

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

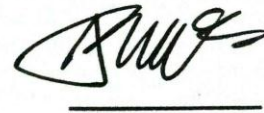


**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si**  
NIP. 1970081519990310

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Supono, S.Pi., M.Si**

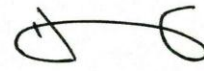


Sekretaris : **Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 196710201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 September 2021**



## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis, skripsi/laporan akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/Ahli Madya) baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 08 November 2021

..... membuat Pernyataan,



**Levina Kurnia Widyanto**

NPM. 1714111026

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Mataram Baru Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 21 Oktober 1999 dari Ayah bernama Hudiyanto dan Ibu bernama Ida Azizah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis mulai menempuh jenjang pendidikan SD Negeri 1 Teluk Dalem, Mataram Baru, Lampung Timur (2005-2011), dilanjutkan ke SMP Negeri 1 Way Jepara, Way Jepara, Lampung Timur (2011-2014), dan SMA Negeri 1 Labuhan Ratu, Labuhan Ratu, Lampung Timur (2014-2017). Penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti kegiatan yang berhubungan dengan bidang budidaya perairan. Pada tahun 2019 penulis melakukan kegiatan magang di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor. Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Ikhtologi dan Teknologi Hasil Perikanan. Tahun 2020 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Periode I selama 40 hari di Atar Kuwau, Kecamatan Batu Ketulis, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Pada tahun yang sama di bulan Juli-Agustus, penulis melakukan Praktik Umum (PU) di UPT Laboratorium Terpadu Dan Sentra Inovasi Teknologi, Universitas Lampung selama 40 hari dengan laporan akhir berjudul **“Penggunaan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) Dalam Analisis Kadar Logam Eceng Gondok pada Perairan di UPT Laboratorium Terpadu**



**Dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung”. Pada tahun 2021 penulis melakukan penelitian pada bulan Maret hingga April di Laboratorium Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan Judul “Performa Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*, (Boone, 1931) yang Dipelihara dengan *Green Water dan Brown Water Biofloc System***

## **PERSEMBAHAN**

**Atas berkat, rahmat dan hidayat serta ridho Allah SWT, saya persembahkan skripsi ini untuk:**

**Papa Hudyanto dan Mama Ida Azizah**

**Terima kasih untuk cinta, kasih sayang, doa, pengorbanan, dan dukungannya yang diberikan tanpa ada hentinya untuk anak bungsumu ini sehingga dapat menyelesaikan tanggung jawab perkuliahan dan mendapatkan gelar sarjana.**

**Mas Zolla Cahya Widyanto tercinta**

**Terima kasih untuk dukungan moril maupun materil serta motivasi yang selalu diberikan tanpa pamrih.**

**Kerabat dan teman-teman seperjuangan yang saling mendoakan, saling membantu dan selalu memberikan semangat.**

**Almamater tercinta, Universitas Lampung.**

## **MOTTO**

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu,  
dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk  
bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui”

**(Al-Baqarah: 216)**

“Kamu tidak harus menjadi hebat untuk memulai, tetapi kamu harus  
mulai untuk menjadi hebat”

**(Zig Ziglar)**

## SANWACANA

*Alhamdulillah* *rabbi'l' alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Tuhan yang Maha Esa atas rahmat, hidayah dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Performa Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*, (Boone, 1931) yang Dipelihara dengan *Green Water* dan *Brown Water Biofloc System*”. Shalawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW, yang telah memberikan petunjuk melalui Al-Qur’an dan Al-Hadist. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, arahan dan saran dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Dr. Supono, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Utama atas ilmu yang diberikan, waktu yang diluangkan, motivasi yang diberikan, juga kesabarannya dalam membimbing, mengarahkan dan memberikan saran selama penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
5. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P., selaku Pembimbing Kedua atas ilmu, bantuan, dukungan, arahan, kritik saran, motivasi dan waktu yang diberikan sehingga proses penyelesaian skripsi ini berjalan dengan baik;

6. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si., selaku Pembahas Ujian Skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu, nasihat, motivasi, arahan, kritik dan saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi;
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang sudah turut membantukelancaran selama penyusunan skripsi;
8. Papa Hudiyanto dan Mama Ida Azizah tercinta yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, doa, motivasi, pengorbanan, dan dukungan serta finansial yang diberikan tanpa ada hentinya untuk ketenangan, kebahagiaan keberhasilan penulis selama penyusunan skripsi;
9. Mas Zolla Cahya Widyanto saudara kandung tersayang yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta motivasi untuk penulis selama penyusunan skripsi;
10. Sahabat tercinta: Agung Paisal Tanjung, Titi Khusnul Khotimah, Inas Aufa Azmi, Anjar Khofifah, Nadia Asmara dan Purwa Septi yang menemani, mendengarkan keluh kesah, memberikan saran dan motivasi bagi penulis selama perkuliahan;
11. Mega Cania, partner penelitian tersayang yang telah bekerja sama dengan baik selama penelitian sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik;
12. Teman seperjuangan di Budidaya Perairan angkatan 2017, serta seluruh keluarga Flying Dutchman 2017 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan, dukungan dan kebersamaan serta persaudaraan selama 4 tahun perkuliahan;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini;
14. Almamater tercinta, Universitas Lampung;

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas semua kebaikan, pengorbanan dan ilmu yang telah diberikan dari semua pihak kepada penulis dan tercatat sebagai amal sholeh. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak sekali kekurangan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis Penelitian .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Tinjauan Umum Udang Vaname .....	9
2.1.1 Klasifikasi .....	9
2.1.2 Morfologi .....	9
2.1.3 Siklus Hidup.....	10
2.1.4 Habitat .....	11
2.2 Teknologi Biofloc .....	12
2.2.1 Prinsip Kerja Biofloc.....	13
2.2.2 Tipe-Tipe Biofloc.....	13
A. <i>Green Water System</i> .....	13
B. <i>Brown Water System</i> .....	14
2.2.3 Sumber-Sumber <i>Biofloc</i> .....	14
A. Probiotik .....	14
B. Gula.....	15



<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	16
3.1 Waktu Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.3 Rancangan Penelitian .....	17
3.4 Prosedur Penelitian .....	18
3.4.1 Persiapan Wadah .....	18
3.4.2 Penyediaan Biofloc .....	18
3.4.3 Persiapan Hewan Uji.....	20
3.4.4 Pemeliharaan Udang Uji .....	20
3.4.5 <i>Total Vibrio Count</i> .....	20
A. Sterilisasi Alat .....	21
B. Pengambilan Sampel .....	21
C. Pembuatan Media .....	21
D. Isolasi Bakteri <i>Vibrio</i> .....	21
E. Perhitungan Bakteri <i>Vibrio</i> .....	21
3.5 Pengambilan dan Pengukuran Sampel.....	22
3.6 Parameter Utama .....	22
3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak .....	22
3.5.2 Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Growth Rate</i> ) .....	22
3.5.3 Tingkat Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ).....	23
3.5.4 Konversi Pakan ( <i>Feed Conversion Rate</i> ) .....	23
3.7 Parameter Pendukung.....	23
3.8 Analisis Data .....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
4.1 Hasil .....	25
4.1.1 Parameter Utama.....	25
A. Pertumbuhan Berat Mutlak .....	25
B. Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Growth Rate</i> ) .....	26
C. Tingkat Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ) .....	27
D. Konversi Pakan ( <i>Feed Conversion Rate</i> ).....	27

4.1.2 Parameter Pendukung.....	28
4.2 Pembahasan.....	29
4.2.1 Parameter Utama.....	29
A. Pertumbuhan Berat Mutlak dan Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Growth Rate</i> ) .....	29
B. Tingkat Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ) .....	30
C. Konversi Pakan ( <i>Feed Conversion Rate</i> ) .....	31
4.2.2 Parameter Pendukung.....	31
A. <i>Total Vibrio Count</i> (TVC).....	32
B. Derajat Keasaman (pH) .....	33
C. Suhu .....	33
D. Oksigen Terlarut ( <i>Dissolved Oxygen</i> ).....	34
E. Salinitas .....	35
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	36
5.1 Simpulan .....	36
5.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	37
<b>LAMPIRAN</b> .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan pada penelitian .....	16
2. Bahan yang digunakan pada penelitian.....	17
3. Parameter kualitas air .....	24
4. <i>Total vibrio count</i> (TVC) .....	29
5. Hasil pengamatan kualitas air selama pemeliharaan.....	29
6. Rata-rata pertumbuhan mutlak dan SGR selama pemeliharaan.....	45
7. Rata-rata SR selama pemeliharaan.....	45
8. Perhitungan FCR.....	45
9. Nilai FCR selama pemeliharaan.....	46
10. Pemberian pakan dengan program <i>blind feeding rate</i> .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian .....	6
2. Struktur tubuh udang vaname ( <i>Litopanaeus vannamei</i> ) .....	10
3. Siklus hidup udang vaname .....	11
4. Tata letak percobaan .....	18
5. Pertumbuhan bobot mutlak.....	25
6. <i>Specific growth rate</i> (SGR).....	26
7. <i>Survival rate</i> (SR) .....	27
8. Konversi pakan (FCR) .....	28
9. Persiapan akuarium pemeliharaan <i>green water</i> .....	54
10. Persiapan akuarium pemeliharaan <i>brown water</i> .....	54
11. Tandon <i>biofloc</i> .....	54
12 Pengecekan kualitas air .....	54
13. Pembuatan media TCBS .....	54
14. <i>Total vibrio count</i> .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data pertumbuhan berat mutlak dan SGR .....	46
2. Data perhitungan SR .....	46
3. Data perhitungan FCR.....	47
4. Uji statistik t pertumbuhan berat mutlak .....	48
5. Uji statistik t <i>specific growth rate</i> .....	49
6. Uji statistik t <i>survival rate</i> .....	51
7. Uji statistik t <i>feed conversion ratio</i> .....	52
8. Tabel <i>blind feeding rate</i> pemberian pakan selama pemeliharaan .....	53
9. Dokumentasi penelitian.....	54

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dikenal dengan nama udang putih adalah spesies introduksi asal dari perairan Amerika Tengah dan negara-negara di Amerika Tengah dan Selatan, seperti Ekuador, Venezuela, Panama, Brazil dan Meksiko. Udang vaname memiliki beberapa nama lain seperti *pacific whiteshrimp*, *west coast shrimp*, *white leg shrimp*, *camaron plati blanco* (Spanyol), *crevett pattes blanches* (Francis), dan lain-lain. Menurut Subyakto (2009), udang vaname diperkenalkan di Indonesia pada tahun 2001 melalui Surat Keputusan (SK) Menteri Kelautan dan Perikanan RI no.41/2001 dengan tujuan meningkatkan produksi udang Indonesia. Tahun 2019, FAO menyatakan bahwa beberapa negara Asia termasuk Indonesia didominasi dengan produksi udang vaname sebanyak 78%.

Di pasar internasional, udang vaname memiliki penjualan yang sangat tinggi (Ariawan, 2005). Tingginya permintaan pasar luar negeri pada kenyataannya tidak diimbangi dengan peningkatan ekspor udang vaname. Hal ini disebabkan kegiatan ekspor udang di Indonesia mengalami penurunan yang disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu menurunnya kegiatan produksi. Masalah tersebut terjadi karena timbulnya masalah pasca budi daya seperti buangan limbah akuakultur dan penggunaan pakan buatan yang menggunakan bahan pakan ikan sebagai campurannya. Pada proses budi daya, pakan merupakan kebutuhan pokok dalam usaha budidaya. Umumnya organisme akuatik membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya, namun hanya dapat diserap sekitar 20 – 25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Stickney, 2005). Hal ini dapat



mengakibatkan menurunnya kualitas air pada lingkungan budidaya. Menurunnya kualitas air dan kurangnya asupan protein pada pakan dapat menyebabkan penurunan performa udang vaname yang dipelihara, seperti pertumbuhan lambat serta dan terhadap penyakit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya suatu sistem atau teknologi yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu teknologi yang mampu meningkatkan performa udang vaname adalah *biofloc*. Menurut Avnimelech (2007) *biofloc (BFT-Bioflocs technology)* dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas di lingkungan budi daya melalui peningkatan pertumbuhan. Aplikasi *biofloc* berperan dalam perbaikan kualitas air, peningkatan biosekuriti dan peningkatan produktivitas (Rachmawari, 2015). Sistem *biofloc* menyediakan pakan tambahan berprotein, sehingga sangat berpengaruh dalam pertumbuhan udang vaname. Hal ini didukung oleh pernyataan Martini (2017) bahwa performa pertumbuhan udang vaname lebih baik pada sistem *biofloc* karena didukung oleh kondisi kualitas air dan nutrisi yang lebih baik. *Biofloc* memiliki campuran mikroorganisme cukup tinggi diantaranya *algae*, bakteri, dan biota alami lainnya yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan kualitas udang (Tacon *et al.*, 2002).

Dalam penerapannya, sistem *biofloc* ada dua tipe, yaitu *green water system* dan *brown water system*. Tipe *green water* dilakukan pada ruang terbuka (*outdoor*) dan terpapar sinar matahari yang dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Penyusun utama untuk sistem ini adalah bakteri dan fitoplankton. Sebagian besar sistem *biofloc* dalam budidaya komersial adalah *green water*. Menurut Burford *et al.* (2004) menyatakan bahwa partikel terflokulasi yang kaya akan bakteri dan fitoplankton dapat berkontribusi secara substansial terhadap nutrisi udang vaname pada tambak. Dalam penerapannya, sistem ini dapat menghemat penggunaan filter karena kotoran sisa pakan dan feses udang akan diserap dan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan (Supono, 2019). Adanya proses pertumbuhan fitoplankton tersebut, kadar ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan  $\text{CO}_2$  di dalam air dapat ditekan dan oksigen akan meningkat melalui proses fotosintesis. Namun, pada malam hari fitoplankton akan melakukan proses respirasi yang dapat menyebabkan kadar oksigen menurun.

Tipe yang kedua adalah *brown water system* dilakukan pada ruang tertutup (*in-door*) dan tidak terpapar sinar matahari. Pada sistem ini hanya bakteri yang mendominasi perairan budidaya sebagai sumber energi. Banyaknya bakteri pada media, berdampak baik bagi udang yang akan dipelihara. Menurut Soundarapandian *et al.* (2010) dan Boonthai *et al.* (2011), keberadaan bakteri memiliki peranan penting dalam pertumbuhan, tingkat kelulushidupan udang, kebal terhadap penyakit, dan dapat memperbaiki kualitas air dalam proses pendauran limbah. Kelemahan pada sistem ini yaitu rentan terjadinya *blooming* alga yang disebabkan pertumbuhan fitoplankton. Perbedaan dari kedua sistem ini dapat mempengaruhi performa dari benih udang vanname yang dipelihara. Kelemahan dari *green water system* yang membuat para pembudidaya harus membandingkan dengan tipe yang kedua yaitu, *brown water system*. Beberapa penelitian mengenai efektivitas *biofloc* telah banyak dilakukan. Namun, belum ada penelitian yang mengkaji perbedaan antara kedua tipe *biofloc* tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai perbedaan pengaruh *green water system* dan *brown water system* pada pemeliharaan udang vaname.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui penerapan *green water system* dan *brown water system* dalam teknologi *biofloc* terhadap performa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

## 1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah tentang perbedaan dari dua sistem *biofloc* yaitu *green water* dan *brown water system* pada pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), sehingga para pembudidaya udang vaname dapat mengetahui sistem apa yang efektif untuk diaplikasikan. Informasi mengenai pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik (SGR), kelangsungan hidup (SR), dan konversi pakan (FCR) dapat menjadi sebuah acuan untuk penerapan *biofloc* sebagai salah satu cara mengatasi berbagai masalah pada budidaya udang vaname.

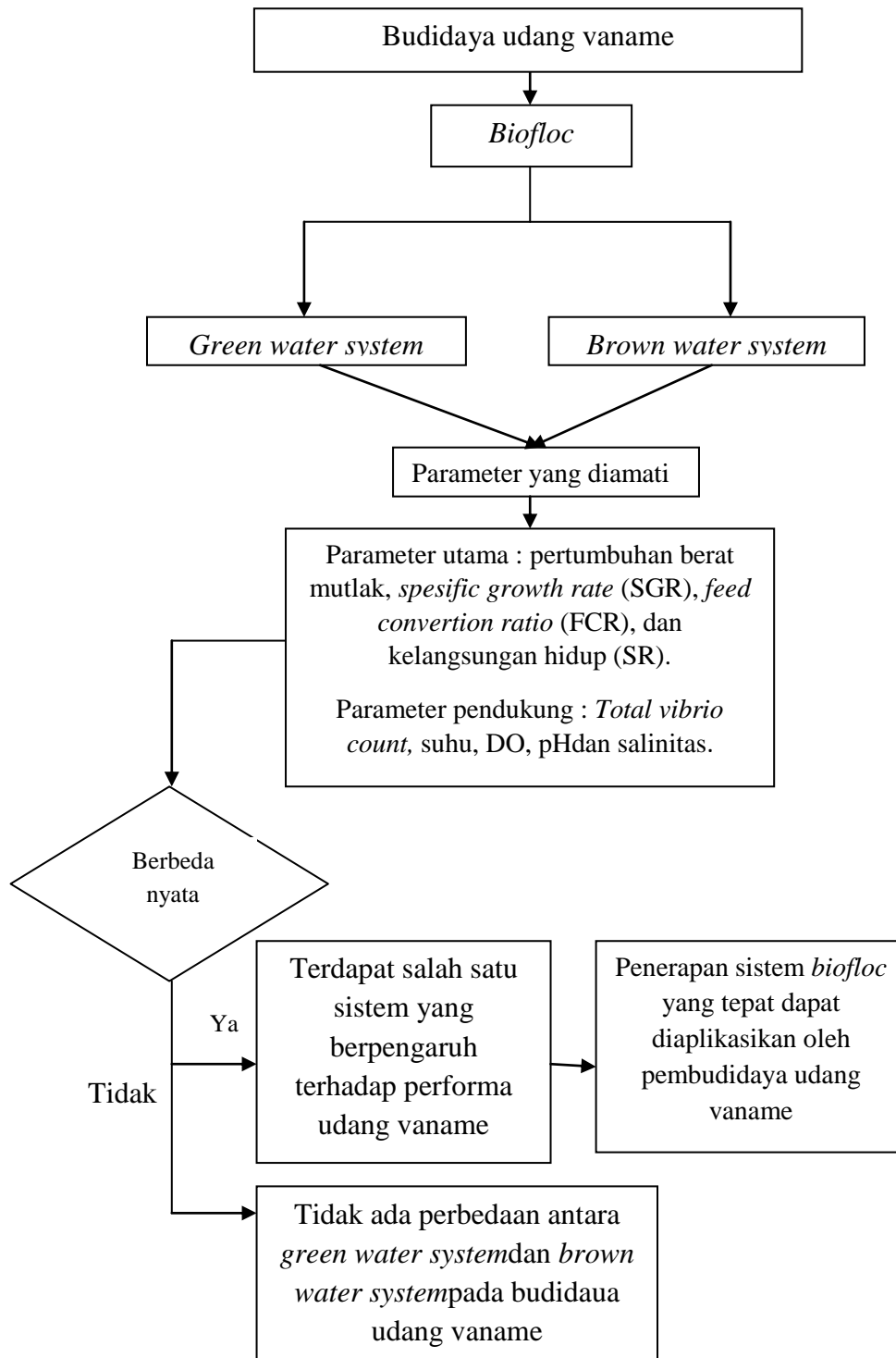
#### 1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Usaha budidaya udang merupakan salah satu prospek pengembangan yang besar di sektor perikanan. Terdapat banyak udang yang dibudidayakan, salah satu jenis udang unggulan yaitu udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Udang vaname banyak diminati karena memiliki banyak keunggulan nilai gizi yang lebih tinggi daripada jenis udang yang lain seperti udang windu. Udang vaname mengandung air sebesar 65,69–75,86%, abu 1,2–1,3%, protein 17,77–20,31%, dan lemak 0,92–1,73% yang dilaporkan USDA (2003). Tingginya permintaan pasar udang vaname tidak diimbangi dengan peningkatan produksi budidaya. Hal ini karena penurunan performa udang vaname pasca budi daya yang menyebabkan pertumbuhan lambat dan rentan penyakit. Seiring dengan menurunnya produksi, petambak mulai mencari alternatif teknologi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu teknologi yang saat ini populer yaitu *biofloc*.

*Biofloc* merupakan teknologi ramah lingkungan karena membutuhkan air yang relatif sedikit, dan mampu meningkatkan efisiensi pakan dengan mengkonversi limbah budidaya menjadi sumber pakan tambahan. *Biofloc* dibagi menjadi dua tipe yaitu *green water system* dan *brown water system*. Pada prinsipnya, *green water system* membutuhkan sinar matahari dan dilakukan di luar ruangan (*outdoor*). Pada sistem ini penyusun utama *biofloc* adalah bakteri dan fitoplankton walaupun dalam jumlah kecil. Kelebihan dari sistem ini adalah dapat menghemat penggunaan filter karena kotoran sisa pakan dan feses udang akan diserap dan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Dengan pertumbuhan fitoplankton tersebut, kadar ammonia (NH<sub>3</sub>) dan CO<sub>2</sub> di dalam air dapat ditekan dan oksigen akan meningkat melalui proses fotosintesis. Adapun kelemahannya yaitu ketika malam hari fitoplankton akan melakukan proses respirasi yang dapat menyebabkan kadar oksigen menurun. Selain itu, terjadinya *blooming* alga rentan pada sistem ini. Pada *brown water system* penyusun utama hanya bakteri saja, serta tidak menggunakan sinar matahari dan dilakukan di dalam ruangan (*indoor*) (Supono, 2019). Kelebihan sistem ini adalah sisa pakan dan feses akan menjadi makanan utama bagi bakteri. Jika *green water system*, zat hara yang berlebih akan diserap oleh fitoplankton sehingga pertumbuhannya meningkat akan

menyebabkan *blooming* alga, kelebihan bakteri pada *brown water system* justru berdampak baik bagi air budidaya serta organisme yang dipelihara. Masalah operasional seperti ketersediaan listrik yang kontinu karena aerator harus selalu hidup untuk menyuplai oksigen menjadi kelemahan sistem ini.

Kerangka penelitian ini terdapat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram kerangka pikir penelitian

## 1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

a. Pertumbuhan berat mutlak

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ : Pengaruh perlakuan (kontrol, *green water* dan *brown water*) tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

$H_1$  = Min ada satu  $\mu_i \neq \mu$  lain: Minimal ada satu  $\mu_i$  pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan berat mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

b. Laju pertumbuhan spesifik

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ : Pengaruh perlakuan (kontrol, *green water* dan *brown water*) tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

$H_1$  = Min ada satu  $\mu_i \neq \mu$  lain: Minimal ada satu  $\mu_i$  pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

c. Tingkat kelangsungan hidup

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ : Pengaruh perlakuan (kontrol, *green water* dan *brown water*) tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

$H_1$  = Min ada satu  $\mu_i \neq \mu$  lain: Minimal ada satu  $\mu_i$  pengaruh perlakuan terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

d. Konversi pakan

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ : Pengaruh perlakuan (kontrol, *green water* dan *brown water*) tidak berbeda nyata terhadap konversi pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).



**H<sub>1</sub>** = Min ada satu  $\mu_i \neq \mu$  lain: Minimal ada satu  $\mu_i$  pengaruh perlakuan terhadap konversi pakan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum Udang Vaname

#### 2.1.1 Klasifikasi Udang Vaname

Tubuh udang vaname sudah dibudidayakan di beberapa negara di Amerika Selatan seperti Honduras, Kolombia, Panama, Meksiko dan Ecuador sebelum pada akhirnya budidaya udang vaname masuk ke Indonesia. Di Indonesia, udang vaname memiliki nama lain yaitu udang putih.

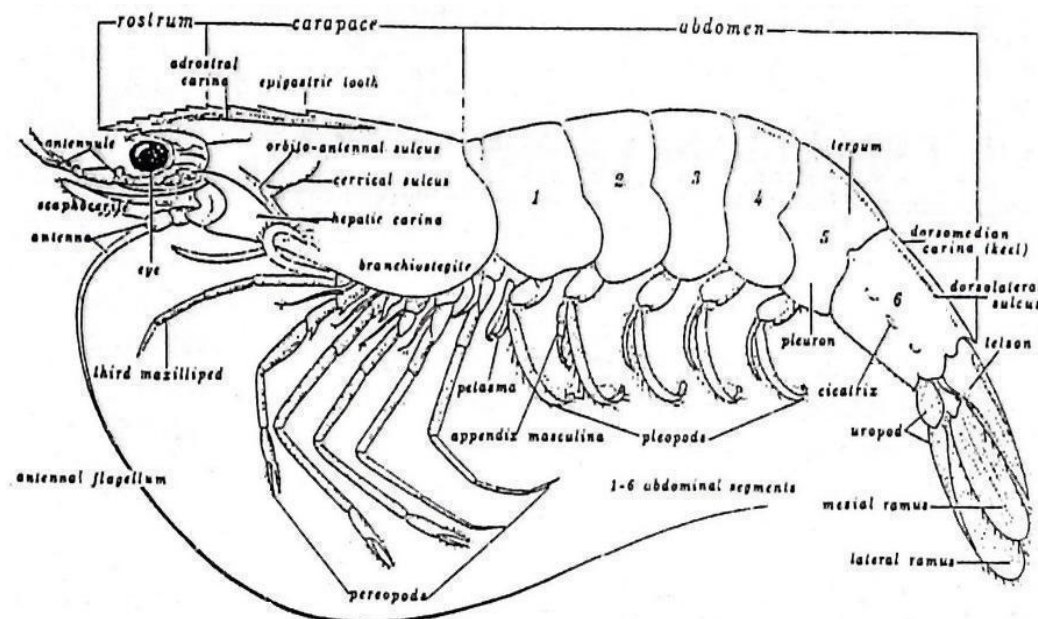
Menurut Wyban dan Sweeney (1991) dalam Suryati (2012), taksonomi udang vaname sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub kelas	: Malacostraca
Rentetan	: Eumalacostraca
Super ordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Sub ordo	: Dendrobrachiata
Infra ordo	: Penaeidea
Super famili	: Penaeioidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Sub genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

### 2.1.2 Morfologi Udang Vaname

Udang vaname terdiri dari dua bagian utama yaitu kepala (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). Bagian kepala dibungkus dengan lapisan kitin yang berfungsi sebagai pelindung yang terdiri dari *antennulae*, *antenna*, *mandibula*, dan dua pasang *maxillae*. Terdapat tiga pasang *maxiliped* dan lima pasang kaki jalan (peripoda) atau kaki sepuluh (*decapoda*) (Kitani, 1994).

Pada abdomen, terdapat 6 segmen. Setiap segmen tubuh memiliki fungsi yang berbeda. Pada abdomen terdapat lima pasang kaki renang dan sepasang uropoda (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama telson. Warna tubuh udang vaname putih berbintik kemerahan, transparan/bening dan berkulit licin dan halus. Ukuran tubuh udang vaname jantan dapat mencapai panjang total 20 cm dan betina 24 cm (Kitani, 1994).



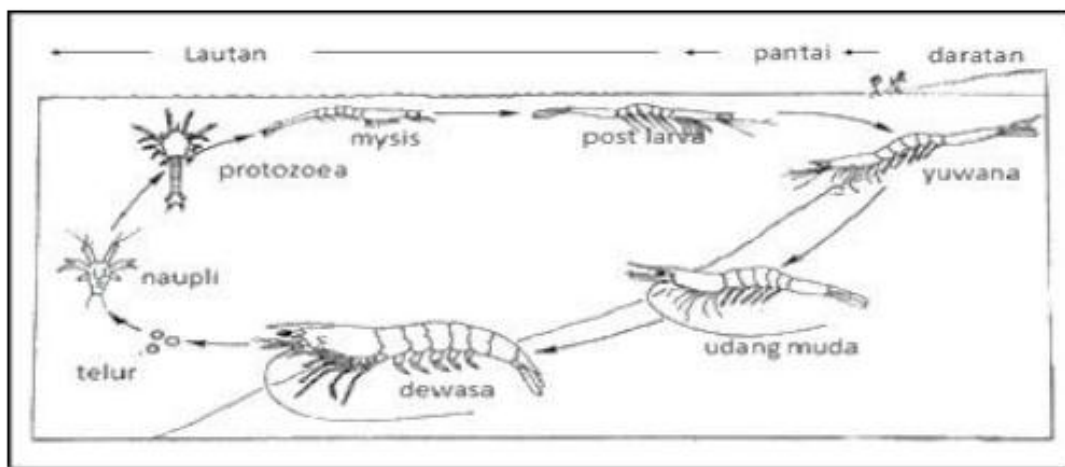
Gambar 2. Struktur tubuh udang vaname

Sumber: Wyban dan Sweeney (1991) dalam Suryati (2012)

### 2.1.3 Siklus Hidup Udang Vaname

Menurut Motos (1985) dalam Supono (2017), udang vaname memiliki siklus hidup yang dimulai dari udang dewasa yang melakukan pemijahan sehingga menghasilkan

embrio berupa telur yang berdiameter 0,27-0,31 mm serta berwarna hijau kekuning-kuningan. Selanjutnya, telur akan menetas dalam waktu 16-17 jam sebelum menjadi larva (*nauplius*). Sumber makanan larva naupli yaitu kuning telur yang tersimpan di dalam tubuhnya. Naupli akan bermetamorphosis menjadi *zoea*, dan akan berkembang menjadi *mysis* yang dapat dilihat seperti udang kecil yang memakan alga dan zoo-plankton. *Mysis* akan berkembang menjadi postlarva kemudian menjadi juvenil, dan terakhir berkembang menjadi udang dewasa. Selanjutnya, udang akan dewasa memijah secara seksual. Siklus hidup udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname

Sumber: Wyban dan Sweeney (1991) dalam Suryati (2012)

#### 2.1.4 Habitat

Habitat asli udang vaname adalah di daerah dasar laut dengan kedalaman 72 meter. Udang ini dapat ditemukan di lautan Pasifik mulai dari Mexico, Amerika Tengah dan Selatan. Umumnya udang vaname bersifat bentis dan hidup pada permukaan dasar laut yang memiliki campuran lumpur dan pasir. Suhu perairan memiliki pengaruh besar bagi pertumbuhan udang vaname. Udang vaname dapat hidup dengan suhu optimum berkisar 23-30°C. Jika suhu air 15°C atau diatas 33°C selama 24 jam atau lebih, maka udang vaname akan mengalami kematian. Pada suhu 15-22 °C dan 30-33°C, dapat mengakibatkan udang vaname mengalami stress subletal. Selain suhu, salinitas juga merupakan hal yang harus diperhatikan. Salinitas yang baik untuk udang vaname berkisar 15-25 ppt (Rusmiyati, 2012).

## 2.2 Teknologi *Biofloc*

*Biofloc* adalah flok atau gumpalan-gumpalan kecil yang tersusun dari sekumpulan mikroorganisme hidup yang melayang-layang di air. Teknologi *biofloc* ialah teknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang membentuk flok. Menurut Supono (2018), *biofloc* memiliki nutrisi yang sangat tinggi karena mengandung bakteri, fungi, plankton, dan mikroorganisme lainnya serta serat organik yang mengandung selulosa. Teknologi ini dikembangkan dengan memadukan penanganan buangan limbah hasil budi daya dan mereduksi jumlah penggunaan air. Secara umum, kelebihan dari teknologi ini adalah biaya operasional yang lebih kecil, tingkat kelangsungan hidup yang tinggi dan nilai FCR (*feed conversion ratio*) yang lebih rendah (Ahmad *et al.*, 2017). Tujuan utama teknologi *biofloc* adalah memanfaatkan nitrogen anorganik menjadi nitrogen organik dalam kolam budidaya yang tidak bersifat toksik (Supono, 2019)

Menurut Husain (2014), *biofloc* telah memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan serta kelangsungan hidup ikan nila. Ditjen Perikanan Budidaya (2013) menambahkan, laju pertumbuhan harian dan kelangsungan hidup udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) lebih tinggi karena selalu tersedianya *biofloc* sebagai pakan tambahan.

Selain dapat meningkatkan produksi udang, teknologi *biofloc* juga dapat meningkatkan efisiensi pakan dan menekan buangan limbah ke lingkungan perairan serta meningkatkan efisiensi penggunaan air dan lahan budi daya (Avnimelech, 2009). McIntosh (2002) menambahkan bahwa sistem *biofloc* dapat menekan pertumbuhan bakteri pada kolam untuk menggantikan dominasi oleh fitoplankton. Karbon organik akan dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber energi untuk melangsungkan proses biologis dalam lingkungan budidaya. Melalui proses katabolisme dan anabolisme, karbon organik akan dimanfaatkan oleh bakteri (Davies, 2005). Pada proses katabolisme, senyawa karbon akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan oksigen yang akan menghasilkan energi dan karbondioksida. Proses ini disebut respirasi. Saat proses anabolisme yang terjadi yaitu penggabungan molekul-molekul kecil menjadi molekul yang lebih kompleks dengan memanfaatkan energi hasil dari katabolisme. Proses ini disebut dengan pertumbuhan (Supono, 2019).

### 2.2.1 Prinsip Kerja *Biofloc*

Prinsip utama dari teknologi *biofloc* menurut Gunarto (2012) yaitu menumbuhkan mikroorganisme seperti bakteri heterotrof di air dengan cara mendaur ulang kelebihan nutrisi yang berasal dari hasil ekskresi organisme budidaya dan sisa pakan yang tidak dikonsumsi akan diubah menjadi bakteri yang berprotein yang akan digunakan sebagai pakan udang vaname (Ekasari, 2008). Hal ini didukung oleh pernyataan Avnimelech (2009) bahwa udang vaname dapat memanfaatkan *biofloc* sebagai makanannya. Pada flok-flok yang terbentuk mengandung beberapa nutrisi yang dibutuhkan antara protein (19-58%), lemak (17-39%), karbohidrat (27-59%), dan abu (2-7%) yang cukup baik bagi ikan atau udang budi daya. Hal ini didukung dengan pernyataan (Crab *et al.*, 2009). *Biofloc* merupakan komunitas mikroba yang terdiri dari bakteri, protozoa dan zooplankton, dapat juga sebagai suplemen pakan udang mengandung asam amino metionin, vitamin, mineral dan enzim yang dapat membantu proses pencernaan pakan pada udang.

Menurut Supono (2019) teknologi *biofloc* merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena limbah hasil budidaya akan diolah kembali sehingga tidak mencemari kolam budidaya. Kelebihan pada sistem ini yaitu tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, pertumbuhan relatif cepat, ramah lingkungan, meminimalisir adanya penyakit, dan konversi pakan rendah.

## 2.2.2 Tipe-Tipe *Biofloc*

### A. *Green Water System*

*Green water system* merupakan sistem pemeliharaan organisme dengan penambahan fitoplankton dalam proses pemeliharaan dengan tujuan untuk menstabilkan kualitas air dan pakan alami (Neori, 2011). Sistem ini dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) karena membutuhkan sinar matahari dan penyusun utama *biofloc* adalah bakteri serta sedikit fitoplankton. Umumnya tempat budi daya menggunakan kolam plastik atau kolam bundar (Supono, 2019). Sistem ini dapat menghemat penggunaan filter karena kotoran sisa pakan dan feses udang akan diserap dan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Dengan pertumbuhan fitoplankton tersebut, kadar ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dan  $\text{CO}_2$  di dalam air dapat ditekan dan oksigen akan meningkat melalui proses fotosintesis. Akan tetapi, ketika malam hari fitoplankton akan melakukan proses respirasi yang dapat menyebabkan kadar oksigen menurun.



## **B. Brown Water System**

Menurut Supono (2019) *brown water system* dilakukan di dalam ruangan tertutup (*indoor*). Sistem ini tidak memerlukan sinar matahari dan akan menghambat pertumbuhan fitoplankton. Kualitas air hanya dipengaruhi oleh bakteri penyusun *biofloc* saja. Sinar matahari tidak diperlukan karena hanya bakteri yang akan mendominasi kolam budidaya sehingga aktivitas bakteri berlangsung selama 24 jam. Karbon dan nitrogen dapat mempengaruhi dominasi bakteri dalam kolam budi daya. Menurut Michaud *et al.* (2006) bakteri pengakumulasi PHB (*poly-β hydroxyl-butyrate*) dalam *biofloc* dapat berkompetisi dan mencegah dominansi bakteri patogenik dalam sistem akuakultur. Menurut Schneider *et al.* (2005) jika C dan N dalam suspensi air mencukupi, amonium dan limbah nitrogen anorganik dengan bantuan bakteri flok akan di-konversi menjadi protein.

### **2.2.3 Sumber-Sumber Biofloc**

#### **A. Probiotik**

Dalam budi daya perairan, telah banyak dilakukan penggunaan bakteri dalam bentuk probiotik. Arti dari kata probiotik yang berasal dari bahasa latin yaitu “untuk kehidupan” atau yang lebih dikenal dengan “bakteri baik”. Probiotik merupakan produk yang tersusun dari mikroba baik atau pakan alami mikroskopis yang dapat menguntungkan dan meningkatkan keseimbangan organ hewan inangnya (Irianto, 2003). Dampak positif dari pemberian probiotik pada hewan uji diantaranya meningkatkan pertumbuhan, sintasan, daya cerna, sistem kekebalan dan kualitas air melalui bioremediasi (Gunarto, 2012). Jenis bakteri yang sering digunakan dalam *biofloc* adalah *Bacillus* sp., dan *Pseudomonas* sp. (Zao *et al.*, 2012). Bakteri probiotik juga dapat dijadikan bioremediasi (Poernomo, 2004) untuk menstabilkan kualitas air dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik dalam sistem perairan budidaya (Badjoeri *et al.*, 2008). Berikut peranan probiotik dalam akuakultur menurut Fikram *et al.*, (2020).

1. Meningkatkan sistem imun organisme yang dipelihara
2. Mengandung bakteri PHB (*poly-β hydroxyl-butyrate*)
3. Menghasilkan enzim-enzim yang baik bagi pencernaan ikan atau udang
4. Memperbaiki lingkungan perairan

5. Meningkatkan kinerja pertumbuhan melalui perbaikan pemanfaatan nutrisi

### **B. Gula**

Teknologi bioflok dapat dilakukan dengan menambahkan sumber karbon organik ke dalam media pemeliharaan untuk merangsang pertumbuhan bakteri dan meningkatkan rasio C/N (Emerenciano *et al.*, 2012). Beberapa sumber karbon organik bisa diperoleh dari hasil pertanian yang dapat digunakan untuk pembentukan bioflok antara lain molase, tepung singkong, dan gula pasir (Purnomo, 2012), dedak, tepung jagung, tepung tapioka (Citria *et al.*, 2018) gula aren (Adipu, 2019). Karbon organik yang ditambahkan akan berasosiasi dengan nitrogen membentuk mikrobial protein (Arsad, 2017).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2021 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah (unit)	Fungsi
1	Akuarium	Ukuran 60 x40 x 40 cm <sup>3</sup> , Indonesia	9	Wadah pemeliharaan
2	Timbangan digital	GENIUSmodel DC, Taiwan	1	Menimbang bobot udang
3	Selang aerasi	PUSO, panjang 1 m, Indonesia	9	Memberikan oksigen pada wadah budidaya
4	Batu aerasi	MULTI(D1.5/L3)	9	Memberikan oksigen
5	<i>Scoopnet</i>	Diameter 6 cm, Indonesia	1	Untuk mengambil udang saat sampling
6	Selang sipon	PUSO, panjang 1 m, Indonesia	2	Untuk menyipon sisa pakan dan feses udang
7	pH meter	Digital ATC pH-00, Taiwan	1	Untuk mengukur pH air
8	DO meter	YSI 550A, Amerika Serikat	1	Untuk mengukur oksigen terlarut dalam air
9	Botol sampel	Ukuran 100 ml, Indonesia	18	Sebagai tempat sampel
10	Mikropipet	DRAGON LAB, Jerman	1	Mengambil larutan sampel ukuran kecil
11	<i>Yellowtip</i>	SAKAMED, Taiwan	30	Pada mikropipet untuk mengambil sampel
12	<i>Hotplate</i>	IKA hs7 - C- Mag HS7, Italia	1	Menghomogenkan larutan
13	<i>Sreader</i>	HAIJU, Cina	1	Menyebaratakan bakteri

14 Autoklaf GEA YX-LM 24, Italia 1 Sterilisasi alat dan bahan

Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian (lanjutan)

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah (unit)	Fungsi
15	Cawan petri	NORMAX, Jerman	9	Wadah media kultur bakteri <i>Vibrio</i> sp.
16	Erlenmeyer	IWAKI, Inggris	2	Wadah membuat media
17	Inkubator	MEMMERT, Jerman	1	Untuk inkubasi
18	Bunsen	NANOTECH, Jerman	1	Untuk pemanasan dan sterilisasi
19	Plastik hitam	Ukuran 2x2 m, Indonesia	3	Menutup akuarium <i>brown water</i>
20	Plastik zip	Ukuran 100 g, Indonesia	100	Untuk menyimpan pakan yang sudah ditimbang
21	Blower	TURBO 2HP, China	2	Memberikan oksigen pada air pemeliharaan
22	Terminal	KRISBOW, ukuran 15 m, Indonesia	1	Untuk aliran listrik
23	Gelas ukur	PYREX, Jepang	1	Alat ukur untuk menuangkan bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan pada penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Udang vaname PL 10	Hewan uji
2	Air laut	Media pemeliharaan udang
3	Gula pasir	Sumber karbon
4	Probiotik ( <i>Bacillus</i> sp.)	Sumber bakteri heterotrof
5	Pakan komersil (FENG LI)	Pakan udang
6	TCBS( <i>Thiosulfate Citrate Bile Sucrose</i> )	Media penumbuhan bakteri
7	Akuades	Bahan pengenceran

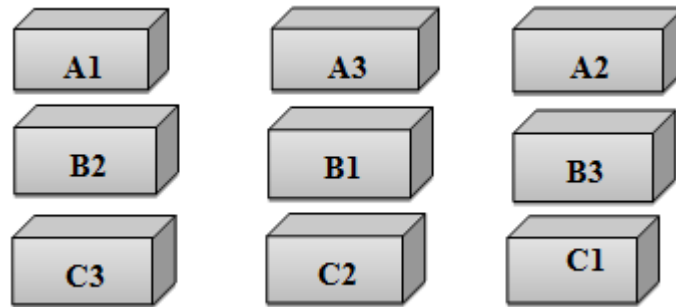
### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tiga perlakuan dan tiga ulangan. Pakan uji yang digunakan yaitu pakan komersil. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Perlakuan A = pemeliharaan tanpa biofloc (kontrol)

- Perlakuan B = *biofloc* terpapar matahari (*green water system*)
- Perlakuan C = *biofloc* tidak terpapar matahari (*brown water system*)

Gambar rancangan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.



Gambar 4. Tata letak percobaan

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan antara lain berupa 1 unit bak fiber berdiameter 1,5 m , sebagai tandon untuk penumbuhan *biofloc*, 3 kontainer sebagai wadah aklimatisasi dan 9 unit akuarium berukuran 60x40x40cm<sup>3</sup> sebagai wadah pemeliharaan yang terdiri dari 3 unit untuk kontrol, 3 unit *green water* dan 3 unit *brown water*. Langkah pertama yaitu, semua wadah dicuci kemudian dikeringkan. Awal penumbuhan *biofloc* dilakukan dalam satu bak fiber untuk mencegah penumbuhan flok yang tidak merata. Bak fiber diisi 1.200 l air laut untuk penumbuhan *biofloc* dan diaerasi selama 7-10 hari setelah penambahan sumber *biofloc*.

Setelah 7-10 hari, media *biofloc* dimasukkan ke masing-masing akuarium *green water system* dan *brown water* sebanyak 70 l, sedangkan perlakuan kontrol diisi air laut tanpa *biofloc*. Semua perlakuan diaerasi menggunakan blower dengan 1 batu aerasi per akuarium. Kemudian diberi label nama sesuai dengan perlakuan.

#### 3.4.2 Penyediaan *Biofloc*

*Biofloc* merupakan kumpulan mikroorganisme, bakteri, fungi, dan protozoa yang mengandung nutrisi yang sangat tinggi. Dalam penyediaanya terdapat sumber-sumber yang harus ditambahkan untuk menumbuhkan *bioloc* tersebut seperti, gula pasir (karbon),

pakan udang (nitrogen dan fosfor) dan probiotik/bakteri heterotrof (*Bacillus* sp.). Pembuatan *biofloc* menggunakan pakan sebagai sumber C dan N dengan kandungan protein 30%, karbon 50%, serta karbon organik yaitu gula dengan kandungan C 50% dalam 1.200 l air dapat diformulasikan sebagai berikut:

600 g pakan mengandung 300 g karbon.

$$\begin{aligned} \text{Kandungan N} &= \frac{600 \text{ g} \times 30\%}{6,25 \text{ (konstanta)}} \\ &= 28,6 \text{ g N} \end{aligned}$$

Jika rasio C:N = 15, maka:\

$$15 = \frac{300 \text{ g} \times \text{C gula}}{28,6 \text{ g}}$$

$$432 \text{ g} = 300 \text{ g} + \text{C gula}$$

$$132 \text{ g} = \text{C gula}$$

$$\text{Gula} = \frac{132}{50\%}$$

$$= 264 \text{ g}$$

Untuk menumbuhkan *biofloc* dibutuhkan 600 g pakan, 264 g gula, dan 120 ml bakteri *Bacillus* sp. ke dalam kapasitas 1.200 l air, sedangkan kebutuhan fosfor terpenuhi dari pakan. *Biofloc* tumbuh setelah 7-10 hari pemeliharaan dengan aerasi yang stabil. Hal ini media harus selalu diaerasi agar bahan organik tersuspensi dan kadar oksigen terlarut > 4 mg/l. Untuk menumbuhkan flok dalam media pemeliharaan rasio C:N media yang digunakan yaitu 15. Jika flok-flok sudah terbentuk, dapat dilakukan penebaran benur udang vaname. Tidak dilakukan pergantian air selama masa pemeliharaan.

Berikut merupakan perhitungan jumlah karbon dibutuhkan dengan kandungan protein pada pakan 30%, kandungan karbon pada pakan 50% dan kandungan karbon pada karbohidrat (gula pasir) 50% dengan ekskresi C dan N masing-masing 80%, maka:

$$15 = \frac{(\text{KH} \times 50\%) + (\text{P} \times 0,5 \times 0,80)}{\text{P} \times (30\% : 6,25) \times 80}$$

$$15 = \frac{0,5 \text{ KH} + 0,40 \text{ P}}{0,0384 \text{ P}}$$

$$0,576 \text{ P} = 0,5 \text{ KH} + 0,40 \text{ P}$$

$$0,176 \text{ P} = 0,5 \text{ KH} = 0,35 \text{ P}$$

Keterangan:

KH : Karbohidrat

P : Pakan

Jadi, gula yang harus ditambahkan agar *biofloc* dapat tumbuh dengan baik adalah 0,35 kali pakan yang diberikan setiap hari.

### **3.4.3 Persiapan Hewan Uji**

Hewan uji yang digunakan adalah benih udang (benur) vaname. Benur yang digunakan yaitu PL10. Benur dikatakan unggul apabila tubuh benih dan usus terlihat jelas, ukuran seragam atau rata, dan berenang melawan arus. Benur berasal dari CV. Citra Larva Cemer-lang, Kalianda, Lampung Selatan. Sebelum ditebar, benur diaklimatisasi terlebih dahulu dengan cara diapungkan kantong plastik berisi benur ke kontainer yang telah diisi air laut dengan salinitas 25 ppt (menyesuaikan dengan asal benur) dan menyiram kantong secara perlahan. Setelah 15-20 menit kantong dibuka sedikit demi sedikit diberi air dalam kontainer. Kemudian plastik dimiringkan terbuka dan biarkan benur keluar dengan sendirinya. Benur dipuasakan selama 1 hari untuk mengurangi tingkat stres. Setelah 2 hari benur diaklimatisasi, langkah selanjutnya yaitu sampling mati di awal dengan mengukur berat awal benur sebanyak 30% dari populasi. Kemudian dilakukan penebaran benur dengan padat tebar 70 individu per akuarium dan dilakukan pada pagi hari. Setelah udang dipuasakan selama 24 jam.

### **3.4.4 Pemeliharaan Udang**

Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari dengan pemberian pakan sesuai dengan tabel *blind feeding rate*. Frekuensi pemberian pakan sampai minggu ke-2 yaitu 3 kali dan minggu ke-3 dan 4 sebanyak 4 kali dalam sehari pada pukul 07.00, 12.00, 17.00 dan 22.00 WIB. Air yang mengalami penyusutan selama pemeliharaan benur akibat penguapan, dilakukan penambahan air sesuai perlakuan sebanyak air yang hilang. Untuk mengetahui penyusutan air, kaca luar akuarium ditandai menggunakan spidol tepat pada volume air yang digunakan.

### **3.4.5 Total Vibrio Count**

#### **A. Sterilisasi Alat**

Sterilisasi alat dan bahan bertujuan untuk menghilangkan kontaminasi bakteri atau mikroorganisme lain menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit (Marlina, 2008). Alat dan bahan yang disterilisasi antara lain erlenmeyer, *yellowtip*, cawan petri dan 500 l air laut.

### **B. Pengambilan Sampel**

Pengambilan sampel air pemeliharaan udang vaname dilakukan pada akhir pemeliharaan (H30). Sampel diambil pada tiap perlakuan sebanyak 50 ml.

### **C. Pembuatan Media**

Bahan media TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Sucrose*) sebanyak 22 g dituang ke dalam 250 air laut yang telah disterilisasi. Kemudian homogenkan menggunakan *hotplate* kurang lebih 20 menit sampai warna tidak terlalu hijau pekat. Setelah itu media didinginkan di suhu ruang sesekali dikocok supaya tidak beku. Selanjutnya media dituang ke dalam cawan petri dan ditutup rapat menggunakan plastik *wrap*.

### **D. Isolasi Bakteri *Vibrio***

Penebaran sampel dilakukan saat media TCBS sudah padat dan tidak lunak. Sampel air diencerkan hingga 100 ml dengan perbandingan 10 ml sampel : 100 ml akuades. Setelah diencerkan, sebanyak 25 µl larutan dimasukkan ke dalam media kultur (media TCBS untuk pengisolasian bakteri *Vibrio* sp.). Pengisolasian bakteri dilakukan secara aseptik dengan menerapkan metode sebar dimana setelah larutan dimasukkan ke dalam media, larutan tersebut disebaratakan menggunakan *spreader* di permukaan media. Media kemudian diinkubasi selama 24 jam dalam inkubator..

### **E. Perhitungan Bakteri *Vibrio***

Menurut Bailey dan Scott's (1982), penghitungan bakteri dilakukan dengan menerapkan metode *total plate count* (TPC). Jumlah bakteri yang muncul dihitung dan dicatat. Data hasil *plate count* penghitungan bakteri yang diperoleh, ditabulasi menggunakan program *Excel* dan dinyatakan dalam satuan cfu/ml (*colony forming unit* /ml).



### 3.5 Pengambilan dan Pengukuran Sampel

Parameter utama (pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, kelangsungan hidup dan konversi pakan dilakukan sampling sebanyak 2 kali yaitu pada awal dan akhir pemeliharaan. Parameter pendukung (suhu, keasaman, oksigen terlarut, dan *total vibrio count*) diukur pada hari ke-0, 7, 13, 21, dan 28.

### 3.6 Perhitungan Parameter Utama

Pada penelitian ini parameter pertumbuhan yang diamati adalah pertumbuhan berat mutlak (Effendi, 1997), laju pertumbuhan spesifik (Zonneveld *et al.*, 1991), kelangsungan hidup (Zonneveld *et al.*, 1991) dan konversi pakan (Effendi, 1997).

#### 3.6.1 Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak diukur menggunakan timbangan digital. Pertumbuhan mutlak berat dihitung dengan menggunakan persamaan Effendi (1997) sebagai berikut:

$$W_n = W_t - W_o$$

Keterangan :

$W_n$ : Pertumbuhan berat mutlak (g)

$W_t$  : Berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g)

$W_o$  : Berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g)

#### 3.6.2 Specific Growth Rate (SGR)

*Specific growth rate* (SGR) adalah presentase pertambahan udang vaname setiap hari selama penelitian. Menurut Zonneveld *et al.* (1991), laju pertumbuhan spesifik dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SGR = \left[ \sqrt[n]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan spesifik %/hari,

Wt = Berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g),

Wo = Berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g),

n = Lama waktu pemeliharaan.

### 3.6.3 Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Kelangsungan hidup (SR) dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Zonneveld *et al.* (1991), yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah udang akhir (ekor)

No = Jumlah udang awal (ekor)

### 3.6.4 Konversi Pakan atau *Feed Conversion Ratio (FCR)*

Konversi pakan atau *feed conversion ratio (FCR)* adalah jumlah pakan (g) yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kilogram daging udang dalam budi daya. Berikut rumus konversi pakan menurut Effendi(1997):

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

Keterangan :

FCR : Rasio konversi pakan

F : Jumlah total pakan yang diberikan (g)

Wt : Berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g)

Wo : Berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g)

D : Berat udang yang mati selama penelitian (g)

### 3.7 Parameter Pendukung

Parameter kualitas air dapat dilihat pada Tabel 3, meliputi, temperatur, pH, oksigen terlarut, dan *total vibrio count*.

24

Tabel 3. Parameter Pendukung

No	Parameter	Satuan	Alat Ukur
1.	<i>Total vibrio count</i>	cfu/ml	<i>Total plate count (TPC)</i>
5.	pH	-	pH Meter
2.	Suhu	°C	Termometer
3.	Oksigen terlarut	mg/l	DO meter
4.	Salinitas	ppt	<i>Refracto</i>

### 3.8 Analisis Data

Data parameter utama (pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan) disajikan dalam bentuk rata-rata  $\pm$  standar deviasi, dianalisis secara statistik dengan uji t menggunakan *software* SPSS versi 23 pada taraf kepercayaan 95%. Parameter pendukung (pH, suhu, DO, salinitas dan *total vibrio count*) ditabulasi menggunakan *software* Microsoft Excel 2007 dan dianalisis secara deskriptif

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan pada penelitian ini adalah teknologi *biofloc* dengan tipe *green water* memberikan hasil yang lebih baik terhadap parameter pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan konversi pakan udang vaname dibandingkan dengan tipe *brown water* dan kontrol.

### 5.2 Saran

Pembudidaya udang vaname disarankan untuk menerapkan *green water biofloc system* karena dapat meningkatkan pertumbuhan udang dan menekan biaya produksi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Adipu, Y. 2019. Profil kualitas air pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem bioflok dengan sumber karbohidrat gula aren. *Jurnal MIPA*, 8 (3): 122-125.
- Adewolu, M.A., Adenji, C.A. dan Adejobi, A.B. 2008. Feed utilization, growth and survival of *Clarias gariepinus* (Burchell 1882) fingerlings cultured under different photoperiods. *Aquaculture*, 283 : 64–67.
- Ahmad, I., Babitha, R.A.M., Verma, A.K. dan Maqsood, M. 2017. Biofloc technology: an emerging avenue in aquatic animal healthcare and nutrition. *Aquaculture International*, 25: 1215-1226.
- Amri, K. 2006. *Budidaya Udang Windu secara Semi Intensif*. Agromedia. Depok. 102 hlm.
- Ananda, T., Rachawati D. dan Samidjan I. 2015. Pengaruh papain pada pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4 (1):47-53.
- Ariawan, K. 2005. *Peningkatan produksi udang merguensis melalui optimasi dan pengaturan oksigen*. (Laporan Tahunan). Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara. 89 hlm.
- Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture*, 264(1): 140-147.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology, A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society. Louisiana. 120 hlm.
- Badjoeri, M dan Widiyanto, T. 2008. Penggunaan bakteri nitrifikasi untuk bioremediasi dan pengaruhnya terhadap konsentrasi amonia dan nitrit di tambak udang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 34(2): 261-278.
- Bailey dan Scott's. 1982. *Diagnostic Microbiology*. The CV. Mosby Company S.T. Louis. Toronto. 705 hlm.
- Boyd, C.E. 1998. Water quality management and aeration in shrimp farming. *Fisheries and Allied Aquacultures Departement Series No.2*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama. 84 hlm.

- Boyd, C.E. 2005. Feed efficiency indicators for responsible aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, 8(6): 73-74.
- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H. dan Pearson, D.C. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232:525–537.
- Chen, H.Y. dan Tsai, J.C. 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semipurified diets. *Aquaculture*, 11:9265–271.
- Citria I., Zaenal, A. dan Baiq, HA. 2018. Pengaruh penggunaan probiotik yang difermentasi dengan sumber karbon yang berbeda terhadap pertumbuhan udang vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*, 8(1):14-22.
- Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P., dan Verstraete, W. 2009. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquaculture Research*, 1-9.
- Davies, P.S. 2005. *The Biological Basis of Waste Water Treatment*. Strathkelvin instrument Ltd. London. 20 hlm.
- Ditjen Perikanan Budidaya, 2013. *Pendederan Intensif Udang Galah dengan Teknologi Bioflok*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta Pusat. 85 hlm.
- Effendi, I. 1997. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta. 188 hlm
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. PT Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- Ekasari, J. 2008. *Biofloc technology: The Effect Different Carbon Source, Salinity and the Addition of Probiotics on the Primary Nutritional Value of the Bio-Flocs*. (Thesis). Ghent University, Belgium. 98 hlm
- Emerenciano, M., Ballester, E., Cavalli, R., dan Wasielesky, W. 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for 28 pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research*, 43(3):447-457.
- Fatchurizal, R. P. dan Manan, A. 2014. Monitoring kualitas air pada tambak pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(2): 1-5.
- FAO. 2019. *The State Of World Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 225 hlm.

- Fuller, R. 1989. Probiotic In Man And Animals. *J. Appl. Bacteriol*,66 : 365-378.
- Gunarto. 2012. Budidaya udang vaname pola intensif dengan sistem bioflok di tambak. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan kelautan*,4 (2): 1-9.
- Husain, N. 2014. Perbandingan karbon dan nitrogen pada sistem bioflok terhadap pertumbuhan ikan nila(*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3:2302- 3600.
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Gadjah Mada Universitas Press. Yogyakarta. 124 hlm.
- Iriani, D. 2004. Evaluasi Kesesuaian Lahan Pesisir Untuk Pengembangan Budidaya Tambak Di Kabupaten Purworejo. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 95 hlm
- Kharisma, A. dan Manan, A. 2012. Kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada air pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai deteksi dini serangan penyakit vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 1-6.
- Kitani, H. 1994. Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus* in the Pasific Coast of Central America. *Fisheries Science*, 60 (30) : 243-247.
- Marlina. 2008. Identifikasi Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dengan metode biologi dan deteksi gen *toxR* secara PCR. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 13(1):11-17.
- Martini, D. 2017. Pengaruh perbedaan sistem budidaya terhadap laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal IKA*. 15(1) : 1-20.
- McIntosh,R.P.2000.Changing paradigm in shrimp farming. *The Advocate* 4:44-50.
- Montieri, S., Suffredini, Elisabetta, Cicozza, M. dan Luciana, C. 2010. Phylogenic and evolutinary analysis of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* isolated based on *toxR* gene sequence. *J New Microbiol*, 33:359-372.
- Motoh, H. 1985. Biology and ecology of *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 6: 27-36.
- Michaud, L., Blancheton, J.P., Bruni, V. dan Piedrahita R. 2006. Effect of particulate organik carbon on heterotrophic bacterial populations and nitrification efficiency in biological filters. *Aquacultural Engineering*, 34: 224–233.



- Muarif. 2016. Karakteristik suhu perairan di kolam budidaya perikanan. *Jurnal Mina Sains*, 2(2): 96- 101.
- Poernomo, A. 2004. Technology of probiotics to solve the problem in shrimp pond culture and the culture environment. *National Symposium on Development Scientific and Technology Innovation Aquaculture*, Januari 2005. Patrajasa Hotel. Semarang. 30 hlm
- Purnomo, P.D. 2012. Pengaruh penambahan karbohidrat pada media pemeliharaan terhadap produksi budidaya intensif nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6 :161-179.
- Rachmawati, D., Istiyanto S.dan Heryoso, S. 2015. Manajemen kualitas air media budidaya ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dengan teknik probiotik pada kolam terpal di Desa Vokasi Reksosari, Kecamatan Suruh, Kabupaten Semarang. *PENA Akuatika*, 2 (1): 34-37.
- Romano, N. dan Zeng C. 2012. Osmoregulation in decapod crustaceans: implication to aquaculture productivity, methods for potential improvement and interactions with elevated ammonia exposure. *Aquaculture*, 3 : 334-337 .
- Rostika, R. dan Riani, H. 2012. Efek pengurangan pakan terhadap pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) PL-21 yang diberikan bioflok. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3:1-5.
- Ridwantara, D., Buwono, I. D. dan Handaka, A. S. 2019. Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1) :46-54.
- Rusmiyati, S. 2012. *Menjala Rupiah Budidaya Udang Vannamei*. Pustaka Baru. Yogyakarta. 56 hlm.
- Schneider, O.V., Sereti, E.H., Eding, dan Verreth, J.A.J. 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquaculture Engineering*, 32: 379-401.
- Soemardjati, W. dan Suriawan, A. 2007. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Tambak*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. 9 hlm.
- Steffens, W. 1989. *Principles of Fish Nutrition*. Ellis Horwood Limited. West Sussex. 384 hlm.
- Sumeru, S.U. dan Anna, S. 1992. *Pakan Udang Windu*. Kasinus. Yogyakarta. 94 hlm.

- Subyakto, S. 2009. Budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif dengan metode resirkulasi tertutup untuk menghindari serangan virus. *Berkala Ilmiah Perikanan*, 3 (1):1-7.
- Supono. 2015. *Manajemen Lingkungan Untuk Akuakultur*. Plantaxia. Yogyakarta. 125 hlm.
- Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta. 168 hlm.
- Supono. 2018. *Manajemen Kualitas Air untuk Budidaya Udang*. Aura, CV Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. 100 hlm.
- Supono. 2019. *Teknologi Biofloc: Prinsip dan Aplikasi dalam Akuakultur*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 100 hlm.
- Suprpto. 2005. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. CV Biotirta. Bandar Lampung. 25 hlm.
- Suriadnyani, N.N., Kadek M. dan Tati, A.N. 2007. Pemeliharaan larva udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan pemberian fitoplankton yang berbeda. *Jurnal Penelitian dan Rekayasa Perikanan*, 6 (2) : 1-14
- Suryati, A.P. 2012. *Pemeliharaan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dengan Pemberian Jenis Fitoplankton yang Berbeda*. (Tesis). Universitas Terbuka. Jakarta. 148 hlm.
- Tacon, A.G.J., Cody, L. D., Conquest, S., Divakaran, I. P., Forster, dan Decamp, O. E. 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, 8:121–137.
- Tarwiyah. 2001. *Pedoman teknis penanggulangan penyakit ikan budidaya laut*. <http://www.iptek.net.id/ind/warintek/?mnu>. Diakses pada 28 mei 2021.
- USDA. 2003. *Shrimp Nutrition Information*. healthzone.com. Diakses pada 13 Maret 2021.
- Verstraete, W., Schryver, P.D., Defoirdt, T., dan Crab, R. 2008. Added value of microbial life in flock. *Laboratory for Microbial Ecology and Technology, Ghent Univeristy*. 43 hlm.
- Wyban, J.A. dan Sweeney, J.N. 1991. *Intensive shrimp production technology*. The Oceanic Institute Shrimp Manual. Honolulu, Hawaii, USA. 158 hlm.
- Zao, P., Huang, J., Wang, X.H., Song, X.L., Yang, C.H., Zhan, X.G. dan Wang G.C. 2012. The application of bioflocs technology in high-intensive, zero

exchange farming system of *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*. 2 (4) 106-108.

Zonneveld., Huisman, N., dan Boon, E.A.J.H. (1991). *Budidaya Ikan*. Gramedia Jakarta. 318 hlm.