

**ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA TOKSIK AMONIA DAN NITRIT
PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)
DENGAN PENERAPAN SISTEM *GREEN WATER* DAN *BROWN WATER
BIOFLOC***

(Skripsi)

Oleh

**Mega Cania
1714111002**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA TOKSIK AMONIA DAN NITRIT PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN PENERAPAN SISTEM *GREEN WATER* DAN *BROWN WATER* *BIOFLOC*

Oleh

MEGA CANIA

Amonia dan nitrit dalam perairan merupakan senyawa toksik yang dihasilkan oleh limbah budi daya udang vaname dan berbahaya bagi udang. Penerapan teknologi *biofloc* terbukti efektif mengurangi limbah budi daya udang vaname melalui pemeliharaan kualitas air. Dua tipe sistem yang diterapkan yaitu *green water biofloc* (outdoor) dan *brown water biofloc* (indoor). Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis dinamika kadar amonia dan nitrit pada sistem *green water* dan *brown water biofloc*. Penelitian ini dilakukan dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan yaitu perlakuan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* (*biofloc* dengan sinar matahari), dan *brown water biofloc* (*biofloc* tanpa sinar matahari). Udang vaname yang digunakan yaitu PL10 dengan padat tebar 70 ekor/liter. Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari. Pengukuran kadar amonia dan nitrit dilakukan pada hari ke-0, 15 dan 30 dengan metode spektrofotometer secara fenat SNI 06-6989.30-2005 untuk amonia dan SNI 06-6989.9-2004 untuk nitrit. Hasil penelitian menunjukkan kadar amonia pada perlakuan tanpa *biofloc* yaitu $0,04 \pm 0,009$ mg/l, *green water biofloc* yaitu $0,002 \pm 0,003$ mg/l dan *brown water biofloc* yaitu $0,17 \pm 0,015$ mg/l. Kadar nitrit pada perlakuan tanpa *biofloc* yaitu $0,07 \pm 0,012$ mg/l, *green water biofloc* yaitu $0,01 \pm 0,002$ mg/l dan *brown water biofloc* yaitu $0,14 \pm 0,007$ mg/l. Sistem *green water biofloc* lebih baik dari perlakuan lainnya dan dapat memberikan pakan alami bagi larva udang vaname.

Kata kunci: *udang vaname, green water biofloc, brown water biofloc, amonia dan nitrit*

ABSTRACT

ANALYSIS OF TOXIC COMPOUNDS OF AMMONIA AND NITRITE IN THE AQUACULTURE OF WHITE SHRIMP, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) WITH THE APPLICATION OF GREEN WATER AND BROWN WATER BIOFLOC SYSTEMS

By

MEGA CANIA

Ammonia and nitrite in waters are toxic compounds produced by vaname shrimp culture waste and are harmful to shrimp. The application of biofloc technology was proven to be effective in reducing vaname shrimp culture waste through maintaining water quality. Two types of systems were applied, namely green water biofloc (outdoor) and brown water biofloc (indoor). The purpose of this study was to analyze the dynamics of ammonia and nitrite levels in green water and brown water biofloc systems. This research was conducted with 3 treatments and 3 replications, namely without biofloc, green water biofloc (exposed to sunlight) and brown water biofloc (did not exposed to sunlight). The vaname shrimp was PL10 with a stocking density of 70 ind/liter, which was maintained for 30 days. The measurement of ammonia and nitrite were carried out at the day of 0, 15 and 30 using phenate spectrophotometer method based on SNI 06-6989.30-2005 for ammonia and SNI 06-6989.9-2004 for nitrite. The results showed that the ammonia concentration in the without biofloc was 0.04 ± 0.009 mg/l, the green water biofloc was 0.002 ± 0.003 mg/l and the brown water biofloc was 0.17 ± 0.015 mg/l. Nitrite concentration in the without biofloc was 0.07 ± 0.012 mg/l, the green water biofloc was 0.01 ± 0.002 mg/l and the brown water biofloc was 0.14 ± 0.007 mg/l. Green water biofloc system was better than the other treatments and it could provide more natural feed for shrimp juveniles.

Keywords: *vaname shrimp, green water biofloc, brown water biofloc, ammonia and nitrite*

**ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA TOKSIK AMONIA DAN NITRIT
PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone,
1931) DENGAN PENERAPAN SISTEM *GREEN WATER* DAN *BROWN
WATER BIOFLOC***

Oleh
Mega Cania

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 : **ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA TOKSIK AMONIA DAN NITRIT PADA BUDIDAYA UDANG VANAME, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN PENERAPAN SISTEM GREEN WATER DAN BROWN WATER BIOFLOC**

Nama Mahasiswa : **MEGA CANIA**

NPM : 1714111002

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian



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

Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si
NIP. 198407312014041001

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si
NIP. 197008151999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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



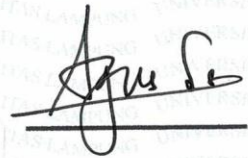
Sekretaris

: Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.

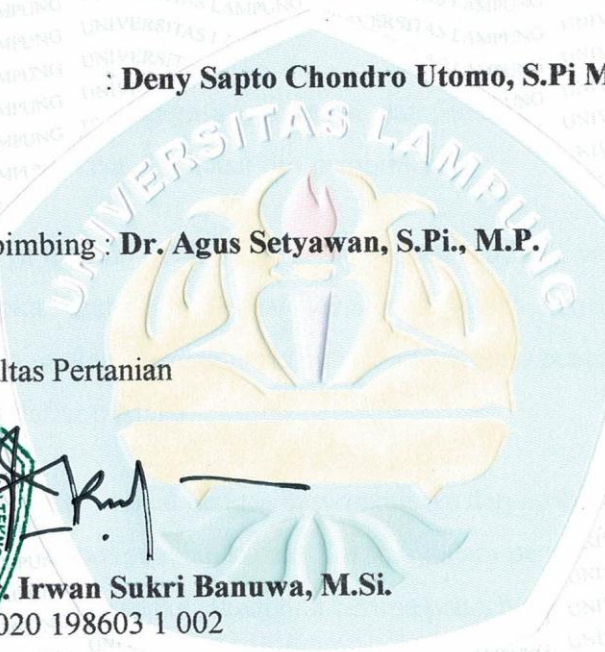


Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 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, 18 Oktober 2021
Yang Membuat Pernyataan,



Mega Cania

NPM. 17141110-02

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gunung Sugih pada 10 Juni 1999 sebagai anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Nusirwan dan Ibu Dimmiyana. Penulis mulai menepuh jenjang pendidikan di SD Negeri 2 Kembahang, Batu Brak, Lampung Barat pada tahun 2005-2011, dilanjutkan ke SMP Negeri 1 Batu Brak, Batu Brak, Lampung Barat pada tahun 2011-2014, dan SMA Negeri 1 Liwa, Balik Bukit, Lampung Barat pada tahun 2014-2017. Penulis melanjutkan pendidikan kejenjang Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pada tahun 2020 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Periode I selama 40 hari di Trimulyo, Kecamatan Gedung Surian, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Pada tahun yang sama di bulan Juli hingga Agustus, penulis melakukan Praktik Umum (PU) di UPT Laboratorium Terpadu Dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung selama 40 hari dengan laporan akhir berjudul “**Analisis Kadar Nitrit (NO₂⁻) dalam Perairan Secara Spektrofotometri di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung**”. Pada tahun 2021 penulis melakukan penelitian pada bulan Maret hingga April di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung dengan judul “**Analisis Kandungan Senyawa Toksik Amonia dan Nitrit Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem *Green Water* Dan *Brown Water Biofloc*”**”

PERSEMBAHAN

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

Ayah Nusirwan dan Mamah Dimmiyana

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.

Ngah Sry Winarni, Kakak Dalia dan Abang Mat Shohada tercintaku

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

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Al-Mujadalah: 11)

“Hidup adalah mimpi bagi mereka yang bijaksana, permainan bagi mereka yang bodoh, komedi bagi mereka yang kaya dan tragedy bagi mereka yang miskin”

(Sholom Aleichem)

“Pelan-pelan asal selesai”

(Mamah Dim)

“Jika berani bermimpi, akan selalu ada cara untuk mewujudkannya”

(Mega Cania)

SANWACANA

Alhamdulillah *rabbi'l' alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, hidayah dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Senyawa Toksik Amonia Dan Nitrit Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem *Green Water* dan *Brown Water Biofloc*.” 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. Maka dalam kesempatan ini 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. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Kedua atas ilmu, bantuan, dukungan, arahan, kritik saran, motivasi dan waktu yang diberikan sehingga proses penyelesaian skripsi ini berjalan dengan baik;

6. Bapak Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P., selaku Pembahas Ujian Skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu, nasihat, motivasi, arahan, kritik dan saran kepada penulis dalam penyelesaian skripsi;
7. Pebri selaku pengarah saat penulis menganalisis kadar senyawa toksik amonia dan nitrit di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung;
8. Seluruh dosen dan staff Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang sudah turut membantu kelancaran selama penyusunan skripsi;
9. Ayah Nusrwan dan Mamah Dimmiyana tercinta yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, doa, motivasi, pengorbanan, dan dukungan serta finansial yang diberikan tanpa ada hentinya untuk ketenangan, kebahagiaan dan keberhasilan penulis selama penyusunan skripsi;
10. Ngah Sry Winarni, Kakak Dalia, Abang Mat Shohada, saudara kandung tersayang yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta motivasi untuk penulis selama penyusunan skripsi;
11. Keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan kepada selama perkuliahan dan penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik;
12. Zevinna Kurnia Widyanto, partner penelitian yang telah bekerja sama dengan baik selama penelitian sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik;
13. Teman-teman terdekatku: Ezed Kenedy Wahyu Pratama S.Pi, Nadia Asmara dan Novi Dwi Agustin yang selalu menemani, memberi dukungan, mendedikasikan keluh kesah, memberikan saran dan motivasi bagi penulis selama penyelesaian skripsi;
14. Teman seperjuangan di Budidaya Perairan angkatan 2017, serta seluruh keluarga Flying Dutchman 2017 yang tidak dapat disebutkan satu-persatu atas bantuan, dukungan dan kebersamaan serta persaudaraan selama 4 tahun perkuliahan;
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini;
16. 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.

Bandar Lampung, 18 Oktober 2021

Penulis,

Mega Cania

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	4
1.5 Hipotesis Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.2 Teknologi <i>Biofloc</i>	10
2.2.1 Prinsip Kerja <i>Biofloc</i>	10
2.2.2 Bakteri Pembentuk <i>Biofloc</i>	11
2.2.3 Karbon Organik.....	12
2.2.4 Tipe Sistem <i>Biofloc</i>	12
2.2.4.1 <i>Green water system</i>	12
2.2.4.2 <i>Brown water system</i>	13
2.3 Nitrogen Anorganik	13
2.4 Fitoplankton	14
2.5 Amonia	15
2.6 Nitrit	17

III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian	20
3.4.1 Persiapan Wadah	20
3.4.2 Penyediaan <i>Biofloc</i>	20
3.4.3 Persiapan Udang Uji	21
3.4.4 Pemeliharaan Udang Uji	21
3.5 Parameter Uji.....	22
3.5.1 Pengamatan Fitoplankton	22
3.5.2 Pengukuran Kadar Amonia (NH ₃).....	23
3.5.3 Pengukuran Kadar Nitrit (NO ₂)	23
3.5.4 Salinitas	24
3.5.5 Oksigen Terlarut (DO)	24
3.5.6 Suhu	24
3.5.7 Derajat Keasaman (pH)	25
3.6 Analisis Data.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil	26
4.1.1 Fitoplankton.....	26
4.1.2 Kadar Amonia.....	27
4.1.3 Kadar Nitrit.....	29
4.1.4 Hasil Pengukuran Kualitas Air	30
4.1.4.1 Salinitas	30
4.1.4.2 Oksigen Terlarut(DO).....	31
4.1.4.3 Suhu	31
4.1.4.4 Derrajat Keasaman (pH).....	32
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Fitoplankton.....	33
4.2.2 Kadar Amonia.....	36
4.2.3 Kadar Nitrit.....	40

4.2.4 Kualitas Air.....	42
4.2.4.1 Salinitas	42
4.2.4.2 Oksigen Terlarut (DO).....	43
4.2.4.3 Suhu	44
4.2.4.4 Derajat Keasaman (pH)	45
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	6
2. Udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	9
3. Siklus nitrogen dalam kolam	14
4. Rancangan penelitian	19
5. Kadar amonia selama penelitian	28
6. Dinamika kadar amonia selama penelitian	28
7. Kadar nitrit selama penelitian	29
8. Dinamika kadar nitrit selama penelitian	30
9. Salinitas air selama penelitian.....	31
10. Oksigen terlarut (DO) air selama penelitian	31
11. Suhu air selama penelitian	32
12. Derajat keasaman (pH) selama penelitian.....	32
13. Penumbuhan <i>biofloc</i> untuk media budi daya	77
14. Pengambilan sampel air untuk pengamatan fitoplankton	77
15. Air sampel untuk pengukuran kadar amonia	77
16. Air sampel untuk pengukuran kadar nitrit	77
17. Pengukuran kadar amonia dan nitrit dengan spektrofotometer	77
18. Pengamatan fitoplankton dengan mikroskop.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan selama penelitian	18
2. Bahan yang digunakan selama penelitian	19
3. Identifikasi fitoplankton sebelum pemeliharaan (H0)	26
4. Identifikasi fitoplankton akhir pemeliharaan (H30).....	27
5. Hasil pengukuran amonia dengan spektrofotometer (H0)	66
6. Hasil pengukuran amonia dengan spektrofotometer (H15).....	66
7. Hasil pengukuran amonia dengan spektrofotometer (H30).....	66
8. Hasil pengukuran nitrit dengan spektrofotometer (H0)	67
9. Hasil pengukuran nitrit dengan spektrofotometer (H15)	67
10. Hasil pengukuran nitrit dengan spektrofotometer (H30)	67
11. Hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton (H0)	74
12. Hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton (H30)	74
13. Data salinitas, DO, suhu dan pH (H0)	75
14. Data salinitas, DO, suhu dan pH (H7)	75
15. Data salinitas, DO, suhu dan pH (H14)	75
16. Data salinitas, DO, suhu dan pH (H21)	76
17. Data salinitas, DO, suhu dan pH (H28)	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan penyediaan <i>biofloc</i>	57
2. Perhitungan jumlah karbon yang diberikan setiap hari.....	58
3. Data amonia hasil spektrofotometer	59
4. Data nitrit hasil spektrofotometer	60
5. Hasil analisis statistik kadar amonia H-15	61
6. Hasil analisis statistik kadar amonia H-30.....	62
7. Hasil analisis statistik kadar nitrit H-15.....	63
8. Hasil analisis statistik kadar nitrit H-30.....	64
9. Kelimpahan fitoplankton selama penelitian.....	65
10. Data salinitas, DO, suhu dan pH selama penelitian	66
11. Dokumentasi penelitian	68

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu komoditas perikanan air laut yang banyak dibudidayakan adalah udang putih (*Litopenaeus vannamei*). Udang vaname merupakan komoditas perikanan laut yang bernilai ekonomi tinggi baik di pasar domestik maupun global. Menurut data FAO (2019), 78% produksi udang vaname mendominasi di negara-negara Asia termasuk Indonesia dibandingkan jenis udang lainnya. Hampir semua tambak udang di Indonesia saat ini menggunakan udang putih ini menggantikan udang windu. Udang vaname mulai dibudidayakan di Provinsi Lampung pada awal tahun 2000-an dan telah berkembang pesat hingga saat ini.

Untuk menghasilkan udang vaname yang berkualitas, proses pemeliharaan harus memperhatikan aspek internal yaitu sumber dan kualitas benih, serta faktor eksternal antara lain kualitas air budi daya, pakan, teknologi yang digunakan, dan pengendalian hama dan penyakit. Masalah utama yang sering menyebabkan kegagalan produksi udang vaname adalah kualitas air yang buruk selama pemeliharaan. Kepadatan tebar yang tinggi dan pemberian pakan yang buruk akan menurunkan kualitas air. Hal ini disebabkan karena udang hanya mengonsumsi sekitar 16-40% protein dalam pakan, yang kemudian sisanya diolah dalam bentuk sisa pakan dan ekskresi feses.

Pakan dengan kadar protein tinggi dan sisa pakan yang tidak dimakan, dapat menjadi senyawa toksik dalam perairan yang mempengaruhi kualitas air yaitu berupa amonia (NH_3) dan nitrit (NO_2^-) (Hargreaves, 1998; Ebeling *et al.*, 2006) yang bersifat toksik pada perairan. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air yang baik

diperlukan selama pemeliharaan. Kandungan senyawa toksik amonia dan nitrit tingkat tinggi dapat membahayakan organisme budi daya. Senyawa ini akan terakumulasi di dalam tubuh udang, karena tidak dapat dikeluarkan oleh udang. Kadar amonia dan nitrit dalam perairan dapat diturunkan dengan meningkatkan kepadatan bakteri dalam perairan tersebut dengan menerapkan teknologi *biofloc*. Bakteri probiotik dalam *flock* dapat mempercepat penguraian sampah organik menjadi mineral yang berguna bagi fitoplankton di dalam perairan, sehingga dapat mempercepat proses regenerasi nutrient menjadi lebih cepat sehingga dapat memperbaiki kualitas air. Bakteri heterotrof dengan densitas tinggi dan organisme lain (seperti plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda, partikel, koloid, polimer organik, dan kation) akan membentuk *flock* yang akan saling berintegrasi di dalam air untuk tetap bertahan dari segala perubahan kualitas air. Fitoplankton dalam sistem *biofloc* dapat membantu untuk mengontrol kualitas air dengan penyerapan nitrogen anorganik berupa ammonia dan nitrit. Susunan *biofloc* yang baik bila bakteri heterotrof mencapai >70% (Wing *et al.*, 2006).

Menurut Avnimelech (2007), terdapat teknologi guna meningkatkan produktivitas akuakultur melalui pemeliharaan kualitas air, peningkatan kelangsungan hidup, efisiensi pakan serta pertumbuhan yaitu teknologi *biofloc* (*BFT-Bioflocs technology*). Metode budi daya udang vaname dengan sistem *biofloc* telah dikembangkan di beberapa daerah di Indonesia. *Biofloc* berasal dari kata *bios* yang artinya kehidupan dan *flock* artinya gumpalan, sehingga *biofloc* merupakan kumpulan dari berbagai organisme, seperti fungi, bakteri, alga, protozoa, cacing, dan lain-lain yang semuanya terkondensasi menjadi satu. Pembentukan *flock* harus memperhatikan pengaturan aerasi yang baik. Apabila oksigen dalam perairan kurang maka tidak hanya akan menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi juga membahayakan kehidupan ikan atau udang (Muylder *et al.*, 2010).

Prinsip utama penerapan sistem *biofloc* didasarkan pada kemampuan bakteri heterotrof dalam menggunakan nitrogen anorganik dalam air untuk menjaga kualitas air. Dalam hal ini, dengan menambahkan karbon organik dan rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) tertentu, nitrogen anorganik akan diubah menjadi biomassa mikroba. Oleh karena itu, dalam kasus rasio C/N > 10, bakteri heterotrof akan

memanfaatkan nitrogen dalam bentuk anorganik. Biomassa bakteri heterotrof akan membentuk *flock* (gumpalan) dengan mikroorganisme lain dalam perairan yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh udang vaname sebagai sumber makanan (Avnimelech, 1999; Riani *et al.*, 2012).

Dalam penerapan teknologi *biofloc*, terdapat dua tipe sistem yang dapat diterapkan dalam kegiatan budi daya udang yaitu *biofloc* dengan kehadiran sinar matahari (*outdoor*) atau disebut sistem *green water biofloc* dan *biofloc* tanpa sinar matahari (*indoor*) atau disebut sistem *brown water biofloc*. Penerapan sistem *biofloc* umumnya dilakukan pada ruang terbuka (*outdoor*) atau disebut *green water*. Sistem *biofloc* pada ruang terbuka ini memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi sehingga dalam wadah budi daya akan didominasi oleh fitoplankton. Pertumbuhan fitoplankton dalam wadah budi daya bergantung pada ketersediaan sinar matahari yang digunakan untuk berfotosintesis menghasilkan oksigen. Namun kepadatan fitoplankton yang berlebih (*blooming algae*) juga dapat mengakibatkan kandungan oksigen mengalami peningkatan pada siang hari tetapi akan menurunkan oksigen secara drastis pada malam hari. Hal tersebut dapat mengakibatkan kematian fitoplankton hingga kematian pada udang yang dibudidayakan (Boyd, 1990).

Untuk mengurangi potensi terjadinya *blooming algae* maka dapat juga dilakukan penerapan sistem *biofloc* dalam kegiatan budi daya yang tidak melibatkan sinar matahari yang dilakukan pada ruang tertutup (*indoor*) atau disebut *brown water system*. Sistem *biofloc* ini hanya didominasi oleh bakteri heterotrof saja yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi dan aktivitas bakteri berlangsung dengan baik selama 24 jam. Perkembangan bakteri dalam wadah budi daya bergantung pada sumber karbon organik yang tersedia serta suplai oksigen yang baik (Avnimelech, 2009). Kedua sistem *biofloc* tersebut dapat mempengaruhi dinamika kualitas air dalam media budi daya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai penerapan sistem *biofloc* dengan kehadiran sinar matahari (*outdoor*) *green water biofloc* maupun tanpa sinar matahari (*indoor*) *brown water biofloc* untuk mengetahui perbedaan kadar senyawa toksik dalam media budi daya yang

selanjutnya diharapkan dapat diperoleh penerapan sistem *biofloc* yang tepat dalam kegiatan budi daya udang vaname dengan penerapan sistem *biofloc*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis dinamika kadar amonia dalam media budi daya udang vaname dengan penerapan sistem tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc*.
2. Menganalisis dinamika kadar nitrit dalam media budi daya udang vaname dengan penerapan sistem tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diperoleh data dan informasi ilmiah mengenai dinamika kadar senyawa sebagai salah satu senyawa toksik amonia dan nitrit pada kegiatan budi daya udang vaname dengan penerapan teknologi *green water* dan *brown water biofloc*. Hasil penelitian ini dapat digunakan bagi pembudidaya udang vaname mengenai pengelolaan kualitas air melalui penerapan teknologi *biofloc*.

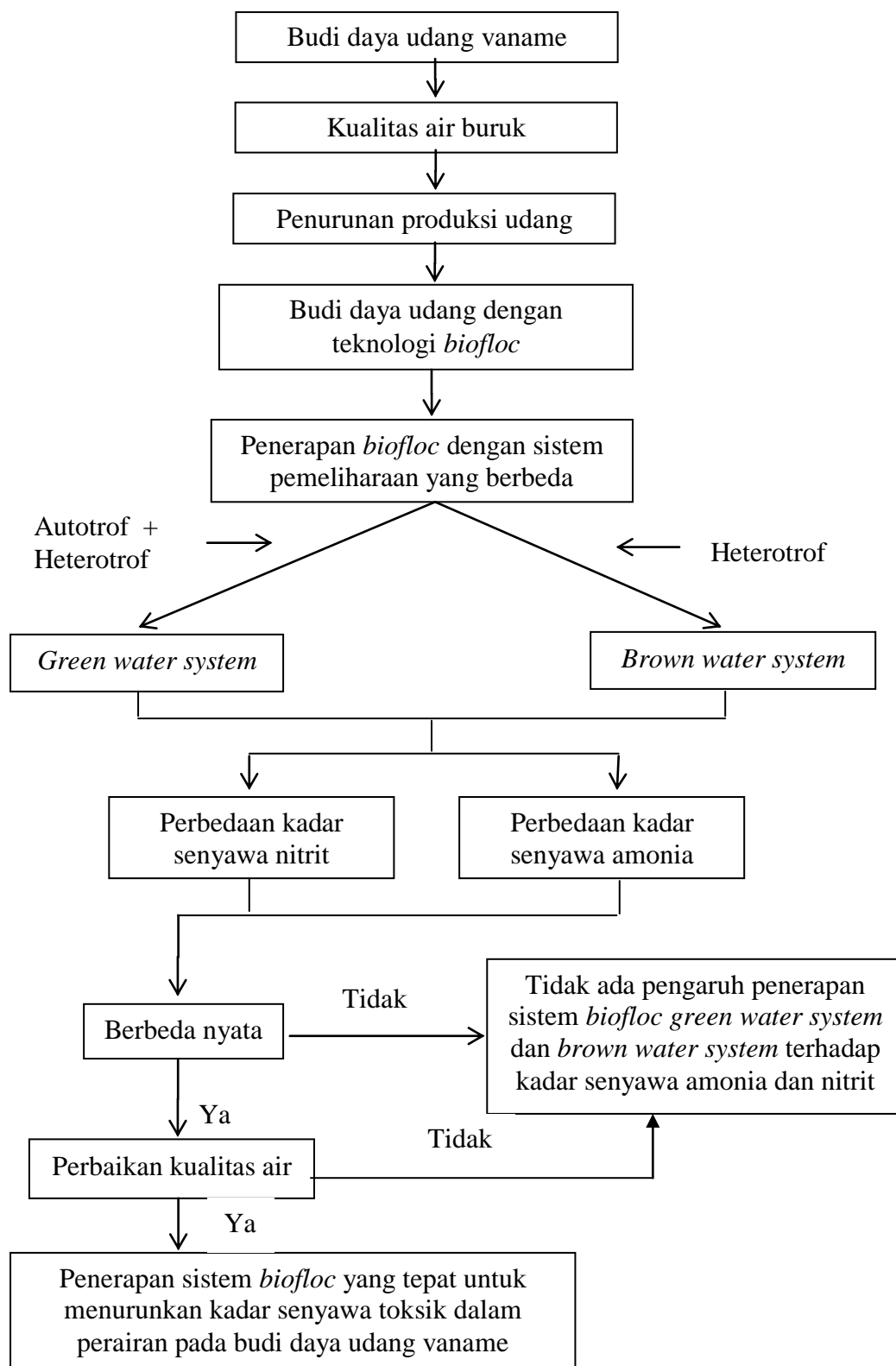
1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Faktor utama yang menghambat peningkatan produksi udang adalah sulitnya menjaga kualitas air akibat akumulasi senyawa toksik yaitu amonia dan nitrit dalam perairan. Kadar nitrit yang berlebihan dalam perairan dapat menurunkan kemampuan darah udang mengikat O_2 , karena nitrit akan bereaksi lebih kuat dengan hemoglobin sehingga mengakibatkan kematian udang yang tinggi. Selain itu, tingginya kadar senyawa amonia dan nitrit di dalam tambak juga dapat mengganggu proses pelepasan senyawa amonia dan nitrit yang ada pada tubuh udang, sehingga dapat terakumulasi pada udang. Pakan dengan kandungan protein tinggi dan tidak ada sisa makanan akan berubah menjadi amonia (NH_3) dan nitrit (NO_2) yang

bersifat racun. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan budi daya, seperti kelebihan pakan, feses dan sisa metabolisme akan menjadi racun di perairan dan dapat menurunkan kualitas perairan budi daya. Penurunan kualitas air pada kegiatan budi daya akan mengakibatkan penurunan produksi udang vaname yang dibudidayakan.

Teknologi *biofloc* diharapkan mampu memperbaiki kualitas air dan merangsang pertumbuhan bakteri dalam membentuk *flock* (gumpalan), kemudian akan dimanfaatkan udang sebagai sumber makanan, sehingga mampu mengurangi ketergantungan udang terhadap pakan buatan. Menurut Ekasari (2008), mikrobiota yang terbentuk dalam *biofloc* mengandung beberapa nutrisi antara lain protein (19-32%), lemak (17-39%), karbohidrat (27-59%), dan abu (2-7%) yang cukup baik digunakan untuk pertumbuhan udang vaname. Oleh karena itu, penerapan sistem *biofloc* juga dapat meningkatkan efisiensi pakan sekitar 10-20%.

Supono (2019) menjelaskan bahwa dalam penerapan teknologi *biofloc*, terdapat dua tipe sistem yang dapat diterapkan dalam kegiatan budi daya ikan/udang yaitu *biofloc* dengan kehadiran sinar matahari (*outdoor*) disebut *green water biofloc* dan *biofloc* tanpa sinar matahari (*indoor*) disebut *brown water biofloc*. Penerapan *biofloc* dengan kehadiran sinar matahari dapat memacu pertumbuhan fitoplankton terutama jika nitrogen anorganik tidak semua dimanfaatkan oleh bakteri heterotrof. Penerapan sistem ini dilakukan pada ruang terbuka sehingga memperoleh cahaya matahari. Penggunaan sistem ini juga dapat menghemat penggunaan filter dalam wadah budi daya karena feses yang dihasilkan oleh udang akan diserap oleh mikroalga untuk pertumbuhannya. Sedangkan penerapan *biofloc* tanpa adanya sinar matahari hanya terdapat bakteri yang dapat mempengaruhi kualitas air. Berbeda dengan sistem pada ruang terbuka, dalam sistem ini hanya mengandalkan bakteri sebagai sumber energi. Penerapan sistem ini dilakukan dalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

1.5 Hipotesis Penelitian

a. Amonia

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Pengaruh sistem pemeliharaan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* tidak berbeda nyata terhadap konsentrasi amonia media pemeliharaan

$$H_1 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Minimal ada satu pengaruh sistem pemeliharaan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* yang berbeda nyata terhadap konsentrasi amonia media pemeliharaan

a. Nitrit

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Pengaruh sistem pemeliharaan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* tidak berbeda nyata terhadap konsentrasi nitrit media pemeliharaan

$$H_1 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Minimal ada satu pengaruh sistem pemeliharaan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* yang berbeda nyata terhadap konsentrasi nitrit media pemeliharaan

II. TINJAUAN PUSTAKA

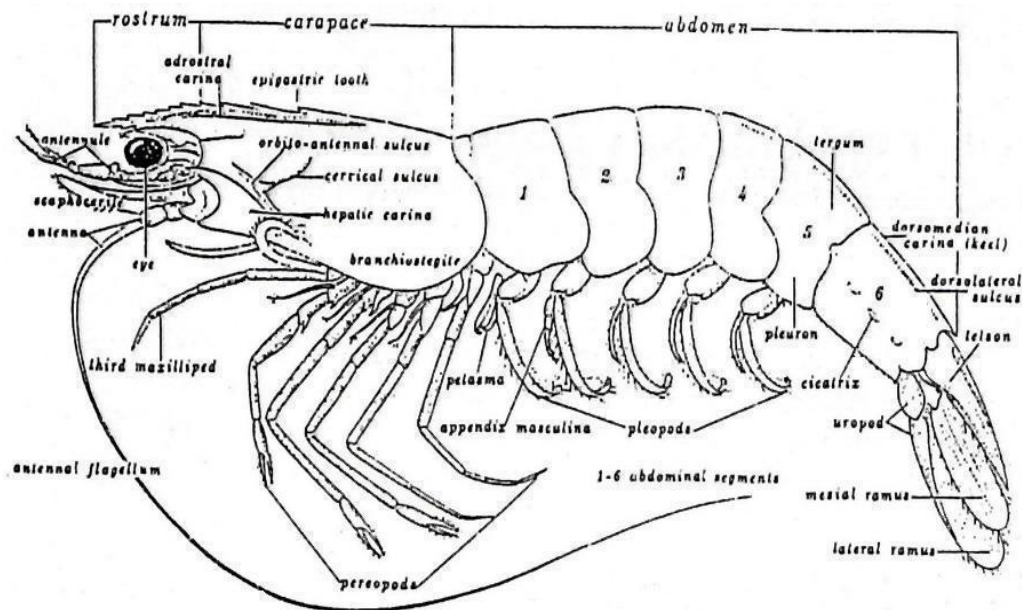
2.1 Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Klasifikasi udang putih (*Litopenaeus vannamei*) sebagai berikut (Wyban dan Sweeney, 1991):

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>Peneaeus</i>
Sub genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Udang vaname merupakan salah satu komoditas budi daya laut yang paling diminati di Indonesia karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan jenis udang lainnya. Supono (2017) mengemukakan beberapa keunggulan udang vaname antara lain padat tebar tinggi, lebih tahan penyakit, benih bebas SPF, dan laju konversi pakan (FCR) rendah. Tubuh udang vaname memiliki 2 bagian utama yaitu kepala dada (*cephalothorax*) dan perut (*abdomen*). Pada *cephalothorax* terdapat anggota tubuh, yaitu *antennula* (sungut kecil), *schopocerit* (sirip kepala), *antenna*

(sungut besar), *mandibula* (rahang), 2 pasang *maxilla* (alat-alat pembantu rahang), 3 pasang *maxilliped*, 3 pasang *pereiopoda* (kaki jalan) dengan bagian ujung berca-pit yang disebut *chela*. Pada bagian *abdomen* terdapat 5 pasang *pleopoda* (kaki re-nang) yaitu pada ruas ke-1 sampai 5, sedangkan ruas ke-6 kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas atau uropoda. Pada bagian ujung ruas ke-6 ke arah belakang berupa *telson*. Insang terdapat pada bagian sisi kiri dan kanan bagian kepala yang tertutup oleh *carapace*.



Gambar 2. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Sumber: Wyban dan Sweeney (1991)

Umumnya habitat udang vaname adalah dasar laut berupa campuran pasir dan se-dimen (Haliman *et al.*, 2005). Udang vaname memiliki kemampuan beradaptasi terhadap salinitas air laut dengan kisaran salinitas 0-50 ppt dengan suhu optimum bagi pertumbuhan udang vaname adalah 23-30°C (Wyban *et al.*, 1991). Siklus hi-dup udang vaname dimulai dengan udang vaname dewasa yang melakukan pemi-jahan hingga terjadi fertilisasi dan menghasilkan embrio. Embrio berupa telur transparan berwarna hijau kekuningan. Penetasan telur menjadi larva (*nauplius*) membutuhkan waktu selama 16-17 jam. Naupli akan memperoleh makanan dari kuning telur yang tersimpan di dalam tubuhnya. Setelah itu naupli akan bermeta-morfosis menjadi zoea. Selanjutnya zoea akan berkembang menjadi mysis. Mysis akan terlihat seperti udang kecil yang akan memanfaatkan sumber makanan

berupa alga dan zooplankton. Setelah 3-4 hari, mysis akan berkembang menjadi postlarva. Tahap postlarva merupakan tahap ketika udang sudah mulai memiliki karakteristik seperti udang dewasa (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.2 Teknologi *Biofloc*

2.2.1 Prinsip Kerja *Biofloc*

Teknologi *biofloc* adalah suatu sistem yang digunakan pada kegiatan budi daya dengan bakteri heterotrof dan alga dalam bentuk *flock* (gumpalan) yang terkontrol. Sistem ini juga digunakan untuk mengontrol kualitas air dengan mentransformasikan amonium menjadi protein mikrobial agar dapat mengurangi residu dari sisa pakan dengan memanipulasi kepadatan dan aktivitas mikroba dalam perairan (De Schryver *et al.*, 2008). *Biofloc* terdiri dari mikroorganisme seperti bakteri, plankton, fungi, protozoa, partikel, koloid, polimer organik dan kation. Semua mikroorganisme ini tercampur dalam perairan membentuk gumpalan. Bakteri heterotrof merupakan komponen utama *biofloc* yang dapat menghasilkan *polyhydroxybutyrate* (PHB) yang berperan dalam pembentukan ikatan, energi dan sumber karbon (Hagreaves, 2013; Avnimelech, 2009).

Teknologi *biofloc* telah banyak digunakan dalam budi daya udang, seperti udang vaname. Dalam penerapan teknologi *biofloc* udang vaname mampu memanfaatkan 18-29% protein dari mikroba *flock* (Burford *et al.*, 2004). Udang vaname dapat menggunakan *biofloc* dengan berbagai ukuran sebagai sumber pakan (Burford *et al.*, 2004). Prinsip dasar *biofloc* adalah mengubah senyawa organik dan anorganik yang mengandung karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N) menjadi *biofloc* dengan bakteri pembentuk *flock*, yang merupakan biopolymer dari polihidroksialkanoat sebagai ikatan *biofloc*.

Proses pembentukan *biofloc* dimulai pada saat udang memakan pakan berprotein tinggi kemudian diekskresikan menjadi amonia (NH₃), sedangkan pakan yang tidak dimakan menjadi N-organik yang terakumulasi dalam media budi daya. Penanggulangan amonia dilakukan beberapa proses yaitu pemanfaatan langsung oleh alga, melalui proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri autotrof menghasilkan

nitrit dan nitrat yang juga dimanfaatkan oleh alga untuk pertumbuhannya. Dalam proses nitrifikasi, bakteri nitrosomonas mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan bakteri nitrobacter mengoksidasi senyawa nitrit menjadi nitrat. Proses terakhir, yaitu amonia, N-organik dan hasil nitrifikasi dapat diasimilasi oleh bakteri heterotrof dan alga, yang dibantu dengan sirkulasi membentuk *biofloc* (Soeharsono, 2010). Bakteri heterotrof akan mengasimilasi amonia nitrogen langsung menjadi protein bakteri. Apabila hal ini dapat berlangsung dengan baik maka buangan limbah budi daya dapat berkurang secara drastis (Supono, 2018).

2.2.2 Bakteri Pembentuk *Biofloc*

Biofloc terdiri dari partikel serat organik yang berupa kristal garam kalsium hidrat, biopolymer (PHA), bakteri protozoa, detritus, ragi, jamur dan zooplankton yang semuanya kaya akan selulosa. Menurut Aiyushirota (2009), beberapa jenis bakteri yang mampu membentuk *biofloc* diantaranya adalah *Zooglea ramigera*, *Escherichia intermedia*, *Paracolobacterium aerogenoids*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Sphaerotillus*, *Tetrad* dan *Tricoda*.

Menurut Stolp (1988), bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. merupakan jenis bakteri yang menggunakan karbon dan yang mampu mengoksidasi substrat yang mengandung rantai karbon. Bakteri *Bacillus* sp. dapat memperbaiki kualitas air dengan mendekomposisi materi organik, menekan pertumbuhan patogen dan menyeimbangkan mikroba dalam perairan sehingga dapat menyediakan lingkungan yang lebih baik bagi udang (Irianto, 2003). Bakteri *Bacillus* sp. dapat menghasilkan enzim dalam jumlah besar dan yang paling efektif merombak protein (Moriarty, 1996). Adharani *et al.*, (2016) juga menegaskan bahwa bakteri jenis *Bacillus* sp. merupakan bakteri heterotrof yang memiliki performa baik dalam perbaikan kualitas air melalui sistem bioflok. Bakteri dari golongan *Bacillus* dapat menghasilkan enzim urease yang mampu merubah amonia menjadi amonia karbonat selanjutnya akan terus diurai oleh bakteri menjadi karbondioksida dan air, sehingga penurunan amonia yang terjadi pada sistem bioflok terjadi secara optimal.

2.2.3 Karbon Organik

Karbon organik sangat diperlukan dalam penerapan sistem *biofloc* agar bakteri *flock* dapat berkembang biak dengan baik. Karbon organik yang digunakan sangat menentukan komposisi kimia *flock* yang terbentuk terutama tipe dan kandungan cadangan polimernya. Sumber karbon organik dari luar yang digunakan yaitu gula pasir. Gula pasir mengandung 60,79% karbohidrat dan karbohidrat mengandung 40% karbon. Pemberian gula pasir dilakukan dengan melarutkan gula pasir yang kemudian ditebarkan dalam media budi daya. Dengan demikian diharapkan glukosa lebih cepat larut dalam air dan menyebar secara merata, sehingga mencegah penumpukan pada salah satu tempat yang dikhawatirkan dapat menyebabkan ledakan populasi (*blooming*).

2.2.4 Tipe Sistem *Biofloc*

2.2.4.1 *Green water System*

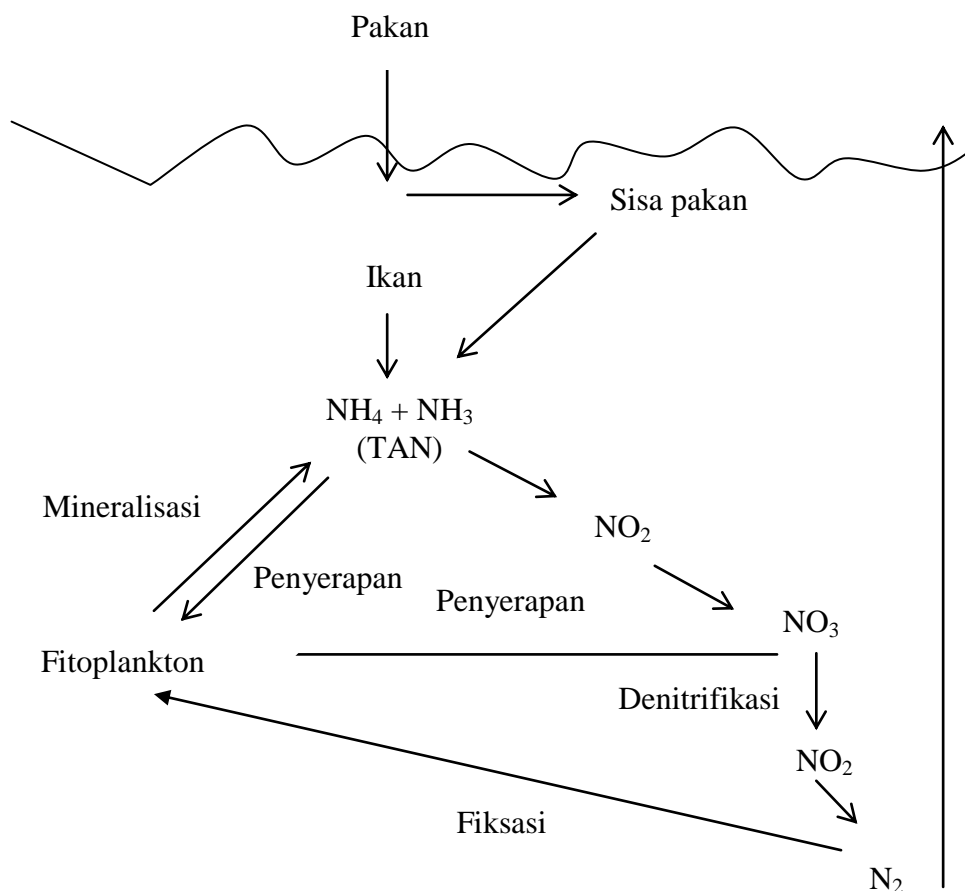
Penerapan teknologi *biofloc* dengan sistem *green water* merupakan sistem *biofloc* yang membutuhkan cahaya matahari, karena selain bakteri yang berperan sebagai penyusun utama *biofloc*, terdapat juga fitoplankton yang mana pemeliharaan organismenya harus dilakukan diluar ruangan (*outdoor*). Pada sistem ini kolam budi daya didominasi oleh fitoplankton seperti plankton, fungi, protozoa, ciliata, nematoda, partikel, koloid, polimer organik, dan kation yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi sehingga pertumbuhannya bergantung pada ketersediaan sinar matahari. Fitoplankton mampu hidup dengan baik dan dominan dalam kolam dengan kandungan bahan organik yang rendah (Supono, 2019). Proses fotosintesis merupakan prinsip dasar dari pertumbuhan mikroalga tersebut dalam air dengan memanfaatkan nutrisi dalam pupuk, kotoran ikan serta sinar matahari. Kelebihan dari sistem ini yaitu tetap mempertahankan dominasi mikroalga dan menambahkan aplikasi pupuk organik. Dengan tumbuhnya mikroalga tersebut, maka kadar amonia dan karbon dioksida dalam air dapat ditekan dan kadar oksigen akan meningkat akibat proses fotosintesis mikroalga. Kelemahan dari sistem ini yaitu pada saat malam hari karena mikroalga akan melepaskan CO₂ sehingga kadar oksigen dalam kolam budi daya akan berkurang.

2.2.4.2 *Brown water System*

Penerapan teknologi *biofloc* dengan sistem *brown water* merupakan sistem *biofloc* tanpa adanya cahaya matahari. Pada sistem ini pemeliharaan organismenya dilakukan di dalam ruangan (*indoor*), sehingga pada sistem ini hanya bakteri yang mendominasi perairan budi daya dan aktivitas bakteri berlangsung selama 24 jam (Supono, 2019). Kelebihan dari sistem ini adalah dapat meminimalisir terjadinya *blooming* alga karena tidak adanya sinar matahari sehingga tidak ada aktivitas dari mikroalga. Perkembangan bakteri tergantung pada ketersediaan sumber karbon organik dan oksigen. Pengaplikasian karbon organik di kolam akan meningkatkan rasio karbon terhadap nitrogen dan merangsang pertumbuhan bakteri. Peningkatan aktivitas bakteri membutuhkan sumber nitrogen anorganik berupa nitrat dan amonium. Apabila C dan N dalam perairan budi daya mencukupi, maka amonium dan limbah nitrogen organik akan dikonversi menjadi bakteri. Dalam penerapan sistem ini hanya proses bakteri yang mengontrol kualitas air.

2.3 Nitrogen Anorganik

Siklus nitrogen dalam perairan yaitu fiksasi N_2 , amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi yang melibatkan beberapa bakteri yang berbeda. Sumber nitrogen anorganik dalam kolam budi daya berasal dari sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan atau udang (*uneaten feed*), feses, sisa metabolisme, alga, bakteri, fiksasi dari udara dan pupuk nitrogen. Pakan merupakan sumber utama nitrogen dalam air karena mengandung protein yang tinggi (>30%). Pakan yang diberikan pada udang tidak semuanya dapat dikonsumsi. Rata-rata 75-80% pakan terbuang menjadi limbah. Nitrogen anorganik dalam perairan antara lain amonium (NH_4^+), amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) dan nitrogen bebas (N_2). Amonium dan nitrat tidak bersifat toksik dan dibutuhkan oleh bakteri dan tumbuhan air dalam perairan, sedangkan amonia dan nitrit bersifat toksik bagi ikan atau udang.



Gambar 3. Siklus nitrogen dalam kolam
Sumber:(Durborow *et al.*, 1997).

2.4 Fitoplankton

Fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan sebagai indikator kualitas air untuk mengetahui tingkat kesuburan suatu perairan. Fitoplankton juga merupakan produsen utama zat-zat organik dalam ekosistem perairan. Fitoplankton dapat ditemukan di beberapa jenis perairan, yaitu laut, danau, sungai, kolam dan waduk. Adanya fitoplankton di perairan dapat dijadikan makanan oleh organisme laut yang terdapat di perairan serta dapat memberikan gambaran tentang daya dukung perairan untuk menunjang kehidupan organisme laut lainnya. Menurut Nontji (1974) dan Fachrul, (2007), sifat khas fitoplankton menurut yaitu mampu berkembang secara berlipat ganda dalam waktu yang relatif singkat, tumbuh dengan kerapatan tinggi, dan melimpah.

Fitoplankton merupakan organisme yang melayang dalam air dan bergerak mengikuti arus yang memiliki batas toleransi terhadap lingkungan. Organisme ini berperan sebagai pengendali kualitas air dengan cara menyerap hasil metabolisme dan sisa pakan sebagai sumber energi. Selain itu juga berperan sebagai pakan alami sehingga dapat menekan pemakaian pakan buatan dan mengurangi biaya pakan. Fitoplankton juga berperan sebagai protein sel tunggal dengan cara bergabung dengan bakteri dan jenis mikroorganisme lainnya membentuk agregat yang dapat dimanfaatkan oleh hewan target.

Fitoplankton sebagai penyumbang oksigen terbesar di dalam perairan. Melimpahnya fitoplankton di suatu perairan berkaitan dengan pemanfaatan unsur hara dan radiasi sinar matahari. Selain itu, pH, suhu, lingkungan, dan pemangsaan oleh zooplankton juga ikut berperan. Besar kecilnya konsentrasi nutrisi sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan itu sendiri maupun masukan dari luar (Basmi, 1988). Menurut Odun (1971), fitoplankton mampu mengasimilasi pembongkaran bahan organik yang ada dalam perairan menjadi mineral-mineral pada kisaran pH antara 6-9. Secara langsung suhu juga berpengaruh dalam mengontrol laju berbagai proses metabolisme dalam sel mikroalga. Astuty *et al.*, (2002) mengemukakan bahwa kisaran suhu yang mendukung pertumbuhan fitoplankton dan udang berkisar antara 20-30 °C.

2.5 Amonia

Amonia merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun dalam perairan bagi udang yang dibudidayakan dan dapat mengurangi kelarutan oksigen dalam darah udang. Tingginya kadar amonia berasal dari sisa ekskresi dan sisa pakan yang mengendap dalam perairan sehingga hasil akhirnya berupa konsentrasi amonia yang tinggi. Menurut penelitian Ferreira *et al.*, (2011) konsentrasi amonia yang aman bagi organisme udang ialah < 0,1 mg/l. kadar amonia > 0,1 mg/l dapat menyebabkan gangguan bagi kelangsungan hidup udang vaname.

Menurut Boyd (1990), kandungan amonia sebesar 0,45 mg/l dapat menyebabkan gangguan dan menghambat laju pertumbuhan udang hingga 50%. Menurunnya

kandungan amonia dipengaruhi oleh keberadaan oksigen dan peningkatan kecerahan dalam perairan. Jika pH air 7,0 sebagian besar amonia akan terionisasi. Kadar pH yang baik ialah $\text{pH} > 7,0$. Toksisitas amonia (NH_3) lebih tinggi dibandingkan dengan NH_4^+ . Toksisitas amonia meningkat seiring dengan peningkatan pH, suhu dan penurunan kesadahan dalam perairan (Hopkin *et al.*, 1993).

Ada dua bentuk amonia dalam air, yaitu amonia bebas (NH_3) dan amonia terionisasi (NH_4^+). Konsentrasi tinggi amonia bebas beracun bagi ikan dan udang, sedangkan amonia terionisasi tidak beracun. Kedua bentuk amonia dipengaruhi oleh pH dan suhu air (Colt, 1984). Semakin tinggi pH dan suhu air maka semakin tinggi pula kandungan amonia tak terionisasi (bebas), sehingga toksisitas amonia akan semakin meningkat. Durborow *et al.*, (1997) mengemukakan bahwa kadar amonia bebas yang tinggi dalam perairan dapat menyebabkan beberapa efek negatif bagi udang, yaitu menurunnya ekskresi amonia oleh udang sehingga kadar amonia dalam darah akan naik dan terjadi kerusakan insang, karena kandungan amonia yang tinggi dalam darah udang akan keluar melalui insang selama konsentrasi amonia dalam air lebih rendah. Sehingga hal ini dapat menurunkan kemampuan darah dalam tubuh udang untuk transportasi oksigen (Boyd, 1990). Hagreaves *et al.*, (2004) juga mengemukakan efek negatif lain bagi udang yaitu tubuh udang mudah diserang penyakit dan dapat menghambat pertumbuhan udang.

Salah satu tindakan preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah kondisi buruk air tambak akibat sisa pakan dan kotoran udang adalah pemberian probiotik. Mansyur (2007), mengemukakan bahwa tujuan pemberian probiotik adalah untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri patogen berbahaya, menguraikan sisa makanan dan bahan organik yang mungkin disebabkan oleh kotoran udang, serta membantu menstabilkan keasaman dalam perairan. Aerasi yang ada dalam perairan budi daya dapat meningkatkan kandungan oksigen (O_2) dan juga berperan dalam proses nitrifikasi, sehingga meminimalisir toksisitas amonia (NH_3). Swann (1997), menjelaskan bahwa melalui proses biologis, amonia beracun dapat didegradasi menjadi nitrat yang tidak berbahaya.

2.6 Nitrit

Nitrit (NO_2^-) adalah bentuk perantara antara amonia dan nitrat (nitrifikasi) dan juga antara nitrat dan nitrogen (denitrifikasi). Oleh karena itu, keberadaan nitrit tidak stabil dengan adanya oksigen. Kandungan nitrit dalam air alami sekitar 0,001 mg/l. Kandungan nitrit yang lebih besar dari 0,06 mg/l bersifat toksik bagi organisme. Keberadaan nitrit menggambarkan proses biologis yang sedang berlangsung dari bahan organik dengan kadar oksigen terlarut yang rendah (Effendi, 2003).

Nitrit bersifat toksik karena methemoglobin tidak dapat bergabung dengan oksigen, sehingga dapat menghambat hemoglobin dalam darah udang. Darah udang yang mengandung banyak methemoglobin akan berubah menjadi coklat, menyebabkan penyakit darah coklat. Ketika konsentrasi methemoglobin menyumbang 20-30% dari total hemoglobin, maka akan tampak coklat muda, dan jika melebihi 50% akan menjadi coklat (Schwedler *et al.*, 1983). Nitrit pada perairan budi daya berasal dari kotoran udang yang selanjutnya termineralisasi membentuk amonia, yang diubah menjadi nitrit. Dalam kondisi normal, nitrit akan diubah menjadi nitrat oleh bakteri (Durborow *et al.*, 1997).

Menurut Suprpto (2005), kadar NO_2 dalam perairan yang dapat ditoleransi oleh udang adalah 0,1-1,0 mg/l. Sementara Adiwijaya *et al.*, (2003), memberikan penjelasan bahwa kisaran optimal nitrit untuk budi daya udang vaname adalah 0,01–0,05 mg/l. Senyawa nitrit yang berlebihan dalam perairan akan menurunkan kemampuan darah udang untuk mengikat O_2 , karena nitrit akan bereaksi lebih kuat dengan hemoglobin sehingga dapat mengakibatkan kematian udang yang tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan bulan Maret sampai April 2021, bertempat di Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

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

Tabel 1. Alat yang digunakan selama penelitian.

No	Nama Alat	Jumlah (unit)	Fungsi
1.	Akuarium 60x40x40 cm ³	9	Wadah pemeliharaan
2.	Selang dan batu aerasi	9	Sumber oksigen wadah pemeliharaan
3.	Corong	3	Alat untuk menyaring air sampel
4.	Planktonet	1	Menyaring air sampel fitoplankton
5.	<i>Aluminium Foil</i>	1	Menutup Erlenmeyer
6.	Timbangan digital	1	Menimbang bahan
7.	Gelas ukur	1	Wadah uji amonia dan nitrit
8.	Mikroskop dan SRC	1	Pengamatan fitoplankton
9.	Blower	1	Sumber oksigen wadah pemeliharaan
10.	pH Meter	1	Mengukur kandungan pH perairan
11.	DO meter	1	Mengukur DO dan suhu perairan
12.	Refraktometer	1	Mengukur salinitas
13.	Cuvet	6	Wadah sampel spektrofotometer
14.	Kertas Saring	1	Alat untuk menyaring air sampel
15.	Erlenmeyer	9	Wadah sampel yang akan diukur
16.	Pipet volumetric	5	Mengambil bahan pereaksi
17.	Pipet tetes	2	Pembuatan larutan
18.	Labu ukur	9	Wadah bahan pereaksi
19.	Spektrofotometer	1	Mengukur kadar amonia dan nitrit
20.	Botol sampel	18	Sampel air dan fitoplankton

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan selama penelitian.

No	Nama Bahan	Fungsi
1.	Udang vaname PL10	Organisme uji
2.	Air laut 25 ppt	Media pemeliharaan udang
3.	Gula pasir	Sumber karbon organik
4.	Probiotik	Sumber bakteri
5.	Pakan komersil	Pakan udang
6.	Larutan baku nitrit	Larutan induk nitrit
7.	Larutan <i>Sulfanilamida</i>	Larutan pereaksi uji nitrit
8.	Larutan NED <i>dihydrochloride</i>	Larutan pereaksi uji nitrit
9.	Larutan baku amonia	Larutan induk amonia
10.	Etil alkohol 95%	Larutan uji amonia
11.	Fenol	Larutan uji amonia
12.	Natrium nitroprusida	Larutan uji amonia
13.	Alkalin sitrat	Larutan pereaksi uji amonia
14.	Natrium hipoklorit	Larutan pereaksi uji amonia
15.	Larutan pengoksidasi	Larutan uji amonia
16.	Akuades	Pembuatan larutan
17.	Lugol	Pengawet sampel fitoplankton

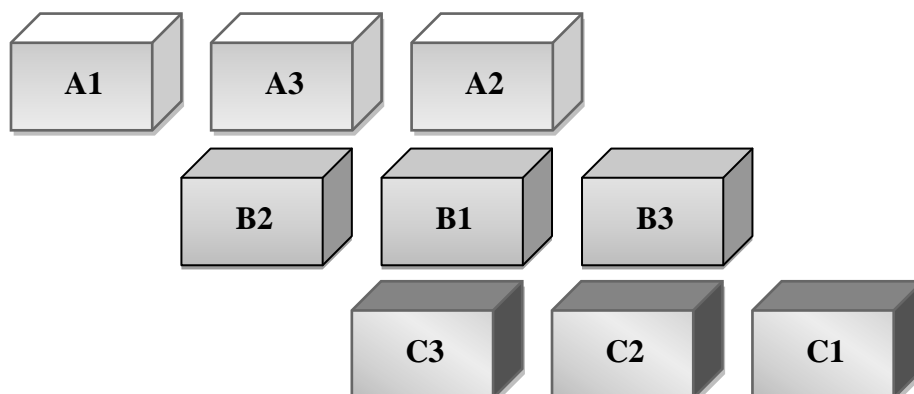
3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dapat dilihat pada gambar 4.

Perlakuan A = Pemeliharaan tanpa *biofloc*

Perlakuan B = Penerapan *biofloc* di luar ruangan (*green water system*)

Perlakuan C = Penerapan *biofloc* di dalam ruangan (*brown water system*)



Gambar 4. Rancangan penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini berupa bak fiber diameter 1,5 m yang digunakan untuk pembuatan media *biofloc*, tandon air laut serta sebagai wadah aklimatisasi benur udang vaname sebelum ditebar dalam akuarium pemeliharaan dan akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm³ sebanyak 9 unit dengan rincian 3 unit perlakuan tanpa *biofloc*, 3 unit perlakuan sistem *green water biofloc (outdoor)* dan 3 unit perlakuan sistem *brown water biofloc (indoor)*. Akuarium dibersihkan terlebih dahulu kemudian dikeringkan, selanjutnya diisi dengan air laut sebanyak 70 liter dalam masing-masing akuarium. Untuk perlakuan tanpa *biofloc*, akuarium diisi dengan air laut tanpa *biofloc*. Di-*setting* aerasi pada masing-masing wadah pemeliharaan dengan batu aerasi sebanyak 1 buah setiap akuarium sebagai suplai oksigen pada wadah pemeliharaan. Aerasi dilakukan selama 24 jam.

3.4.2 Penyediaan *Biofloc*

Pada hari pertama dimasukkan unsur-unsur pembentuk *biofloc* yaitu sumber karbon (gula pasir), sumber nitrogen (pakan), sumber fosfor (pakan) dan bakteri heterotrof (probiotik) yaitu bakteri *Bacillus* sp. Pembuatan *biofloc* dengan kapasitas air 1.200 liter menggunakan pakan sebagai sumber C dan N dengan kandungan protein 30% dan kandungan karbon 50% serta sumber karbon organik berupa gula dengan kandungan C 50%. Untuk menumbuhkan *biofloc* dalam kapasitas air 1.200 liter pada hari pertama dibutuhkan 600 g pakan, 264 g gula pasir dan 120 ml bakteri *Bacillus* sp. (10^7 CFU/ml). Perhitungan penyediaan *biofloc* pada Lampiran 1.

Kebutuhan fosfor akan terpenuhi dari pakan. selanjutnya pada hari kedua ditambahkan 300 g pakan dan 132 g gula pasir. Setelah 7-10 hari pemeliharaan, *biofloc* akan tumbuh dengan aerasi yang harus stabil. Hal ini dimaksudkan agar bahan organik dalam perairan dapat terlarut dengan kadar oksigen terlarut > 4 mg/l. Peningkatan *flock* dalam media pemeliharaan rasio C/N harus > 10, sehingga bakteri heterotrof dapat memanfaatkan karbon dalam bentuk organik dan anorganik.

Jika komposisi *flock* telah terpenuhi, dapat dilakukan penebaran benur udang vaname. Selama pemeliharaan udang tidak dilakukan pergantian air. Jumlah karbon yang harus ditambahkan dengan kandungan protein pada pakan 30%, kandungan karbon pada pakan 50% dan kandungan karbon pada karbohidrat (gula) 50% dengan ekskresi C dan N masing-masing 80% agar *biofloc* dapat tumbuh dengan baik yaitu 0,35 kali pakan yang diberikan setiap hari. Perhitungan jumlah karbon yang diberikan setiap hari pada Lampiran 2.

3.4.3 Persiapan Udang Uji

Benur udang vaname yang digunakan yaitu benur PL10 dengan padat tebar 1 ind/l. Penebaran dilakukan pada pagi atau sore hari. Sebelum ditebar, benur diaklimatisasi terlebih dahulu. Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengapungkan kantong berisi benur ke dalam akuarium selama 20-30 menit. Setelah itu kantong dibuka sedikit demi sedikit dan dimiringkan agar benur dapat keluar dengan sendirinya. Setelah ditebar, benur dipuasakan selama 1 hari untuk mengurangi tingkat stres. Setelah udang dipuasakan selama 24 jam, bobot awal udang ditimbang untuk mengetahui bobot awal pemeliharaan.

3.4.4 Pemeliharaan Udang Uji

Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari dengan frekuensi pemberian pakan pada minggu pertama dan kedua sebanyak 3 kali sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, dan 17.00 WIB, kemudian pada minggu ketiga dan keempat pemberian pakan sebanyak 4 kali sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, 17.00 dan 22.00 WIB, sesuai dengan tabel *Average Body Weight*. Di awal pemeliharaan dilakukan sampling bobot udang vaname sebanyak 30% dari populasi untuk mengetahui bobot rata-rata udang vaname yang selanjutnya akan diperoleh nilai jumlah pakan per hari yang diberikan selama pemeliharaan. Guna memenuhi nutrisi udang, pakan yang digunakan memiliki kandungan protein sebesar 28-30%.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Pengamatan Fitoplankton

Sampling fitoplankton dilakukan pada hari sebelum pemeliharaan (H0) dan pada hari akhir pemeliharaan (H30). Air pemeliharaan disaring menggunakan planktonet sebanyak 100 ml dan kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan ditambahkan 10 tetes lugol. Tujuan pemberian lugol ialah untuk mengawetkan fitoplankton yang ada dalam air sampel. Sebelum dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop, sampel disimpan dalam lemari es. Pengamatan fitoplankton dilakukan dengan menggunakan SRC sebanyak 1 ml, kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. Kelimpahan fitoplankton dihitung pada setiap perlakuan yang selanjutnya digunakan untuk menghitung keanekaragaman dan keseragaman fitoplankton.

Rumus menghitung keanekaragaman yaitu: (Odum,1993; Fachrul, 2007)

$$H' = -\sum_{i=1}^N (p_i \ln p_i)$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

Pi = ni/N

ni = Jumlah individu/spesies

N = Jumlah individu keseluruhan

Rumus menghitung keseragaman yaitu: (Odum,1993; Fachrul, 2007)

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Keterangan:

E = Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman

Hmax = ln S

S = Jumlah genus

3.5.2 Pengukuran Kadar Amonia (NH_3)

Pengukuran kadar amonia dilakukan pada hari ke-0, ke-15, dan ke-30 selama masa pemeliharaan berlangsung. Air sampel diambil sebanyak 200 ml dari setiap akuarium. Air sampel diuji kadar amonia dengan metode spektrofotometer secara fenat (SNI 06-6989.30-2005) pada kisaran 0,1 mg/l sampai dengan 0,6 mg/l. Sebelum dilakukan pengukuran kadar amonia dalam air sampel, dibuat larutan standar amonia terlebih dahulu dengan masing-masing konsentrasi 0,0 mg N/l; 0,1 mg N/l; 0,2 mg N/l; 0,3 mg N/l dan 0,5 mg N/l. Larutan standar amonia yang telah disiapkan kemudian ditambahkan 1 ml larutan fenol dan dihomogenkan dan ditambahkan 1 ml larutan natrium nitroprusid dan dihomogenkan, ditambahkan 2,5 ml larutan pengoksidasi dan dihomogenkan. Larutan tersebut didiamkan selama 1 jam untuk pembentukan warna, kemudian dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer, serapannya dibaca pada panjang gelombang 640 nm dan dibuat kurva kalibrasinya.

Setelah air sampel disaring, ditambahkan 1 ml larutan fenol dan dihomogenkan, selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan natrium nitroprusid dan dihomogenkan, kemudian ditambahkan 2,5 ml larutan pengoksidasi dan dihomogenkan. Larutan tersebut didiamkan selama 1 jam untuk pembentukan warna, kemudian dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer dan dibaca serapannya pada panjang gelombang 640 nm. Metode Fenat memiliki prinsip berdasarkan reaksi amonia dengan hipoklorit dan fenol yang di-katalis oleh natrium natrium nitroprusida yang membentuk warna biru indifenol. Pengukuran kadar amonia pada spektrofotometer digunakan panjang gelombang 640 nm.

3.5.3 Pengukuran Kadar Nitrit (NO_2)

Pengukuran kadar nitrit dilakukan pada hari ke-0, ke-15, dan ke-30 selama masa pemeliharaan berlangsung. Air sampel diambil sebanyak 200 ml dari setiap akuarium. Kemudian air sampel di uji kadar nitrit dengan metode spektrofotometer (SNI 06- 6989.9-2004) pada kisaran kadar 0,01 mg/l - 1,0 mg/l. Sebelum dilakukan pengukuran kadar nitrit dalam air sampel, dibuat larutan standar nitrit terlebih

dahulu dengan masing-masing konsentrasi 0,00 mg/l; 0,01 mg/l; 0,02 mg/l; 0,05 mg/l; 0,10 mg/l; 0,15 mg/l dan 0,20 mg/l. Larutan standar yang telah disiapkan selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan *Sulfanilamid* kemudian dikocok dan didiamkan 2-8 menit. Setelah itu ditambahkan 1 ml larutan NED *dihydrochloride* kemudian dikocok dan didiamkan selama 10 menit, selanjutnya dibaca masing-masing nilai absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm dan dibuat kurva kalibrasinya.

Setelah air sampel disaring, ditambahkan 1 ml larutan *Sulfanilamid* dihomogenkan dan didiamkan 2-8 menit, ditambahkan 1 ml larutan NED *dihydrochloride*, kemudian dikocok dan didiamkan selama 10 menit. Pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer dan dibaca masing-masing nilai absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm. Dalam suasana asam (pH 2-2,5), nitrit akan bereaksi dengan *Sulfanilamid* (SA) dan N-(1-naphthyl) ethylene diamine dihydrochloride (NED *dihydrochloride*) membentuk senyawa azo yang berwarna merah keunguan.

3.5.4 Salinitas

Pengambilan data salinitas dilakukan dengan menggunakan refraktometer dan diukur pada hari ke-1, ke-8, ke-15, ke-22 dan ke-29 pada masing-masing wadah pemeliharaan udang selama masa pemeliharaan berlangsung.

3.5.5 Oksigen Terlarut (DO)

Pengambilan data DO dilakukan dengan menggunakan DO meter dan diukur pada hari ke-1, ke-8, ke-15, ke-22 dan ke-29 pada masing-masing wadah pemeliharaan udang selama masa pemeliharaan berlangsung.

3.5.6 Suhu

Pengambilan data suhu dilakukan dengan menggunakan DO meter dan diukur pada hari ke-1, ke-8, ke-15, ke-22 dan ke-29 pada masing-masing wadah pemeliharaan udang selama masa pemeliharaan berlangsung.

3.5.7 Derajat Keasaman (pH)

Pengambilan data pH dilakukan dengan menggunakan pH meter dan diukur pada hari ke-1, ke-8, ke-15, ke-22 dan ke-29 pada masing-masing wadah pemeliharaan udang selama masa pemeliharaan berlangsung.

3.6 Analisis Data

Data penelitian kadar amonia dan nitrit yang diperoleh ditabulasi dalam Microsoft Excel 2010 dan disajikan dalam bentuk rata-rata standar deviasi yang dianalisis dengan Independent Sample T-Test menggunakan *software* SPSS 26.0. Data fitoplankton diolah dengan Microsoft Excel 2010. Sedangkan untuk data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Sebelum pemeliharaan (H0) kadar amonia pada perlakuan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* masih rendah, kemudian meningkat pada hari ke-15 dan mengalami penurunan di akhir pemeliharaan (H30). Perlakuan dengan kadar amonia paling rendah adalah *green water biofloc* diantara perlakuan lainnya yaitu 0,02 mg/l.
2. Sebelum pemeliharaan (H0) kadar nitrit pada perlakuan tanpa *biofloc*, *green water biofloc* dan *brown water biofloc* juga masih rendah, kemudian meningkat pada hari ke-15 dan mengalami penurunan di akhir pemeliharaan (H30). Perlakuan dengan kadar nitrit paling rendah adalah *green water biofloc* diantara perlakuan lainnya yaitu 0,01 mg/l.

5.2 Saran

Untuk menanggulangi tingginya kadar senyawa toksik amonia dan nitrit pada kegiatan budi daya udang vaname dapat diterapkan sistem *green water biofloc* karena penerapan sistem ini mampu menurunkan kadar senyawa amonia dan nitrit dalam periaran dibandingkan sistem tanpa *biofloc* dan *brown water biofloc*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., Sapto, P. R., Sutikno, E., Sugeng, R., dan Subiyanto, S. 2003. *Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Sistem Tertutup yang Ramah Lingkungan*. Balai Budidaya Air Payau (BBAP), Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara. 29 hlm.
- Adiwijaya, D. dan Supito, I. S. 2008. Penerapan teknologi budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif pada lokasi tambak salinitas tinggi. *Media Budidaya Air Payau Perikanan*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara, 9(1): 54-72.
- Adharani, N., Soewardi, K., Syakti, A.D., dan Haryadi, S. 2016. Manajemen kualitas air dengan teknologi bioflok: studi kasus pemeliharaan ikan lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(1): 35-40.
- Adharani, N., Soewardi, K. dan Syakti, A.D. dan Haryadi, S. 2016. The quality of nutrients floc to performance catfish in technology biofloc. Dalam: Sigid H, (ed). *Proceeding International Seminar and Expo on Sustainable Utilization of Coastal Resources in Tropical Zone*, 2(2): 165-173.
- Aiyushirota. 2009. *Konsep Budidaya Udang Sistem Heterotroph dengan Bioflok*. Biotechnology Consulting and Trading Komp. Bandung. 15 hlm.
- Alkindy, B. L. 2006. *Pembesaran Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Dalam Bak Pemeliharaan dengan Padat Tebar Berbeda*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 44 hlm.
- Astuty, S., Iskandar. dan Suherman, H. 2002. *Study Kualitas Air Pada Petakan Pendederan Benih Udang Windu (Panaeus monodon) di Kabupaten Indramayu*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran. Bandung. 22 hlm.
- Avnimelech, Y. 2007. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture*, 264(4): 140–147.
- Avnimelech, Y. dan Kochba, M. 2009. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using ¹⁵N tracing. *Aquaculture*, 287(1): 163-168.

- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology: A Practical Guide Book*. World Aquaculture Society, Louisiana. USA. 120 hlm.
- Azim, M. E. dan Little, D. C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of nila ti-lapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1): 29-35.
- Basmi, J. 1988. *Perkembangan Komunitas Fitoplankton Sebagai Indikasi Perubahan Tingkat Kesuburan Kualitas Perairan*. (Tesis) Jurusan Ilmu Perairan. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 110 hlm.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University, Alabama. USA. 482 hlm.
- Boyd, C. E. 2003. Guidelines for aquaculture effluenr management at the farm level. *Aquaculture*, 226(4): 101-112.
- Browdy, C. L., Ray, A. J., Leffler, J. W., dan Avnimelech, Y. 2012. Biofloc-based aquaculture systems. Dalam: Tidwell JH, (ed.). *Aquaculture Production Systems US*. Willey Blackwell. 426 hlm.
- Budiardi, T. 2008. *Keterkaitan Produksi dengan Beban Masukan Bahan Organik pada Sistem Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei* Boone 1931)*. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 118 hlm
- 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 hight-intensity zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(4): 525-537.
- De Schryver, P. dan Verstraete, W. 2008. Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reaktors. *Bioresource Technology*, 100(3): 1162-1167.
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N. dan Verstraete, W. 2008. The basics of bioflocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(4): 125-137.
- Dong, L. F., Nedwell, B. D., Underwood, G. J. C., Thornton, D. C. O. dan Rusmana, I. 2002. Nitrous oxide formation in the Colne Estuary. England: the central role of nitrite. Applied environmental microbiology. *Journal of Clinicial Microbiology Edition. American Society for Microbiology (ASM)*, 68(3): 1240-1249.
- Durborow, R. M., Crosby, D. M. dan Brunson, M. W. 1997. Nitrite in fish pond. *SRAC Publication*, 462(1): 1-4.

- Ebeling, J. M., Timmons, M. B. dan Bisogni, J. J. 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in 119 aquaculture production systems. *Aquaculture*, 257(4): 346–358.
- Effendie, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 258 hlm.
- Ekasari, J. 2008. *Biofloc Technology: The Effect Different Carbon Source, Salinity and The Addition of Probiotics on The Primary Nutritional Value of The Bioflocs*. (Tesis). Ghent University. Belgium. 72 hlm.
- Ekasari, J. 2009. Teknologi bioflok: teori dan aplikasi dalam perikanan budidaya secara intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2): 117-127.
- Elovaara, A. K. 2001. *Shrimp Farming Manual: Practical Technology for Intensive Commercial Shrimp Production*. Carribian Press Ltd. USA. 200 hlm.
- Fachrul, F. M. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 199 hlm.
- FAO. 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Sustainability in action. Rome. 224 hlm.
- Farah, F. 2018. *Konsentrasi Amonia Pada Tambak Intensif Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Menggunakan Lactobacillus sp. dengan Dosis yang Berbeda*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar. 52 hlm.
- Ferreira, N. C., Bonetti, C., dan Seiffert, W.Q. 2011. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture* 318(3): 425-433.
- Gunadi, B. dan Hafsaridewi, R. 2007. *Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (Clarias gariepenus) Intensif dengan Sistem Heterotrofik Untuk Pemeliharaan Ikan Nila*. Laporan Akhir Kegiatan Riset 2007 Sukamandi: Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Perikanan Air Tawar. 18 hlm.
- Gunarto., Hidayat, S. S., dan Bunga, R. T. 2012. *Budidaya Udang Vaname Pola Intensif dengan Sistem Bioflok di Tambak*. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Maros. Sulawesi Selatan. 15 hlm.
- Gunasari, N. K. A., Parta, I. M. dan Aryana, I. K. 2011. Analisis kualitas air sungai Bandung berdasarkan indeks keanekaragaman spesies fitoplankton. Mahasiswa jurusan kesehatan lingkungan poltekkes Denpasar. Denpasar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan ISSN*, 4(2): 2089-5674.
- Hadi, P. 2006. *Pengaruh Pemberian Karbon (Sukrosa) dan Probiotik terhadap Dinamika Populasi Bakteri dan Kualitas Air Media Budidaya Udang*

- Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 62 hlm.
- Haliman, R. W. dan Adijaya, D. S. 2005. *Udang vaname, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hlm.
- Hargreaves, J. A. dan Tucker, C. S. 2004. *Managing Ammonia in Fish Ponds*. SRAC Publication No.4603. 8 hlm.
- Hargreaves, J. A. 2013. *Biofloc Production System for Aquaculture*. Southern Regional Aquaculture Center Publication No.4503. 12 hlm.
- Hidayah, M., Julia, H. Z. M., Nor, A. K. dan Ikhwanuddin, M. 2016. Artikel penelitian aplikasi bioflok pada sistem budidaya tertutup udang putih pasifik, *Penaeus vannamei* dalam mempertahankan pengelolaan kualitas air yang baik. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Perairan*. 5(3): 312-324.
- Hopkins, J. S., Hamilton, R. D., Sandifer, P. A., Browdy, C. L. dan Stokes, A. D. 1993. Effect of water exchange rate on water quality effluent characteristics and nitrogen budget of intensive shrimp ponds. *Journal of World Aquaculture Society*, 24(3): 304-320.
- Husain, N., Putri, B., dan 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.
- Irianto, A. 2003. *Probiotik Akuakultur*. Cetakan I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Bulaksumur Yogyakarta. 125 hlm.
- Isdarmawan, N. 2005. *Kajian Tentang Pengaturan Luas dan Waktu Bagi Degradasi Limbah Tambak dalam Upaya Pengembangan Tambak Berwawasan Lingkungan di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan*. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 111 hlm
- Jorand, F., Zartarian, F., Thomas, F., Block, J.C., Bottero, J. Y., Villemin, G., Urbain, V. dan Manem, J. 1995. Chemical and structural (2d) linkage between bacteria within activated sludge flocs. *Water Resources*, 29(7): 1639-1647.
- Ju, Z. Y., dan Forster, L. C. 2008. Enhanced growth effects on shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from inclusion of whole shrimp floc or floc fractions to a formulated diet. *Aquaculture Nutrition*, 14(6): 533-543.
- Komarawidjaja, W. 2006. Pengaruh perbedaan dosis oksigen terlarut (DO) pada degradasi ammonium kolam kajian budidaya udang. *Jurnal Hidrosfir*, 1(1): 32-37.

- Kordi, M. G. H. dan Tancung. A. B. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budi-
daya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta. 208 hlm.
- Liao , I.C. dan Murai, T. 1986. Effect of dissolved oxygen, temperature, and sali-
nity on the oxygen consumption of grass shrimp, *Penaeus monodon*. Dalam:
Maclean, J. L., Dizon, L. B. dan Hosillos, L.Vv. (Eds). *The First Asian Fo-
rum. Asian Fisheries Society Manila, Philipinnes*, 165(2): 641-646.
- Ma'in, A. S. dan Sasongko, S. B. 2013. Kajian dampak lingkungan penerapan tek-
nologi bioflok pada kegiatan budidaya udang vaname dengan metode life
cycle assessment. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2): 110-119.
- Maulina. 2009. *Aplikasi Teknologi Bioflok dalam Budidaya Udang Putih (Litope-
naeus vannamei Boone)*. (Tesis). Institut Teknologi Bandung. Bandung. 62
hlm.
- Mcintosh, B. J., Samocha, T. M., Jones, E. R., Lawrence, A. L., Mclee, D. A., Ho-
rowitz, S. dan Horowitz, A. 2000. The Effect of a bacterial supplement on the
high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with low-protein diet on out-
door tank system and no water exchange. *Aquaculture Engineering*, 21(3):
215-227.
- Moriarty, D. J. W. 1996. Microbial biotechnology for suitable aquaculture. *INFO-
FISH International*, 4(96): 23-28.
- Munifatul, I. 2011. Perubahan kandungan amonia, nitrit dan nitrat dalam air tam-
bak pada model budidaya udang windu dengan rumput laut *Sargassum pla-
gyophyllum* dan ekstraknya. *BIOMA*, 13(2): 80-84.
- Murti, R., Setiya dan C. Maria H. P. 2014. Optimasi waktu reaksi pembentukan
kompleks indofenol biru stabil pada uji N-amonia air limbah industri penya-
makan kulit dengan metode fenat. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 30(1):
29-34.
- Nadya, A., Megandhi, G.W. dan Restiani, S.H. 2019. Kualitas air budidaya udang
vaname dengan *Bacillus megaterium* dan *Bacillus aquimaris*. *BIOMA Jur-
nal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 4(1): 65-75.
- Nontji, A. 2006. *Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. Pusat
Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 248
hlm.
- Pebriani, W. 2009. *Studi Fluktuasi Bakteri Terkait dengan Parameter Kualitas
Airpada Tambak Intensif*. (Tesis). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor. Bogor. 55 hlm.
- Perez, R.C. dan Perez, F. M. P. H. V. 2014. Biofloc, a technical alternative for
culturing malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Dalam: Hernandez

- M.P, Vegara dan Perez-Restro (eds). *Sustainable Technique Aquacultur*. 51(2): 87-104.
- Pillay, T. V. R. 1993. *Aquaculture (Principles and Practice)*. Fishing News Books, a Division of Blackwell Scientific Publication Ltd. 575 hlm.
- Pirzan, A.M. dan Utojo. 2010. Keragaman plankton dan kondisi lingkungan perairan kawasan pertambakan Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan 2010*, 32(2): 8-15
- Odum. 1971. *Pundamentasi of Ecology. 3rd. Edition*. W. B. Sunders co. Philadelphia. 574 hlm.
- Odum, P.E. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi, Edisi Ketiga*. UGM Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- Silalahi, S.M.C. 2001. *Komposisi dan Kelimpahan Perifiton pada Terumbu Karang Buatan Bamboo dan Ban Mobil Bekas di Perairan Tarahan, Bojonegara, Kabupaten Serang, Banten*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 52 hlm.
- Sri, H. dan Imran, S. L. T. 2008. Keanekaragaman fitoplankton di perairan pantai sekitar Merak Banten dan Pantai Panet Lampung. *VIS VITALIS*, 1(1): 1-5.
- 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 Bioflok; Prinsip dan Aplikasi dalam Akuakultur*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 100 hlm.
- Suprpto, N. S. 2005. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. CV Biotirta. Bandar Lampung. 25 hlm.
- Suprpto, N. S., Legisan, S. dan Samtafsir. 2013. *Biofloc-165: Rahasia Sukses Teknologi Budidaya Lele*. Agro. Depok. 165 hlm.
- Tjatur, W., Niniek, W., dan Pujiono W. P. 2015. Hubungan pengelolaan kualitas air dengan kandungan bahan organik, NO₂ dan NH₃ pada budidaya udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Keburuhan Purworejo. *Diponegoro Journal of Maquares Managemen of Aquatic Resources*, 4(3): 42-48.

- Van, W. P., Megan, D. H, Rolland, L., Kevan, L., Joe, M. dan John, S. 1999. *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater System*. Harbor Branch Oceanographic Institution. Florida. 229 hlm.
- Wing, G. M. T. dan Malone, R. F. 2006. Biological filters in aquaculture: trends and research direction for freshwater and marine applications. *Aquaculture Engineering* 34(6): 163-171.
- Wulandari, D. 2009. *Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika Kimia di Estuaria Sungai Brantas (Porong) Jawa Timur*. (Skripsi). Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 58 hlm.
- Wyban, J. A. dan Sweeny, J. N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute Makapuu Point. Honolulu, Hawaii USA. 158 hlm.