

**PENGARUH TEKNOLOGI BUDIDAYA YANG BERBEDA TERHADAP  
KUALITAS AIR PADA TAMBAK UDANG INTENSIF**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Oleh :  
**SARTIKA TANGGUDA  
NIM. 115080509111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**PENGARUH TEKNOLOGI BUDIDAYA YANG BERBEDA TERHADAP  
KUALITAS AIR PADA TAMBAK UDANG INTENSIF**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya

Oleh :  
**SARTIKA TANGGUDA**  
**NIM. 115080509111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**PENGARUH TEKNOLOGI BUDIDAYA YANG BERBEDA TERHADAP  
KUALITAS AIR PADA TAMBAK UDANG INTENSIF**

Oleh:  
**SARTIKA TANGGUDA**  
NIM. 115080509111003

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 27 Juni 2013 dan  
dinyatakan telah memenuhi syarat

**DOSEN PENGUJI II**

**Dr. Ir. ANIK MARTINAH H., M.Sc**  
NIP. 19610310 198701 2 001

**TANGGAL:**

**MENYETUJUI,  
DOSEN PEMBIMBING I**

**Dr. Ir. M. FADJAR, M.Sc**  
NIP. 19621014 198701 1 001

**TANGGAL:**

**DOSEN PEMBIMBING II**

**Ir. ELLANA SANOESI, MP**  
NIP. 19630924 199803 2 002

**TANGGAL:**

**MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN MSP**

**Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS**  
NIP. 19600322 198601 1 001

**TANGGAL:**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2013

Mahasiswa

SARTIKA TANGGUDA



## UCAPAN TERIMA KASIH

Pembuatan laporan skripsi ini tidak luput dari bantuan banyak pihak untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

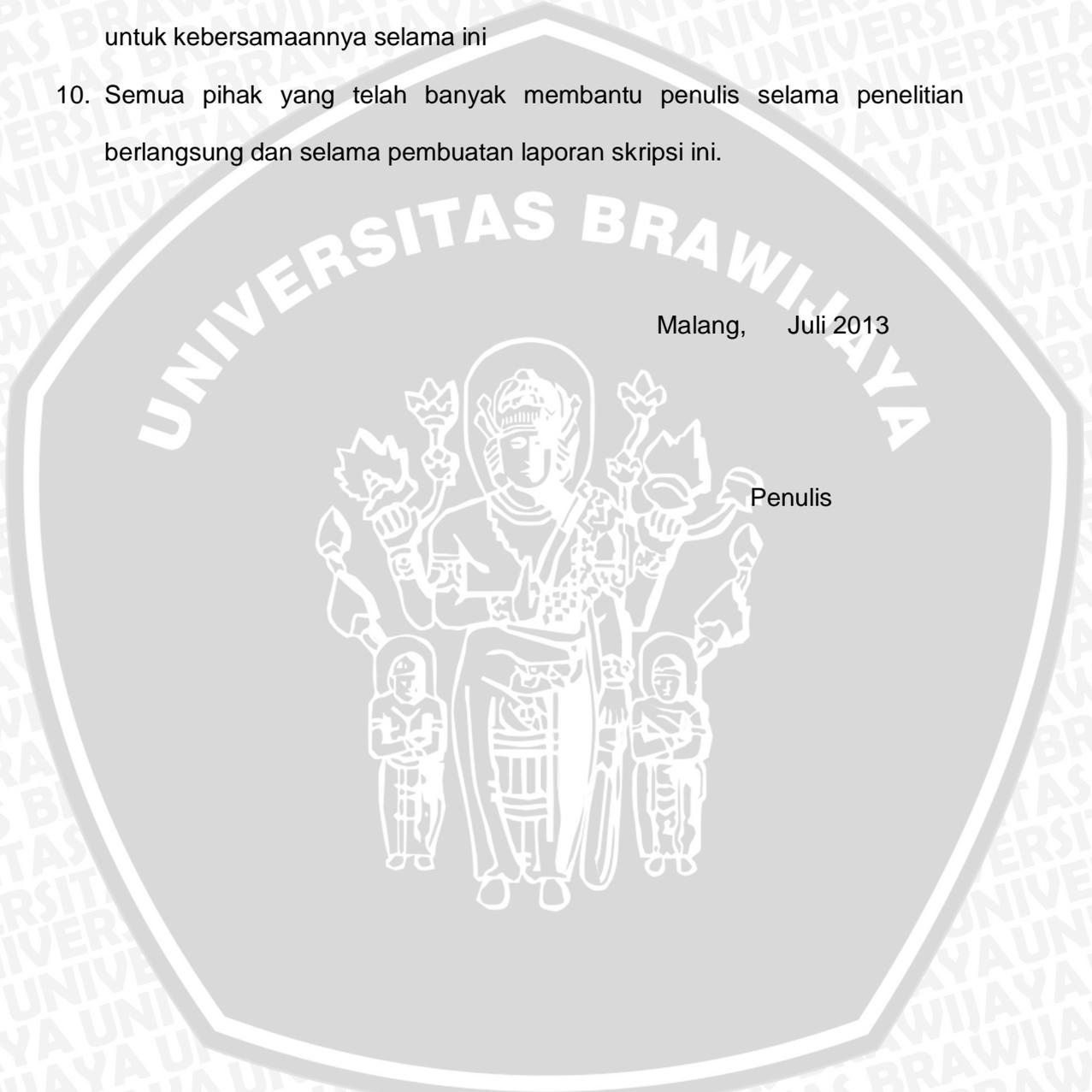
1. Allah SWT (Penerang Hatiku) yang telah memberikan banyak berkah kepada penulis untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Kedua Orang Tua dan keluarga Singaraja yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ellana Sanoesi, MP selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Anik Martinah H., M.Sc selaku dosen penguji II yang telah hadir pada ujian skripsi dan memberikan banyak masukan untuk perbaikan laporan skripsi ini.
5. Bapak Heri, Bapak Bambang, Bapak Fek Siu, Bapak Parmin, Bapak Joko, Bapak Suryo, Bapak Erwin, serta segenap teknisi tambak yang telah memberikan izin penelitian, mengambil sampel, dan membantu penulis selama penelitian berlangsung. Terima kasih banyak untuk ilmu yang sangat berharga yang telah diberikan kepada penulis.
6. Mbak Hawa, Mbak Titin, dan Mbak Iwin yang setia membimbing penulis selama penelitian berlangsung.
7. Rekan penelitian "Bioflok, Semi bioflok, dan Plankton" (Bunda Dian, Dewi, Leli, Mega, dan Mey) terima kasih banyak atas bantuan, semangat, & kekompakannya selama ini.
8. Anak-anak ALJERS 2011 (Eby, Dewi, Rani, Mey, Niar, Mbak Siti, Ida, Robby, Agung, Bang Dio, Yoni, Riko, Chaqy, n Bang Paul) yang telah

banyak membantu penulis selama menimba ilmu disini. Untuk kakak-kakak dan adek-adek ALJERS thank's very much untuk semangat dan bantuannya.

9. Ibu n Bapak Kos Bambu 215 E, Mbak Milla & Keluarga, Anak-anak Kosan (Inggrid, Lia, Dian, Linda, Neng Roro, Arlin, Putri, Devi, n Ike), terima kasih untuk kebersamaannya selama ini
10. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung dan selama pembuatan laporan skripsi ini.

Malang, Juli 2013

Penulis



## RINGKASAN

**SARTIKA TANGGUDA.** Pengaruh Teknologi Budidaya yang Berbeda Terhadap Kualitas Air pada Tambak Udang Intensif (dibawah bimbingan **Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc. dan Ir. Ellana Sanoesi, MP.**)

---

Budidaya udang di Indonesia dalam beberapa dekade terakhir ini dikembangkan secara mantap dalam rangka menanggapi permintaan pasar udang dunia. Sistem budidaya cenderung berubah dari budidaya ekstensif menjadi budidaya intensif untuk menanggapi permintaan udang yang terus meningkat tersebut. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton merupakan variasi dalam sistem tambak udang intensif yang ada di Tuban, Jawa Timur. Oleh karena sistem budidaya udang vaname intensif menggunakan padat tebar tinggi, maka peluang terjadinya permasalahan pengelolaan kualitas air menjadi tinggi. Penerapan teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton diharapkan mampu mengatasi permasalahan pengelolaan kualitas air.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan teknologi budidaya yang berbeda terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) dan tingkat kelulushidupan pada tambak udang vaname intensif. Penelitian ini dilaksanakan di tiga lokasi pertambakan udang vaname yaitu: 1) Desa Bancar, Kecamatan Bancar, 2) Desa Tasikmadu, Kecamatan Palang dan 3) Desa Keradenan, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur pada bulan September 2012 hingga bulan Maret 2013.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Sampel air diperoleh dari tiga lokasi pertambakan udang vaname dengan tiga kali ulangan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah nilai amonia, nitrit, dan nitrat, suhu, pH, DO, salinitas, kecerahan, tingkat kelulushidupan, dan produksi udang vaname. Data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisa secara statistik dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan aplikasi statistik yaitu SPSS versi 16.0.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar rata-rata amonia, nitrit, dan nitrat pada ketiga teknologi budidaya mengalami perubahan selama masa budidaya berlangsung. Kadar rata-rata amonia pada tambak bioflok berkisar antara 0,037 – 0,044 ppm. Kadar rata-rata amonia pada tambak semi bioflok berkisar antara 0,011 – 0,015 ppm. Kadar rata-rata amonia pada tambak plankton berkisar antara 0,023 – 0,026 ppm. Kadar rata-rata nitrit pada tambak bioflok berkisar antara 0,128 – 0,135 ppm. Kadar rata-rata nitrit pada tambak semi bioflok berkisar antara 0,075 – 0,112 ppm. Kadar rata-rata nitrit pada tambak plankton berkisar antara 0,030 – 0,039 ppm. Kadar rata-rata nitrat pada tambak bioflok berkisar antara 1,231 – 1,414 ppm. Kadar rata-rata nitrat pada tambak semi bioflok berkisar antara 0,667 – 0,704 ppm. Kadar rata-rata nitrat

pada tambak plankton berkisar antara 0,883 – 0,980 ppm. Rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak bioflok adalah 82,74%. Rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak semi bioflok adalah 72,92%. Rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak plankton adalah 80,62%. Rata-rata produksi udang vaname pada tambak bioflok berkisar antara 20,78 – 26,28 ton/ha. Rata-rata produksi udang vaname pada tambak semi bioflok berkisar antara 14,83 – 20,29 ton/ha. Rata-rata produksi udang vaname pada tambak plankton berkisar antara 7,49 – 9,25 ton/ha. Parameter kualitas air pada masing-masing tambak (bioflok, semi bioflok dan plankton) diantaranya adalah suhu (27 – 32°C), pH (6,5 – 8,2), DO (4,70 – 7,30 ppm), salinitas (1 – 39 ppt), kecerahan (20 – 35 cm). Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa kadar amonia, nitrit, dan nitrat pada tambak bioflok memberikan pengaruh yang terbesar pada tambak udang vaname. Kadar amonia, nitrit, dan nitrat yang baik ini berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan dan produksi udang vaname, dimana tingkat kelulushidupan dan produksi pada tambak bioflok menunjukkan nilai tertinggi.

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar amonia, nitrit, dan nitrat dalam perairan tambak. Teknologi ini dapat mengontrol kadar amonia, nitrit, dan nitrat dalam tambak yang dapat berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup dan produksi udang vaname. Tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak bioflok mencapai nilai tertinggi, yaitu 82,74%, dibandingkan dengan tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak semi bioflok (72,92%) dan plankton (80,62).

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah perlu dilakukan identifikasi bakteri dan plankton secara berkala pada ketiga teknologi budidaya untuk mengetahui pergeseran komunitas bakteri dan plankton pada masing-masing teknologi budidaya.

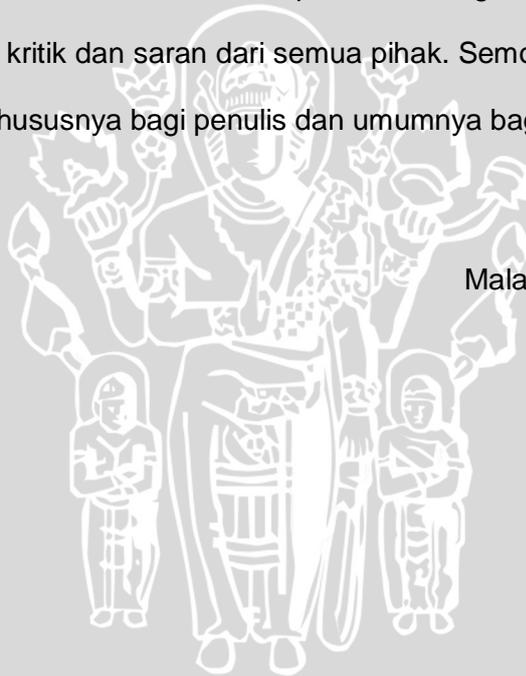
## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan skripsi dengan judul **"Pengaruh Teknologi Budidaya yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Tambak Udang Intensif"** dapat terselesaikan. Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), teknologi budidaya, kualitas air, tingkat kelulushidupan dan produksi udang.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan karena keterbatasan penulis sebagai manusia, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Malang, Juli 2013

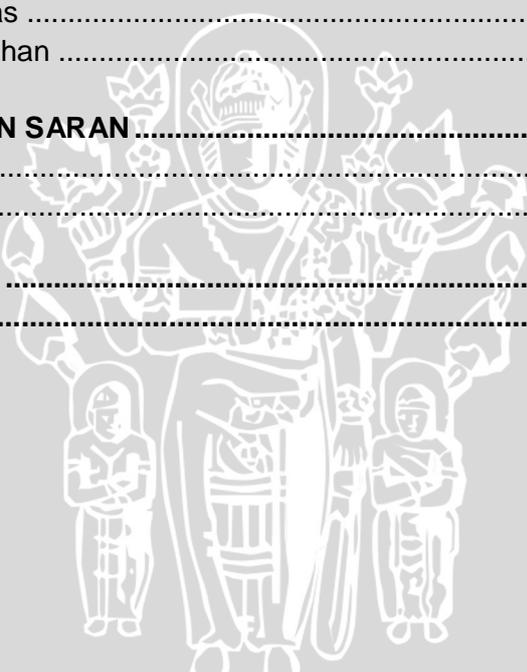
Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	5
1.5 Hipotesis .....	5
1.6 Waktu dan Tempat.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )...	6
2.2 Habitat dan Penyebaran Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )...	8
2.3 Makanan Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	9
2.4 Budidaya Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	10
2.4.1 Teknologi Budidaya dengan Sistem Bioflok.....	11
2.4.2 Teknologi Budidaya dengan Sistem Semi Bioflok.....	13
2.4.3 Teknologi Budidaya dengan Sistem Plankton.....	16
2.5 Kualitas Air.....	19
2.5.1 Amonia (NH <sub>3</sub> ).....	19
2.5.2 Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	20
2.5.3 Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	21
2.5.4 Suhu.....	22
2.5.5 pH (Derajat Keasaman).....	24
2.5.6 DO (Oksigen Terlarut).....	26
2.5.7 Salinitas.....	29
2.5.8 Kecerahan.....	30
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
3.1 Materi Penelitian .....	32
3.1.1 Alat Penelitian.....	32
3.1.2 Bahan Penelitian.....	32
3.2 Metode Penelitian .....	32
3.3 Rancangan Percobaan .....	33
3.4 Parameter Uji .....	35
3.4.1 Parameter Utama.....	35
3.4.2 Parameter Penunjang.....	35

3.4.3	Pengukuran Parameter Uji.....	36
3.5	Prosedur Penelitian.....	36
3.5.1	Persiapan Penelitian.....	36
3.5.2	Pelaksanaan Penelitian.....	36
3.6	Analisa Data.....	46
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1	Amonia pada Tambak Udang Vaname .....	48
4.2	Nitrit pada Tambak Udang Vaname .....	53
4.3	Nitrat pada Tambak Udang Vaname .....	58
4.4	Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname .....	63
4.5	Produksi Udang Vaname .....	66
4.6	Kualitas Air Tambak Udang Vaname .....	68
4.6.1	Suhu .....	68
4.6.2	pH (Derajat Keasaman) .....	69
4.6.3	DO (Oksigen Terlarut) .....	72
4.6.4	Salinitas .....	75
4.6.5	Kecerahan .....	77
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>80</b>
5.1	Kesimpulan .....	80
5.2	Saran .....	80
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>86</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	7
2. Morfologi Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	8
3. Denah Percobaan Penelitian .....	34
4. Prosedur Kerja pada Penelitian Pengaruh Teknologi Budidaya yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Tambak Udang Intensif.....	37
5. Kurva Standart Amonia .....	39
6. Kurva Standart Nitrit .....	40
7. Kurva Standart Nitrat .....	42
8. Kadar Rata-rata Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	48
9. Kadar Rata-rata Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	54
10. Kadar Rata-rata Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	59
11. Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda.....	64
12. Rata-rata Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	66
13. Rata-rata Suhu pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	68
14. Rata-rata pH pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	70
15. Rata-rata Oksigen Terlarut pada Teknologi Budidaya yang Berbeda ....	72
16. Rata-rata Salinitas pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	75
17. Rata-rata Kecerahan pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Deskripsi Masing-masing Teknologi Budidaya .....	35
2. Larutan Standart Amonia .....	38
3. Konsentrasi Larutan Standart Amonia.....	38
4. Larutan Standart Nitrit.....	40
5. Konsentrasi Larutan Standart Nitrit.....	40
6. Larutan Standart Nitrat.....	41
7. Konsentrasi Larutan Standart Nitrat.....	42
8. Kadar Rata-rata Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	48
9. Sidik Ragam Kadar Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda ....	50
10. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	51
11. Kadar Rata-rata Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	54
12. Sidik Ragam Kadar Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	55
13. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	56
14. Kadar Rata-rata Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	59
15. Sidik Ragam Kadar Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	60
16. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	61
17. Persentase Rata-rata Tingkat Kelulushidupan (SR) Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	63
18. Rata-rata Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	66

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian .....	87
2. Analisa Nilai Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	89
3. Analisa Nilai Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	91
4. Analisa Nilai Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	93
5. Data Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	95
6. Data Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	96
7. Data Suhu Air pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	97
8. Data pH (Derajat Keasaman) pada Teknologi Budidaya yang Berbeda .....	98
9. Data DO (Oksigen Terlarut) pada Teknologi Budidaya yang Berbeda...	99
10. Data Salinitas pada Teknologi Budidaya yang Berbeda.....	100
11. Data Kecerahan pada Teknologi Budidaya yang Berbeda.....	101



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan bidang perikanan secara global sangat bertumpu pada sektor perikanan budidaya baik air tawar, payau maupun laut setelah produksi perikanan tangkap mengalami penurunan. Berdasarkan FAO (2007) produksi akuakultur dari tahun ke tahun meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk dan telah mensuplai kira-kira 43% dari semua ikan yang dikonsumsi oleh seluruh penduduk di dunia. Fakta ini menunjukkan bahwa akuakultur telah menjadi sebuah industri. Konsekuensinya akuakultur cenderung dilakukan dengan metode produksi intensif.

Di Indonesia, dalam dekade terakhir ini budidaya udang dikembangkan secara mantap dalam rangka menanggapi permintaan pasar udang dunia. Pengembangan budidaya udang vaname semakin pesat menggantikan budidaya udang windu. Alasan utama bagi beralihnya komoditas budidaya udang windu ke udang vaname antara lain adalah performa dan laju pertumbuhan udang windu yang rendah serta kerentanannya yang tinggi terhadap penyakit. Hal ini ditunjukkan dengan mulai menurunnya produksi industri budidaya udang akibat patogen viral yang menyerang udang windu mulai tahun 1990. Produksi udang kemudian meningkat lagi dengan pesat setelah dibudidayakannya udang vaname. Produksi udang vaname pada tahun 2002 sebesar 5000 ton/tahun (10% dari total produksi udang) dan diperkirakan menjadi 20000 ton/tahun (23% dari total produksi udang) pada tahun 2003 (FAO, 2003).

Dalam pengembangan industri budidaya udang diperlukan sumberdaya lingkungan yang memadai untuk menghasilkan produksi yang ditargetkan. Namun, kondisi lingkungan, baik kuantitas maupun kualitas, semakin menjadi pembatas sehingga sistem produksi cenderung berubah dari budidaya berbasis

luasan (ekstensifikasi) ke arah perbaikan pengelolaan sistem budidaya (intensifikasi) (Thakur dan Lin, 2003). Berkaitan dengan hal tersebut, dalam budidaya udang vaname di tambak juga diterapkan sistem budidaya intensif.

Konsep dari budidaya udang intensif yaitu penggunaan padat tebar tinggi dengan diberi pakan yang tepat (Xincai dan Yongquan, 2001), agar tidak mengakibatkan penurunan kualitas air sehingga kelangsungan hidup dapat dipertahankan tinggi. Padat tebar pada sistem budidaya udang windu intensif sekitar 20-50 ekor/m<sup>2</sup>, sedangkan pada udang vaname 75-150 ekor/m<sup>2</sup> atau lebih. Perbedaan padat tebar tersebut sangat berpengaruh terhadap teknik produksi. Bagaimanapun, sifat udang windu yang lebih banyak menempati dasar tambak akan berbeda dengan udang vaname yang cenderung menempati seluruh kolom air. Selama ini, teknik produksi yang diterapkan pada budidaya udang vaname kebanyakan mengadopsi dari teknik produksi udang windu.

Menurut Boyd (1990), dalam sistem budidaya intensif, pemenuhan materi bagi pertumbuhan udang diperoleh dari pemberian pakan buatan. Jumlah pakan yang diberikan akan meningkat sesuai dengan peningkatan biomassa udang akibat adanya pertumbuhan. Sisa pakan dan ekskresi udang akan membentuk kumpulan bahan organik di dalam media pemeliharaan yang memerlukan oksigen terlarut untuk menguraikannya. Kondisi ini berpotensi untuk terjadinya defisit oksigen yang selanjutnya dapat menyebabkan kondisi anaerob dalam sistem budidaya. Dalam kondisi anaerob, penguraian bahan organik akan menghasilkan senyawa beracun, terutama ammonia (NH<sub>3</sub>) dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S). Secara keseluruhan, kondisi ini akan menyebabkan penurunan kualitas air sehingga mengganggu metabolisme dan kehidupan udang. Selanjutnya, akibat akhir sebagai keluaran sistem adalah rendahnya biomassa melalui penurunan laju pertumbuhan dan peningkatan kematian udang.

Tuban merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang sebagian besar kegiatan budidayanya dilakukan pada kegiatan pembesaran udang vaname. Kegiatan pembesaran udang vaname dilakukan secara intensif dalam beberapa tahun belakangan ini untuk mencukupi permintaan pasar udang vaname yang terus mengalami peningkatan. Sistem budidaya intensif ini terdiri dari tiga teknologi budidaya, yaitu bioflok, semi bioflok, dan plankton.

Teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton merupakan variasi dalam sistem tambak udang intensif. Prinsip dari penerapan sistem budidaya udang intensif adalah tingkat pemanfaatan pakan yang tinggi dengan kualitas media tetap layak bagi kehidupan udang sehingga pertumbuhan dan produksi udang dapat mencapai target yang ditetapkan. Konsekuensi dari ketidaktepatan pemberian pakan yang diikuti penurunan kualitas air adalah sintasan tidak sesuai harapan yang berlanjut pada penurunan pertumbuhan biomassa udang. Oleh karena sistem budidaya udang vaname intensif menggunakan padat tebar tinggi, maka peluang terjadinya permasalahan pengelolaan kualitas air menjadi tinggi. Penerapan teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton diharapkan mampu mengatasi permasalahan pengelolaan kualitas air. Untuk itu diperlukan penelitian yang mengkaji dan mengevaluasi pengelolaan kualitas air pada teknologi budidaya sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton untuk pemantapan teknologi budidaya udang vaname intensif.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam kegiatan budidaya dikenal istilah *high risk, high profit, medium risk, medium profit*, dan *low risk, low profit*. Budidaya udang dengan sistem intensif termasuk ke dalam istilah *high risk, high profit* karena padat tebar yang tinggi sehingga resiko kematian udang yang tinggi, namun apabila mampu mengelola

semua komponen dengan baik maka keuntungan yang didapat akan tinggi. Kualitas air merupakan salah satu komponen yang harus dikelola untuk menjaga stabilitas kehidupan udang selama masa budidaya. Apabila kualitas air rendah, maka kemungkinan udang terserang penyakit akan tinggi.

Teknologi budidaya udang vaname yang diterapkan di Tuban terdiri dari teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton. Perbedaan mendasar pada ketiga teknologi ini adalah mengenai keintensifan pemberian probiotik. Pada tambak bioflok, pemberian probiotik dilakukan setiap hari selama masa budidaya udang; pada tambak semi bioflok, pemberian probiotik dilakukan pada pertengahan masa budidaya sampai panen; sedangkan pada tambak plankton, pemberian probiotik dilakukan pada awal masa budidaya udang. Penerapan ketiga teknologi budidaya ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan pengelolaan kualitas air pada tambak udang vaname intensif. Untuk itu diperlukan penelitian yang mengkaji dan mengevaluasi pengelolaan kualitas air pada teknologi budidaya sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton untuk pemantapan teknologi budidaya udang vaname intensif.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu :

- a. Apakah penerapan teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) tambak udang vaname?
- b. Apakah penerapan teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan udang vaname?

### 1.3 Tujuan Penelitian

**Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :**

- a. Mengetahui pengaruh penerapan teknologi budidaya yang berbeda terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) tambak udang vaname.

- b. Mengetahui pengaruh penerapan teknologi budidaya yang berbeda terhadap tingkat kelulushidupan udang vaname.

#### 1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui teknologi budidaya dalam sistem budidaya udang vaname secara intensif dapat mempengaruhi kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) dan tingkat kelulushidupan udang vaname dan dapat diaplikasikan langsung dalam pengelolaan kualitas air pada tambak udang vaname secara intensif.

#### 1.5 Hipotesis

$H_0$  : Diduga teknologi budidaya yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) dalam tambak udang vaname intensif.

$H_1$  : Diduga teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) dalam tambak udang vaname intensif.

#### 1.6 Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di tiga lokasi tambak udang vaname intensif (Bancar Mustika, PT. Sakalaguna Semesta, dan PT. Keradenan Jaya) di Tuban, Jawa Timur; Laboratorium Hidrobiologi; Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan; dan BPBAP Bangil pada bulan September 2012 – Maret 2013.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Udang Vaname memiliki nama latin *Litopenaeus vannamei* (Gambar 1) dan terdaftar dengan nomor 551682 dalam ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). Secara umum, di dunia ini vaname dikenal sebagai *West Coast White Shrimp*, *Camaron blanco*, atau *Langostino*. Sementara FAO sendiri menamakan udang ini sebagai *Whiteleg shrimp* atau *Crevette Pattes Blanches*. Udang vaname merupakan salah satu jenis udang yang pada mulanya dibudidayakan di belahan bumi barat (*west hemisphere*). Vaname berwarna putih bening sehingga sering disebut udang putih. Bentuk tubuh bercorak kebiru-biruan dari kromatofor yang berwarna biru dan terpusat di antara batas uropod dan telson (Gulf States Marine Fisheries Commission, 2006).

Menurut Martosudarmo dan Ranoemihardjo (1988), klasifikasi udang vaname adalah sebagai berikut.

Phylum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub-kelas	: Malacostraca
Series	: Eumalacostraca
Super order	: Eucarida
Order	: Decapoda
Sub order	: Dendrobranchiata
Infra order	: Penaeidea
Famili	: Penaeide
Genus	: Penaeus
Sub genus	: Litopenaeus
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>



Gambar 1. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Martosudarmo dan Ranoemihardjo (1988), secara morfologi (Gambar 2), udang dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu cephalothorax (bagian kepala dan badan yang dilindungi karapas) dan abdomen (bagian perut terdiri dari segmen/ruas-ruas).

#### **Bagian Kepala**

Pada ruas kepala terdapat mata majemuk yang bertangkai. Selain itu, memiliki 2 antena, yaitu antena I dan antena II. Antena I atau antenulles mempunyai dua buah flagellata pendek berfungsi sebagai alat peraba atau penciuman. Antena II atau antenae mempunyai dua cabang, exopodite berbentuk pipih disebut prosantema dan endopodite berupa cambuk panjang yang berfungsi sebagai alat perasa dan peraba. Pada bagian kepala juga terdapat mandibula yang berfungsi untuk menghancurkan makanan yang keras dan dua pasang maxilla yang berfungsi membawa makanan ke mandibula.

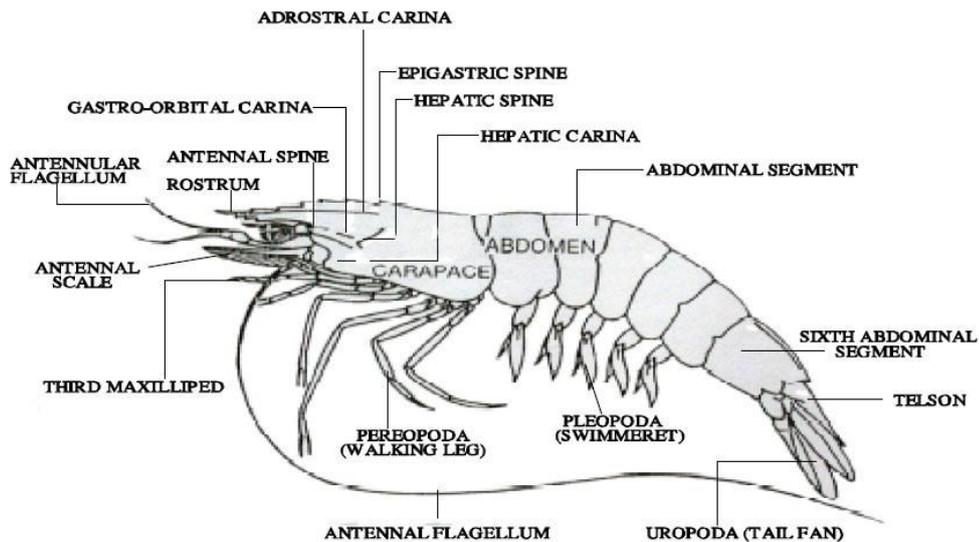
#### **Bagian Dada (Thorax)**

Bagian dada terdiri dari 8 ruas, masing-masing mempunyai sepasang anggota badan disebut *thoracopoda*. Thoracopoda 1-3 disebut maxiliped berfungsi sebagai pelengkap bagian mulut dalam memegang makanan. Thoracopoda 4-8

berfungsi sebagai kaki jalan (periopoda); sedangkan pada periopoda 1-3 mempunyai capit kecil yang merupakan ciri khas udang penaeidae.

### Bagian Perut (Abdomen)

Bagian abdomen terdiri dari 6 ruas. Ruas 1-5 memiliki sepasang anggota badan berupa kaki renang disebut pleopoda (*swimmeret*). Pleopoda berfungsi sebagai alat untuk berenang, bentuknya pendek dan ujungnya berbulu (*setae*). Pada ruas ke 6, berupa uropod dan bersama dengan telson berfungsi sebagai kemudi.



Gambar 2. Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

## 2.2 Habitat dan Penyebaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Martosudarmo dan Ranoemihardjo (1988), *L. vannamei* adalah binatang *catadroma*, artinya ketika dewasa ia bertelur di laut lepas berkadar garam tinggi, sedangkan ketika stadia larva ia migrasi ke daerah estuaria berkadar garam rendah. Pada awalnya udang vaname ditemukan setelah matang kelamin akan melakukan perkawinan di laut dalam sekitar 70 m di wilayah Pasifik lepas pantai (depan) Mexico dan Amerika Tengah dan Selatan

pada suhu air 26 – 28° C dan salinitas 35 ppt. Telurnya menyebar dalam air dan menetas menjadi nauplius di perairan laut lepas (*off shore*) bersifat zooplankton. Selanjutnya dalam perjalanan migrasi ke arah estuaria, larva *L. vaname* mengalami beberapa kali metamorfosa, seperti halnya pada udang *P. monodon*.

Udang vannamei merupakan bagian dari organisme laut. Beberapa udang laut menghabiskan siklus hidupnya di muara air payau. Perkembangan siklus hidup udang vannamei adalah dari pemuahan telur berkembang menjadi naupli, mysis, post larva, juvenil, dan terakhir berkembang menjadi udang dewasa. Udang dewasa memijah secara seksual di air laut dalam. Udang vannamei melakukan pemuahan dengan cara memasukkan sperma lebih awal ke dalam thelycum udang betina selama memijah sampai udang jantan melakukan moulting. Masuk ke stadia larva, dari stadia naupli sampai pada stadia juvenil berpindah ke perairan yang lebih dangkal dimana terdapat banyak vegetasi yang dapat berfungsi sebagai tempat pemeliharaan. Setelah mencapai remaja, mereka kembali ke laut lepas menjadi dewasa dan siklus hidup berlanjut kembali (Poernomo, 1988).

Menurut Anonymous (2011), daerah penyebaran alami *L. vannamei* ialah Pantai Lautan Pasifik sebelah barat Meksiko, Amerika Tengah dan Amerika Selatan, dimana suhu air laut sekitar 20°C sepanjang tahun. Sekarang *L. vannamei* telah menyebar karena diperkenalkan di berbagai belahan dunia karena sifatnya yang relatif mudah dibudidayakan, termasuk di Indonesia.

### 2.3 Makanan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Oceanic Institute di Hawaii membuktikan bahwa bakteri dan algae yang banyak tumbuh di badan (kolom) air kolam yang agak keruh, ternyata berperan penting sebagai makanan udang, menyebabkan udang tumbuh lebih cepat 50% dibanding dengan udang *L. vannamei* yang dipelihara di dalam kolam/bak yang

berair sangat bersih. Catatan ini membuktikan bahwa udang tumbuh optimum di kolam karena adanya *komunitas microbial* (Anonymous, 2011).

Menurut Poernomo (1988), *L. vannamei* memerlukan pakan dengan kandungan protein 35 %. Ini lebih rendah dibanding dengan kebutuhan untuk udang *P. monodon*, dan *P. japonicus* yang kebutuhan protein pakannya mencapai 45 % untuk tumbuh baik. Ini berarti dari segi pakan *L. vannamei* lebih ekonomis, sebab bahan pangan yang mengandung protein banyak tentu lebih mahal. *L. vannamei* tumbuh cepat jika pakannya mengandung cumi-cumi. Cumi-cumi telah diketahui mengandung banyak lemak tak jenuh (HUFA) antara lain *Cholesterol* yang diperlukan untuk pertumbuhan gonada udang, maupun untuk percepatan pertumbuhannya.

#### **2.4 Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)**

Tambak intensif/budidaya intensif tentunya membutuhkan lebih banyak input produksi terutama benih dan pakan serta sistem manajemen yang lebih baik. Pada sistem budidaya intensif, keberadaan dan ketergantungan terhadap pakan alami sangat dibatasi, sehingga pakan buatan menjadi satu-satunya sumber makanan bagi organisme yang dipelihara (Tacon, 1987). Organisme akuatik umumnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakannya. Namun demikian organisme akuatik hanya dapat meretensi protein sekitar 20 - 25% dan selebihnya akan terakumulasi dalam air (Stickney, 2005).

Metabolisme protein oleh organisme akuatik umumnya menghasilkan amonia sebagai hasil ekskresi. Pada saat yang sama protein dalam feses dan pakan yang tidak termakan akan diuraikan oleh bakteri menjadi produk yang sama. Dengan demikian semakin intensif suatu kegiatan budidaya akan diikuti dengan semakin tingginya konsentrasi senyawa nitrogen terutama amonia dalam air (Avnimelech, 2007).

Pengelolaan tambak udang pola intensif ditandai dengan pemakaian sarana penunjang bagi kelangsungan budidaya seperti pengelolaan pakan, air, dan kincir yang merupakan variabel yang sangat menentukan keberhasilan budidaya udang. Pemberian pakan buatan pada tambak pola intensif akan meningkat sejalan dengan pertumbuhan udang dan aktivitas budidaya. Dalam kenyataannya tidak semua pakan yang diberikan dimakan oleh udang. Pakan yang tidak dimakan (sisa pakan) dan ekskresi udang akan menambah bahan organik dalam lingkungan tambak (Boyd, 1992).

#### 2.4.1 Teknologi Budidaya dengan Sistem Bioflok

Teknologi bioflok merupakan salah satu alternatif baru dalam mengatasi masalah kualitas air dalam akuakultur yang diadaptasi dari teknik pengolahan limbah domestik secara konvensional (de Schryver *et al.*, 2008). Prinsip utama yang diterapkan dalam teknologi ini adalah manajemen kualitas air yang didasarkan pada kemampuan bakteri heterotrof untuk memanfaatkan N organik dan anorganik yang terdapat di dalam air.

Pada kondisi C dan N yang seimbang dalam air, bakteri heterotrof akan memanfaatkan N, baik dalam bentuk organik maupun anorganik, yang terdapat dalam air untuk pembentukan biomasa sehingga konsentrasi N dalam air menjadi berkurang (de Schryver *et al.*, 2008). Secara teoritis, pemanfaatan N oleh bakteri heterotrof dalam sistem akuakultur disajikan dalam reaksi kimia berikut.



Pembentukan bioflok oleh bakteri terutama bakteri heterotrof secara umum bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan nutrisi, menghindari stress lingkungan dan predasi. Flok bakteri tersusun atas campuran berbagai jenis

mikro-organisme (bakteri pembentuk flok, bakteri filamen, fungi), partikel-partikel tersuspensi, berbagai koloid dan polimer organik, berbagai kation dan sel-sel mati dengan ukuran bervariasi dengan kisaran 100 - 1000  $\mu\text{m}$  (de Schryver *et al.*, 2008).

Selain flok bakteri, berbagai jenis organisme lain juga ditemukan dalam bioflok seperti protozoa, rotifer dan oligochaeta (Azim *et al.*, 2007). Komposisi organisme dalam flok akan mempengaruhi struktur bioflok dan kandungan nutrisi bioflok. Ju *et al.* (2008) dalam Ekasari (2009), melaporkan bahwa bioflok yang didominasi oleh bakteri dan mikroalga hijau mengandung protein yang lebih tinggi (38 dan 42% protein) daripada bioflok yang didominasi oleh diatom (26%).

*Bio-flocs* dibentuk dengan asupan karbon organik atau anorganik yang secara sengaja ditambahkan ke kolam atau tambak seperti molase. Hal ini merupakan suatu teknik yang lebih praktis dan murah untuk mengurangi penumpukan nitrogen anorganik di dalam kolam. Kegiatan kontrol nitrogen dapat dilakukan melalui pemberian karbon sebagai sumber energi atau pakan bagi bakteri. Nitrogen akan berkurang karena terjadi penyusunan protein atau SCP (*single cell protein*) oleh mikroba. Mekanismenya ialah dengan penambahan karbon, amonium akan tereduksi karena dimanfaatkan bakteri untuk memproduksi protein mikroba (Najamuddin, 2008).

Hingga saat ini teknologi bioflok telah diaplikasikan pada budidaya ikan dan udang seperti nila, *sturgeon*, *snook*, udang putih dan udang windu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi teknologi bioflok berperan dalam perbaikan kualitas air, peningkatan biosekuriti, peningkatan produktivitas, peningkatan efisiensi pakan serta penurunan biaya produksi melalui penurunan biaya pakan (Taw, 2005).

Pertumbuhan bioflok dalam sistem akuakultur dipengaruhi oleh faktor kimia, fisika dan biologis dalam air. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan

untuk mendorong pembentukan bioflok dalam sistem budidaya diantaranya adalah pergantian air seminimal mungkin hingga mendekati nol, aerasi kuat serta peningkatan rasio C/N (Van Wyk dan Avnimelech, 2007 dalam Ekasari, 2009). Karakteristik sistem bioflok adalah kebutuhan oksigen yang tinggi dan laju produksi biomassa bakteri yang tinggi. Oleh karena itu dalam sistem ini diperlukan aerasi dan pengadukan yang kuat untuk menjamin kebutuhan oksigen baik dari organisme budidaya maupun biomassa bakteri serta untuk memastikan bahwa bioflok tetap tersuspensi dalam air dan tidak mengendap. Intensitas pengadukan dan kandungan oksigen juga mempengaruhi struktur dan komposisi bioflok. Intensitas pengadukan yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi ukuran bioflok sedangkan kandungan oksigen yang terlalu rendah dapat menyebabkan dominasi bakteri filamen pada bioflok yang akan menyebabkan bioflok cenderung terapung.

#### **2.4.2 Teknologi Budidaya dengan Sistem Semi Bioflok**

Permasalahan penyakit dan harga pakan udang yang semakin tinggi menyebabkan biaya produksi udang semakin meningkat, sementara harga udang stabil. Oleh karena itu, budidaya udang harus dilakukan secara efisien dan efektif dan satu diantaranya adalah dengan penambahan sumber karbohidrat yang berfungsi untuk merangsang penumbuhan bakteri heterotrof, yang selanjutnya bakteri heterotrof tersebut dapat dijadikan sumber substitusi pakan bagi udang yang dibudidayakan, sehingga diharapkan akan terjadi efisiensi biaya produksi (Gunarto dan Abdul, 2010).

Menurut Gunarto dan Abdul (2010), sintasan udang vaname pada perlakuan pemberian tepung tapioka lebih tinggi dibanding sintasan udang vaname dengan perlakuan yang diberi fermentasi probiotik. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan fungsi bakteri heterotrof yang mungkin banyak dikonsumsi oleh

udang vaname, sehingga udang menjadi lebih tahan terhadap serangan WSSV. Nampak bahwa pemberian tepung tapioka berdampak positif terhadap peningkatan pertumbuhan, sintasan, dan produksi udang vaname meskipun di tengah proses budidayanya juga terserang WSSV.

Persentase Bacillariophyceae di dalam kolam budidaya tidak sebanyak di lingkungan. Cyanophyceae ditemukan dominan dari awal hingga pertengahan masa budidaya sekitar DOC 80 dan kondisi fitoplankton seperti ini kurang baik untuk udang. Kelimpahan Cyanophyceae yang tinggi tersebut disebabkan oleh rasio N : P yang rendah dimana rasio N : P yang terukur dari awal hingga akhir budidaya tidak melebihi 2 : 1. Jumlah Chlorophyceae kemudian meningkat dengan cepat mulai DOC 80 hingga panen dan penyebabnya masih belum diketahui. Cyanophyceae dan Dinophyceae merupakan kelas yang tidak diinginkan karena kedua kelas tersebut dapat menghasilkan racun bagi udang. Fitoplankton yang diharapkan untuk tumbuh adalah dari kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae karena kedua kelas ini dapat dijadikan pakan alami bagi udang selain sebagai penambah oksigen di kolom air. Secara umum, keenam petak budidaya yang diamati didominasi oleh Cyanophyceae dan Chlorophyceae (Elfinurfajri, 2009).

Setengah dari nitrogen yang masuk ke dalam kolam (yang berasal dari pakan) akan dikonversi menjadi amonia. Akumulasi amonia diatasi dan dikelola dengan memanipulasi alga. Tetapi alga ini hanya bisa mereduksi amonia dalam jumlah sedikit sehingga akumulasi amonia dalam kolam tetap tinggi. Amonia yang tinggi dapat mengakibatkan tingginya kandungan nitrit perairan yang bersifat toksik. Nitrit tersebut merupakan produk antara bakteri nitrifikasi yang memanfaatkan amonia dalam prosesnya. Selain itu amonia yang tinggi juga dapat mengakibatkan blooming alga. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan pergantian air secara

rutin. Tetapi hal tersebut tidak selalu dapat dilakukan, terkait dengan masalah lingkungan, kualitas air, limbah buangan budidaya, dan lain-lain. Oleh karenanya pengembangan sistem heterotrof dapat menjadi salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengontrol nitrogen anorganik (Willet dan Marrison, 2006).

Sistem heterotrof ini berdasar pada bakteri. Bakteri memegang peranan penting dalam dekomposisi nutrisi organik di dalam kegiatan produksi akuakultur dan sedimen tambak (Hadi, 2006). Beberapa faktor kunci pengembangan sistem heterotrof ini menurut McIntosh (2000), yaitu (1) kepadatan yang tinggi; (2) aerasi yang cukup bagi pergerakan air untuk menjaga padatan tetap terlarut dan tingkat oksigen mencukupi bagi kesehatan udang; (3) input bahan organik yang tinggi, sebagai sumber makanan baik bagi udang maupun bakteri. Selain itu perlu diperhatikan juga mengenai keseimbangan nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri, seperti karbon dan nitrogen.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk proses intensifikasi bakteri antara lain (Brune *et al.*, 2003 dalam Yuniasari, 2009) : (1) peningkatan aerasi untuk meningkatkan proses pencampuran sedimen yang bertujuan untuk meningkatkan proses nitrifikasi pada kolom air; (2) penambahan bahan berkarbon untuk menstimulasi pertumbuhan bakteri. Penambahan bahan berkarbon merupakan teknik yang potensial untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri dalam lingkungan budidaya. Bakteri heterotrof akan menggunakan karbon organik sebagai sumber energi, berkorelasi dengan nitrogen yang akan digunakan untuk sintesis protein demi menghasilkan material sel baru (Willet dan Marrison, 2006).

Molase (gula tetes) merupakan buangan akhir proses pengolahan gula setelah mengalami kristalisasi berulang, berwarna coklat kehitaman dan berbentuk cairan kental. Molase mengandung 48 – 56% gula dan sedikit bahan atau unsur-unsur mikro (*trace element*) yang penting bagi kehidupan organisme,

seperti cobalt, boron, iodium, tembaga, mangan, dan seng. Selain itu, molase juga mengandung vitamin dan pigmen (Saputra, 2008). Penggunaan molase sebagai sumber karbon didasarkan pada harga molase yang relatif murah, memiliki kandungan karbon yang tinggi, serta penggunaannya cukup mudah. Penggunaan molase mampu mengurangi nilai total amonia nitrogen (TAN) dari kolam budidaya (Willet dan Marrison, 2006).

### **2.4.3 Teknologi Budidaya dengan Sistem Plankton**

Menurut Ranoemihardjo dan Lantang (1985), keberhasilan pemeliharaan udang di tambak semi intensif dan ekstensif sangat ditentukan oleh ketersediaan makanan alami. Satu diantara usaha untuk peningkatan pakan alami di tambak adalah dengan cara pemupukan. Pemupukan dimaksudkan sebagai usaha pemberian nutrien ke dalam tanah atau di tambak dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung perairan guna menghasilkan makanan alami bagi mikroorganismenya. Lebih lanjut ditegaskan oleh Huet (1978) bahwa pemupukan merupakan usaha untuk meningkatkan kesuburan perairan. Dengan menambah unsur hara secara periodik melalui pemupukan dalam jumlah tertentu ke dalam perairan akan merangsang pertumbuhan fitoplankton sehingga mempengaruhi kesuburan perairan.

Pupuk organik merupakan salah satu jenis pupuk yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesuburan tanah mengingat sifat pupuk organik yang sangat menonjol yaitu mengandung unsur hara makro dan mikro. Selanjutnya dikatakan bahwa terbentuknya humus, pupuk organik juga memperbaiki kehidupan biologi tanah dan mineral (unsur hara) dan hasil proses mineralisasi humus. Pupuk ini memiliki kesanggupan melepaskan zat hara secara berangsur-angsur sesuai dengan tingkat perombakannya sehingga kelestarian zat hara dalam perairan dapat terjaga (Setyamidjaya, 1986).

Keberadaan plankton di tambak di samping berfungsi sebagai pakan udang dapat pula berperan sebagai salah satu dari parameter ekologi yang dapat menggambarkan kondisi suatu perairan. Dawes (1981) dalam Amin (2010), salah satu ciri khas organisme fitoplankton yaitu merupakan dasar dari mata rantai pakan di perairan. Oleh karena itu, kehadiran plankton di suatu perairan dapat menggambarkan karakteristik suatu perairan apakah berada dalam keadaan subur atau tidak. Kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan dan karakteristik fisiologisnya.

Pada masa pemeliharaan, dominasi Dynophyceae dan Cyanophyceae mulai terjadi setelah umur pemeliharaan 60, 80, dan 100 hari. Pada umur 70 dan 90 hari, perairan lebih didominasi kelompok Bacillariophyceae dan Chlorophyceae. Pada kondisi cuaca berawan (mendung) dengan intensitas cahaya matahari rendah, Dymnophagellata dapat bergerak ke permukaan. Hal ini disebabkan oleh adanya organ flanel pada kelompok tersebut yang dapat memudahkan pergerakannya, sehingga permukaan perairan didominasi oleh kelompok ini. Kondisi demikian menyebabkan penetrasi cahaya matahari tidak sampai jatuh ke dalam perairan. Akibat kompetisi tersebut akan terjadi peristiwa *blooming* dari Dymnophagellata. Dominasi oleh Dymnophagellata dapat merugikan karena memiliki kemampuan untuk berkembang biak dengan cepat dan mati dalam waktu yang singkat yang dapat menyebabkan kondisi perairan menjadi beracun (Budiardi *et al.*, 2007).

Menurut Budiardi *et al.* (2007), pada kondisi yang sama, Cyanophyceae dapat mendominasi permukaan karena memiliki gelembung gas dalam tubuhnya, sehingga dapat memudahkannya bergerak menuju permukaan air dan dapat terakumulasi di permukaan. Keadaan ini menjadi lebih buruk bila konsentrasi CO<sub>2</sub> rendah dan terjadi penurunan nutrisi secara ekstrem yang pada akhirnya mengakibatkan kematian masal dan menimbulkan penurunan konsentrasi

oksigen terlarut untuk proses perombakannya. Bila kondisi tersebut terus berlangsung maka sisa-sisa plankton dapat menimbulkan racun di perairan.

Rasio N/P sangat berpengaruh terhadap dominasi komunitas fitoplankton merugikan yang timbul pada umur 60 – 100 hari. Variasi nilai yang ditunjukkan oleh rasio N/P lebih menggambarkan pergantian dominasi Cyanophyceae dengan fitoplankton kelas lainnya. Sesuai dengan penjelasan Budiardi *et al.*, (2007), apabila rasio N/P kurang dari 10 : 1 atau mendekati 1 : 1, maka perairan akan didominasi oleh Dynoflagellata. Pada umur 100 hari pemeliharaan, kelimpahan Cyanophyceae dan Dynophyceae mendominasi perairan di semua petak. Hal ini disebabkan kondisi nutrisi lebih didominasi oleh P yang terlihat dari rasio N/P yang rendah pada umur 100 hari pemeliharaan.

Menurut Adiwidjaya (2009), setelah dilakukan aplikasi/penambahan sumber karbon (tepung tapioka) pada umur pemeliharaan 45 hari, maka jenis plankton didominasi oleh *Chloropycea* hingga panen. Hasil pengamatan di lapangan warna air hijau hingga panen. Untuk menghindari terjadinya blooming plankton dilakukan pergantian air antara 5 – 20% per hari setelah umur di atas 60 hari.

Hasil pengamatan kelimpahan plankton menunjukkan peningkatan jumlah/populasi setelah umur 45 hari. Hal ini diduga akibat penambahan sumber karbon (tepung tapioka) sehingga menyebabkan peningkatan keseimbangan C/N rasio. Ikan dan udang dapat mengakumulasi nutrisi dari pakan yang diberikan berkisar 5 – 40%. Dari data yang ada diketahui bahwa nutrisi yang dapat tertahan dalam tubuh ikan dan udang adalah 13% karbon, 29% nitrogen, dan 16% fosfor. Rendahnya jumlah karbon sebagai konsekuensi dari banyaknya fraksi karbon pakan yang lepas akibat respirasi. Data ini menunjukkan rendahnya retensi nutrisi dalam tubuh kulturan, sehingga sisanya seperti nitrogen (75%)

dan posfor (80%) terakumulasi di dasar tambak (Avnimelech dan Ritvo, 2003 dalam Adiwidjaya, 2009).

## 2.5 Kualitas Air

### 2.5.1 Amonia (NH<sub>3</sub>)

Amonia di perairan berasal dari sisa metabolisme (eksresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Pada air buangan tambak udang, keberadaan amonia dihasilkan dari aktivitas ekskresi udang itu sendiri dan proses dekomposisi bahan organik dari sisa pakan dan kotoran selama pemeliharaan udang. Menurut Effendi (2003), sumber amonia lainya di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air.

Amonia di perairan dapat dijumpai dalam bentuk amonia total yang terdiri dari amonia bebas (NH<sub>3</sub>) dan ion amonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Keseimbangan antara kedua bentuk amonia di atas bergantung pada kondisi pH dan suhu perairan (Midlen dan Redding, 2000). Berikut ini adalah bentuk keseimbangan gas amonia dan ion amonium di perairan:



Amonia di perairan akan ditemukan lebih banyak dalam bentuk ion amonium jika pH perairan kurang dari 7, sedangkan pada perairan dengan pH lebih dari 7, amonia bebas atau amonia tak-terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak (Novotny dan Olem, 1994). Tingkat toksisitas amonia tak-terionisasi tergantung pada kondisi pH dan suhu di suatu perairan, sehingga kenaikan nilai pH dan suhu menyebabkan proporsi amonia bebas di perairan meningkat.

Menurut Hadi (2006), konsentrasi amonia yang tinggi akan mengiritasi insang udang sehingga dapat menyebabkan hiperplasia (pembesaran filamen insang) yang akan mengurangi kemampuan udang untuk mengikat oksigen dari

air. Sebagai tambahan, level amonia yang tinggi di perairan juga dapat meningkatkan konsentrasi amonia di dalam darah. Tingginya konsentrasi amonia di dalam darah ini akan mengurangi afinitas pigmen darah (*hemocyanin*) dalam mengikat oksigen. Selain itu tingginya konsentrasi amonia juga dapat meningkatkan kerentanan udang terhadap penyakit.

Toksisitas amonia tak-terionisasi berbahaya bagi organisme akuatik, khususnya bagi ikan (Effendi, 2003). Karena konsentrasi  $\text{NH}_3$  bebas yang tinggi di perairan dapat menyebabkan kerusakan insang pada ikan. Selain itu tingginya konsentrasi  $\text{NH}_3$  bebas dapat menyebabkan meningkatnya kadar amonia dalam darah dan jaringan tubuh ikan, sehingga dapat mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen serta mengganggu kestabilan membran sel. Kadar amonia pada perairan alami tidak lebih dari 0.1 mg/liter (Boyd, 1990).

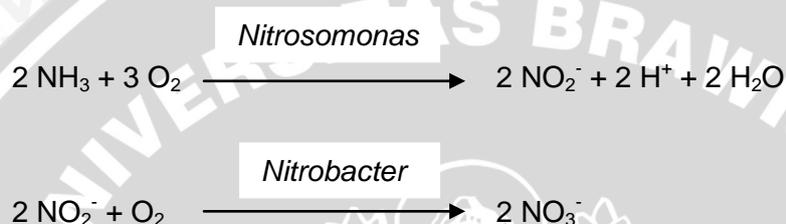
### 2.5.2 Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )

Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami. Kadarnya lebih tinggi daripada nitrat karena nitrit bersifat tidak stabil jika terdapat oksigen. Lebih lanjut dikatakan bahwa nitrit merupakan bentuk peralihan antara amonia dan nitrat (nitrifikasi), dan juga antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Amonia hasil dekomposisi akan berubah menjadi nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi oleh bakteri nitrifikasi (Effendi, 2003).

Menurut Budiardi (2008), daya racun nitrit berada di bawah  $\text{NH}_3$ , serta lebih beracun bagi ikan daripada bagi udang. Fenomena akibat pengaruh dari nitrit adalah proses matemoglobin. Menurut Handojo (1994), matemoglobin adalah proses oksidasi ion ferro di dalam hemoglobin sehingga dapat menghambat pengikatan oksigen. Karakteristik dari individu yang mengalami proses ini yaitu ditandai dengan warna kulit kebiruan. Udag lebih tahan daripada ikan karena pigmen pernapasan udang (hemosianin) masih mampu

mengikat oksigen walaupun terdapat oksidator dalam darah seperti nitrit (Tarsim, 2000). Oleh karena itu konsentrasi maksimum nitrit di perairan tambak yang direkomendasikan sebesar 1,0 mg/l (Chien, 1992 *dalam* Priatna, 2004).

Proses nitrifikasi berlangsung tetap yaitu oksidasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* sp. dan dilanjutkan dengan oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter* sp.. Reaksi nitrifikasi menurut Nobortry dan Olem (1994) *dalam* Effendi (2003) adalah sebagai berikut.



Beberapa parameter yang mempengaruhi kecepatan nitrifikasi antara lain kadar  $\text{O}_2$  terlarut > 2 mg/l, pH optimum antara 8 – 9 dan suhu optimum antara 20 – 25°C (Novotny dan Olem, 1994 *dalam* Effendi, 2003).

### 2.5.3 Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Menurut Wibowo (2009), nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen di perairan yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (fitoplankton dan alga) selain ion amonium dalam menunjang proses pertumbuhan. Senyawa  $\text{NO}_3\text{-N}$  sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nitrat nitrogen di perairan merupakan hasil dari proses oksidasi nitrogen secara sempurna melalui proses nitrifikasi yang melibatkan bakteri, diantaranya; bakteri *Nitrosomonas* yang mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan bakteri *Nitrobacter* yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat.

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi adalah proses

oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat yang merupakan proses penting dalam siklus nitrogen (Hanjodo, 1994).

Menurut Effendi (2003), nitrat adalah bagian nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Lebih lanjut diungkapkan bahwa nitrat merupakan sumber nitrogen bagi tumbuhan yang selanjutnya dikonversi menjadi protein, seperti terlihat pada persamaan :



Pada perairan yang tidak tercemar biasanya kadar nitrat lebih tinggi dari kadar amonium. Kadar  $\text{NO}_3\text{-N}$  pada perairan alami biasanya tidak pernah melebihi nilai 0.1 mg/liter. Kadar  $\text{NO}_3\text{-N}$  di perairan mencapai nilai 0.2 mg/liter dapat menyebabkan eutrofikasi yang berakibat pada tumbuh pesatnya fitoplankton dan alga. Terjadinya pencemaran antropogenik dapat digambarkan apabila kadar nitrat di perairan lebih dari 5 mg/liter (Effendi, 2003). Kadar nitrat di perairan dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan tingkat penyuburannya; kadar nitrat antara 0 mg/liter hingga 1 mg/liter untuk perairan oligotrofik; kadar nitrat antara 1 mg/liter hingga 5 mg/liter untuk perairan mesotrofik; dan kadar nitrat 5 mg/liter hingga 50 mg/liter untuk perairan eutrofik.

#### 2.5.4 Suhu

Pada daerah beriklim tropis, suhu di perairan dipengaruhi oleh kondisi cuaca, *altitude*, sirkulasi udara dan sumber aliran perairan. Suhu memiliki peranan yang penting bagi proses fisika, kimia dan biologi di suatu perairan. Peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan laju evaporasi, volatilisasi gas dan reaksi-reaksi kimia di perairan. Kenaikan suhu perairan dapat menyebabkan penurunan kelarutan gas di dalam air, termasuk gas  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{H}_2\text{S}$  (Effendi, 2003).

Suhu air media pemeliharaan adalah salah satu faktor pembatas yang cukup nyata dalam kehidupan udang di tambak. Seringkali didapatkan udang mengalami stres dan bahkan mati disebabkan oleh perubahan suhu dengan rentang perbedaan yang tinggi. Keadaan seperti ini sering terjadi pada tambak dengan kedalaman kurang dari satu meter. Sebagai contoh musim kemarau dan perbedaan suhu yang sangat mencolok antara siang dan malam hari. Berdasarkan hasil penelitian para ahli, terbukti bahwa pada suhu rendah metabolisme udang menjadi rendah dan secara nyata berpengaruh terhadap nafsu makan udang (Boyd, 1990). Sedangkan nilai suhu optimal bagi pertumbuhan dan perkembangan udang vaname berkisar antara 28,0 – 31,5°C.

Suhu dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Berbagai jenis udang memiliki suhu optimal tertentu untuk masing-masing spesiesnya. Suhu air sangat berkaitan dengan konsentrasi oksigen dalam air dan laju konsumsi oksigen hewan air. Suhu air berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut dan berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen hewan air serta laju reaksi kimia dalam air (Tarsim, 2000).

Wardoyo (1997) menyatakan bahwa suhu air mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di dalam perairan dan juga reaksi biokimia yang terjadi di dalam tubuh udang. Lebih lanjut dinyatakan bahwa suhu air yang optimal bagi perkembangan hidup udang adalah antara 28 – 30°C. Pada kisaran suhu tersebut konsumsi oksigen cukup tinggi sehingga nafsu makan udang tinggi dan di bawah suhu 18 – 25°C nafsu makan udang menurun. Pertumbuhan rata-rata udang vaname akan mengalami penurunan jika suhu kurang dari 23°C atau lebih dari 30°C.

Kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air juga memperlihatkan peningkatan dengan naiknya suhu yang selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. *Litopenaeus vannamei* seperti halnya krustace yang lain

bersifat poikilothermik. Suhu tubuh udang secara normal akan sama dengan suhu perairan. Hal ini akan berdampak pada aspek fisiologis udang karena tergantungnya laju metabolisme dengan suhu lingkungan. Peningkatan 10°C suhu perairan akan meningkatkan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat. Dekomposisi bahan organik oleh mikroba juga menunjukkan adanya peningkatan dengan semakin meningkatnya suhu. Kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20 – 30°C (Effendi, 2003).

Menurut Hadi (2006), udang dapat bertahan hidup pada kisaran temperatur yang cukup luas. Batasan bawah suhu yang bersifat lethal adalah 15°C, walaupun udang mungkin masih dapat hidup pada suhu yang lebih rendah dalam rentang waktu yang singkat. Sedangkan batas atas suhu lethal adalah sekitar 35°C atau sampai 40°C dalam rentang waktu yang singkat. Suhu optimal untuk pertumbuhan terbaik adalah 28 – 32°C.

### 2.5.5 pH (Derajat Keasaman)

Menurut Boyd (1990), nilai pH merupakan hasil pengukuran aktivitas ion hidrogen dalam perairan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. Karbonat, hidoksida, dan bikarbonat akan meningkatkan kebasaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam bikarbonat meningkatkan keasaman. Nilai pH menggambarkan kondisi asam-basa perairan, nilai pH berkisar antara 0 – 14 dan pH 7 merupakan pH netral. Konsep nilai pH didasarkan oleh ionisasi di dalam air. Molekul air terdisosiasi menjadi ion hidrogen (H<sup>+</sup>) dan ion hidroksil (OH<sup>-</sup>). Konsentrasi dari H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> akan selalu 10<sup>-14</sup> atau dapat ditulis sebagai berikut.



$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Nilai pH dipengaruhi oleh aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, serta keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut. Perubahan pH akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas biologis. Keberadaan unsur hara di laut secara tidak langsung dapat dipengaruhi oleh perubahan pH. Nilai pH yang tinggi akan meningkatkan persentase dari amonia yang tidak terionisasi dan meningkatkan kecepatan pengendapan fosfat di perairan (Boyd, 1990).

Menurut Hadi (2006), biasanya udang dapat mentoleransi kisaran pH dari 7.0 sampai 9.0. Air yang sangat asam (kurang dari 6.5) atau sangat basa (lebih dari 10.0) dapat merusak insang dan mengganggu pertumbuhan udang. pH sebaiknya dijaga pada kisaran 7.2 – 7.8, hal ini berkaitan dengan hubungan antara konsentrasi amonia dengan pH. Kebanyakan bakteri nitrifikasi hidup pada kisaran pH 7.2 – 7.8. Selain itu pada kisaran pH kurang dari 7.8 fraksi dari total amonia nitrogen dalam bentuk  $\text{NH}_3$  berkurang sekitar 5%. Pada pH 9.0 sekitar 50% total amonia nitrogen berada dalam bentuk  $\text{NH}_3$ .

Toksistas dari suatu senyawa kimia juga dipengaruhi oleh pH (Effendi, 2003). Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan dengan pH rendah. Pada suasana alkalis (pH tinggi) lebih banyak ditemukan amonia yang tidak terionisasi (*unionized*) dan bersifat toksik. Amonia tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan dengan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

Tingkat pH atau derajat keasaman air biasanya menjadi ancaman terhadap udang secara tidak langsung, karena jarang terjadi nilai pH di atas 9,0 di dalam kolom air atau di bawah angka 6,0 di dalam sedimen, kecuali pada tambak yang bertanah asam. Perubahan nilai pH berpengaruh terhadap laju reaksi kimia serta tekanan osmosis yang terjadi di perairan dan tubuh udang (Wardoyo, 1997).

Kondisi perairan yang ber-pH rendah merupakan penyebab peningkatan  $H_2S$  dan daya racun nitrit, gangguan fisiologis udang, pelunakan kulit (karapas), serta penurunan derajat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan (Chien, 1992 dalam Priatna, 2004). Menurut Wardoyo (1997), nilai pH yang ideal untuk udang ialah 6,8 – 9,0 sedangkan pH air 4 dengan kisaran antara 4,5 – 6,0 dan 9,8 – 11,0 menyebabkan terganggunya metabolisme udang. Lebih lanjut dinyatakan bahwa pH < 4,0 dan > 11,0 menyebabkan udang akan mati.

Tingkat keasaman (pH) tanah banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor pembentuknya, antara lain bahan organik dan berbagai jenis organisme air yang mengalami pembusukan, logam berat (besi, timah dan bouksit, dan lain-lain). Biasanya pH tanah dasar tambak yang rendah diikuti tingginya kandungan bahan organik tanah yang terakumulasi dan tidak terjadi oksidasi yang sempurna. pH tanah yang rendah cenderung dipengaruhi oleh kandungan logam berat seperti besi, timah dan logam lainnya. pH tanah yang optimal untuk kegiatan budidaya udang dan ikan berkisar antara 6,5 – 8,0. pH tanah ini nantinya akan mempengaruhi pH perairan tambak yang selanjutnya berpengaruh terhadap kualitas air tambak (Boyd, 1990).

#### **2.5.6 DO (Oksigen Terlarut)**

Menurut Anonymous (2011), jumlah kandungan oksigen ( $O_2$ ) yang terkandung dalam air disebut oksigen terlarut. Satuan kadar oksigen terlarut adalah ppm (*part per million*). Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya temperatur, salinitas, pH dan bahan organik. Salinitas semakin tinggi, kelarutan oksigen semakin rendah. Kelarutan oksigen untuk kebutuhan minimal pada air media pemeliharaan udang adalah > 3 ppm.

Seperti organisme yang lain, udang juga memerlukan oksigen untuk bernafas. Oksigen yang diserap udang dimanfaatkan dalam proses metabolisme

baik untuk pembentukan sel baru (pertumbuhan) dan untuk gerak maupun untuk pergantian sel yang rusak. Kadar oksigen terlarut bersifat fluktuatif secara harian (diurnal) dan musim bergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke dalam air. Selain itu semakin tinggi suhu dan salinitas, maka kelarutan oksigen pun semakin berkurang sehingga kadar oksigen di laut cenderung lebih rendah daripada kadar oksigen di perairan tawar (Effendi, 2003).

Oksigen diperlukan udang untuk kegiatan respirasi, proses-proses fisiologis sel dan untuk mengoksidasi karbohidrat dalam pembentukan energi yang dibutuhkan untuk metabolisme nutrisi dalam pakan. Jika konsentrasi oksigen yang tersedia kurang, kemampuan udang untuk memetabolis pakan akan menjadi berkurang dan berimplikasi pada penurunan laju pertumbuhan serta peningkatan FCR. Pertumbuhan dan FCR terbaik akan dapat dicapai saat konsentrasi oksigen pada level 80% atau lebih dari saturasi. Tidak akan terjadi stress pada organisme perairan jika konsentrasi oksigen berada pada kisaran di atas 5 ppm. Pemaparan konsentrasi oksigen rendah (kurang dari 1.5 ppm) pada waktu yang lama dapat bersifat lethal, walaupun sebenarnya udang masih dapat hidup dalam waktu pada konsentrasi 1 ppm (van Wyk *et al*, 1999 dalam Priatna, 2004).

Jumlah konsentrasi oksigen terlarut yang terdapat di suatu perairan bergantung kepada kondisi suhu dan salinitas perairan itu sendiri, serta aktifitas turbulensi (agitasi) yang menyebabkan terjadinya difusi gas oksigen dari udara ke dalam air. Kadar oksigen terlarut di suatu perairan juga berfluktuasi secara harian. Faktor utama penyebab fluktuasi tersebut adalah aktivitas fotosintesis tumbuhan (fitoplankton) dan respirasi organisme heterotrof. Selain itu, aktifitas dekomposisi bahan organik juga dapat mengakibatkan penurunan kadar oksigen dalam air (Nybakken, 1992). Bahkan, konsentrasi oksigen terlarut di suatu

perairan dapat mencapai nilai nol jika jumlah bahan organik yang didekomposisi terlalu banyak. Masuknya bahan organik ke dalam suatu perairan dapat menyebabkan deplesi oksigen di perairan tersebut. Bila deplesi oksigen terjadi dalam jangka waktu yang sangat lama, maka sebagian besar jenis organisme akan hilang atau digantikan oleh organisme-organisme yang lebih toleran terhadap kondisi tersebut. Hal ini dapat terjadi di perairan sentral outlet yang menerima masukan bahan organik dari buangan air tambak (Effendi, 2003).

Menurut Boyd (1990), konsentrasi oksigen terlarut di laut dapat mencapai 7 mg/liter pada suhu 25°C. Kadar oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan organisme akuatik adalah lebih dari 3.5 mg/liter, sedangkan konsentrasi oksigen terlarut kurang dari 1.5 mg/liter dalam jangka waktu yang lama dapat bersifat *lethal* bagi organisme akuatik.

Batas optimum kadar O<sub>2</sub> terlarut di perairan untuk pertumbuhan yang normal bagi udang yaitu berada pada kisaran 4 – 7 mg/l (Priatna, 2004). Lebih lanjut dinyatakan bahwa udang telah memperlihatkan gejala abnormal dengan berenang ke permukaan air pada kadar oksigen terlarut 2,1 mg/l pada suhu 30°C. Pada kadar 3 mg/l walaupun tidak memperlihatkan gejala abnormal tetapi masih di bawah kondisi optimum, sehingga dalam jangka panjang akan mempengaruhi laju pertumbuhan udang.

Menurut Boyd (1990), kandungan O<sub>2</sub> terlarut yang dapat menunjang kehidupan udang secara normal dan baik untuk pertumbuhannya adalah 5 mg/l sampai konsentrasi jenuh. Lebih lanjut dinyatakan bahwa untuk kandungan O<sub>2</sub> yang kurang dari 1 mg/l dapat menyebabkan kematian jika berlangsung selama beberapa jam, dan untuk kisaran O<sub>2</sub> antara 1 – 5 mg/l pertumbuhan akan terganggu jika berlangsung secara terus-menerus. Sumber perolehan oksigen ke dalam air (oksigen terlarut) didapat dari proses pergantian air, fotosintesis, dan

aerasi. Untuk proses pengurangan oksigen terlarut melalui proses pergantian air dan pernafasan.

### 2.5.7 Salinitas

Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5 ppt, perairan payau antara 0,5 – 30 ppt, dan perairan laut 30 – 40 ppt. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai (Effendi, 2003).

Salinitas merupakan parameter penting karena berhubungan dengan tekanan osmotik dan ionik air, baik sebagai media internal maupun eksternal (Budiardi, 2008). Salinitas berhubungan dengan tingkat osmoregulasi udang. Walaupun udang termasuk osmoregulator namun apabila dipaksa untuk menyesuaikan diri di luar batas kisaran optimum maka udang akan banyak mengeluarkan energi. Apabila energi ini secara terus-menerus dipakai maka energi untuk pertumbuhan akan berkurang sehingga laju pertumbuhannya kecil. Perubahan salinitas secara cepat umumnya menyebabkan tingkat kematian udang yang tinggi. Kisaran salinitas yang optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup juvenil *Litopenaeus vannamei* adalah 33 – 40 ppt jika berada pada kisaran suhu 28 – 30°C (Effendi, 2003).

Salinitas (kadar garam) air media pemeliharaan pada umumnya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang. Udang vaname dapat tumbuh dan berkembang pada kisaran salinitas 15 – 25 ppt, bahkan jenis udang windu mempunyai toleransi cukup luas yaitu antara 0 – 50 ppt. Namun apabila salinitas di bawah 5 ppt dan di atas 30 ppt biasanya pertumbuhan udang windu relatif lambat, hal ini terkait dengan proses

osmoregulasi dimana akan mengalami gangguan terutama pada saat udang sedang ganti kulit dan proses metabolisme (Anonymous, 2011).

### 2.5.8 Kecerahan

Kecerahan air ditunjukkan dengan kedalaman *secchi disk*. Kemampuan daya tembus sinar matahari ke perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi dalam perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus. Kedalaman *secchi disk* merupakan faktor yang menentukan produktivitas perairan. Semakin besar nilai kedalaman *secchi disk* semakin dalam penetrasi cahaya ke dalam air, yang selanjutnya akan meningkatkan ketebalan lapisan air yang produktif. Tebal lapisan air yang produktif memungkinkan terjadinya pemanfaatan unsur hara secara kontinyu oleh produsen primer, akibatnya kandungan unsur hara menjadi berkurang (Effendi, 2003).

Kecerahan air bergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan adalah ukuran transparansi perairan dan ditentukan secara visual dengan menggunakan keping *Secchi* (Jeffries dan Mils, 1996 dalam Effendi, 2003). Nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, kekeruhan, padatan tersuspensi, serta waktu dan ketelitian pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah. Kecerahan air merupakan fungsi dari bahan yang tersuspensi dan terkoloid dalam air, untuk perairan tambak bahan-bahan tersebut terutama terdiri dari plankton (Wardoyo, 1997).

Faktor yang berpengaruh terhadap kecerahan adalah kekeruhan. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh bahan organik dan anorganik

baik tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik dan bahan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya (Effendi, 2003).

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kecerahan adalah plankton. Plankton merupakan jasad renik yang melayang dan selalu mengikuti gerak air. Plankton terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton terdiri atas berbagai jenis yang masing-masing dicerminkan oleh warna air. Dominasi plankton ditentukan oleh perbandingan nitrogen dan fosfor serta salinitas. Warna hijau perairan didominasi oleh plankton klorofita dengan kondisi perairan bersalinitas rendah. Semua plankton menjadi berbahaya jika kecerahan air < 25 cm kedalaman keping Secchi. Kecerahan yang baik bagi udang adalah 31 – 35 cm (Wardoyo, 1997).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- ❖ Botol plastik
- ❖ Washing bottle
- ❖ Pipet tetes
- ❖ Styrofoam
- ❖ Cawan porselen
- ❖ Hot plate
- ❖ Termometer
- ❖ Tabung reaksi
- ❖ Batang pengaduk
- ❖ pH pen
- ❖ Rak tabung reaksi
- ❖ Cuvet
- ❖ DO meter
- ❖ Beaker glass
- ❖ Spektrofotometer UV Visible
- ❖ Secchi disk
- ❖ Pipet volume
- ❖ Kamera digital
- ❖ Refraktometer
- ❖ Bola hisap

##### 3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- ❖ Asam fenoldisulfonik
- ❖ Es balok
- ❖ Kertas saring
- ❖  $\text{NH}_4\text{OH}$
- ❖ Larutan Nessler
- ❖ Kertas label
- ❖ Sulfanilamid
- ❖ Aquades
- ❖ Lakban
- ❖ NED-dihydrochloride
- ❖ Tissue

#### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Hakekat penelitian eksperimen (*experimental research*) adalah meneliti pengaruh perlakuan terhadap perilaku yang timbul sebagai akibat perlakuan (Nursyahidah, 2012). Lebih lanjut dijelaskan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian suatu *treatment* atau perlakuan terhadap objek penelitian. Menurut Suhaemi (2011), eksperimen

adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan sengaja memberikan suatu perlakuan terhadap objek penelitian kemudian diteliti bagaimana akibat dari perlakuan yang diberikan.

### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok. Rancangan Acak Kelompok (RAK) adalah suatu desain (percobaan) dimana unit-unit percobaan (unit-unit eksperimen) dikelompokkan ke dalam *block* (kelompok) sedemikian rupa sehingga unit-unit eksperimen dalam masing-masing kelompok secara relatif bersifat homogen dan banyaknya unit eksperimen dalam masing-masing kelompok sama dengan banyaknya perlakuan yang sedang diselidiki dan perlakuan dikenakan secara acak pada unit eksperimen di dalam tiap kelompok (Soelistyowati, 2012).

Menurut Sastrosupadi (2000), rancangan acak kelompok (RAK) merupakan rancangan percobaan yang dilaksanakan di lapangan pada kondisi tempat yang tidak homogen. Rancangan ini merupakan rancangan untuk percobaan lapangan (*field-experiment*) yang paling sederhana. Di lapangan biasanya sulit mendapatkan kondisi-kondisi yang homogen.

Menurut Soelistyowati (2012), model umum untuk RAK adalah sebagai berikut:

$$Y = \mu + T + R + \varepsilon$$

Keterangan :

- Y = Nilai pengamatan dari suatu percobaan
- $\mu$  = Nilai rata-rata harapan
- T = Pengaruh perlakuan
- R = Pengaruh kelompok
- $\varepsilon$  = Pengaruh galat dari suatu percobaan

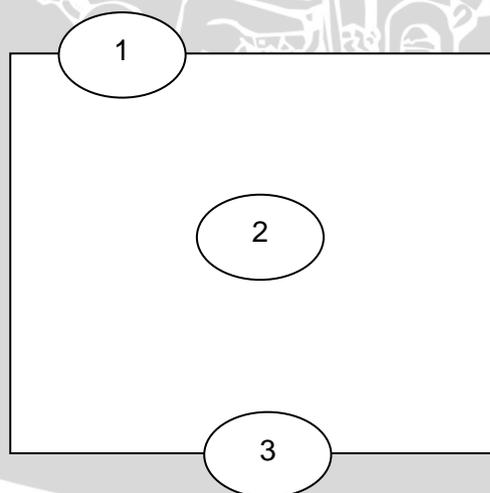
Dalam penelitian ini, sebagai perlakuan adalah teknologi budidaya yang berbeda (bioflok, semi bioflok, dan plankton) terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat). Perlakuan dalam penelitian tersebut yaitu:

Perlakuan A : teknologi budidaya dengan sistem bioflok di Bancar Mustika, Desa Bancar, Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

Perlakuan B : teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok di PT. Sakalaguna Semesta, Desa Tasikmadu, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

Perlakuan C : teknologi budidaya dengan sistem plankton di PT. Keradenan Jaya, Desa Keradenan, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

Dalam perlakuan ini, masing-masing teknologi budidaya diambil sampel air pada tiga petak tambak. Pada setiap petak tambak akan diambil sampel air pada bagian inlet, tengah, dan outlet. Denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Denah Percobaan Penelitian

Keterangan :

- 1 : Lokasi pengambilan sampel air di bagian inlet
- 2 : Lokasi pengambilan sampel air di bagian tengah
- 3 : Lokasi pengambilan sampel air di bagian outlet

Masing-masing teknologi budidaya memiliki karakteristik tersendiri pada berbagai aspek. Deskripsi masing-masing teknologi budidaya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Deskripsi Masing-masing Teknologi Budidaya**

Pembeda	Teknologi Budidaya		
	Bioflok	Semi bioflok	Plankton
Intensitas pemberian probiotik	Setiap hari selama masa budidaya berlangsung	Pertengahan masa budidaya sampai panen	Pada awal budidaya
Jenis bakteri probiotik	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. luciniformis</i> , <i>B. plantarum</i> , <i>B. pumilus</i> , dan <i>Thiobacillus</i> sp.	<i>B. subtilis</i> dan <i>Thiobacillus</i> sp.	<i>B. subtilis</i> , <i>Nitrosomonas</i> sp., dan <i>Nitrobacter</i> sp.
Dosis probiotik	5 ppm/petak	20 ppm/petak	0,5 – 1 ppm/petak
Jumlah kincir (buah/petak)	20	15 – 16	6 – 8
Padat tebar (ekor/m <sup>2</sup> )	149 – 150	107 – 129	74 – 108
Jumlah tebar (ekor)	372.000 – 450.000	330.480 – 450.450	294.512 – 431.730
Luas petakan (m <sup>2</sup> )	2.500 – 3.000	3.100 – 3.500	4.000
Dasar tambak	Plester	Plester	Tanah
Treatment	Ada penambahan tepung terigu dan molase	Ada penambahan molase	Tidak ada
Pengelolaan air	Air ditandon terlebih dahulu sebelum masuk ke petakan	Air langsung dimasukkan ke petakan	Air langsung dimasukkan ke petakan

### 3.4 Parameter Uji

#### 3.4.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diamati pada penelitian ini adalah nilai amonia, nitrit, dan nitrat pada setiap petak tambak pada masing-masing teknologi budidaya.

#### 3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu, pH (derajat keasaman), oksigen terlarut (*Dissolve Oxygen* / DO), salinitas, kecerahan, tingkat kelulushidupan (*Survival Rate* / SR), dan produksi (biomassa) udang vaname pada setiap petak tambak pada masing-masing teknologi budidaya.

### 3.4.3 Pengukuran Parameter Uji

Pengukuran parameter utama (amonia, nitrit, dan nitrat) dilakukan secara eks-situ (pengukuran di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang) setiap 2 minggu sekali. Pengukuran parameter penunjang (suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, dan kecerahan) dilakukan secara in-situ (pengukuran langsung pada masing-masing teknologi budidaya, yaitu bioflok, semi bioflok, dan plankton) setiap 1 minggu sekali. Sampel air untuk pengukuran amonia, nitrit, dan nitrat akan diawetkan terlebih dahulu menggunakan es balok mencapai suhu 4°C karena lokasi pengambilan sampel dan lokasi laboratorium yang cukup jauh, kurang lebih 5 jam.

## 3.5 Prosedur Penelitian

### 3.5.1 Persiapan Penelitian

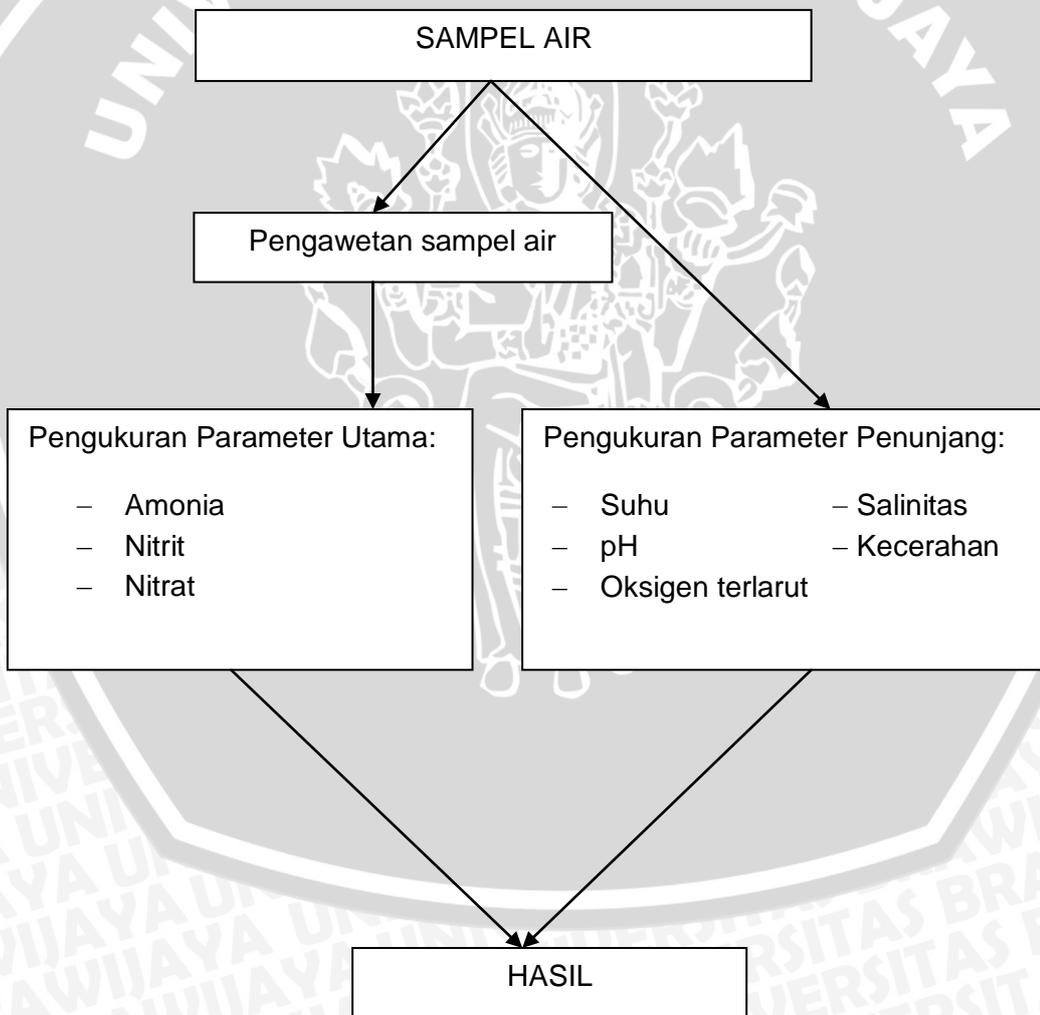
Sebelum dilakukan penelitian, semua alat dan bahan untuk pengukuran kualitas air, baik untuk pengukuran parameter utama maupun parameter penunjang disiapkan terlebih dahulu. Pengukuran parameter utama, yaitu amonia, nitrit, dan nitrat menggunakan spektrofotometer UV Visible. Pengukuran parameter penunjang, yaitu suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas, dan kecerahan menggunakan termometer, pH pen, DO meter, refraktometer, dan secchi disk secara berturut-turut.

### 3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

Pengukuran parameter utama dilakukan setiap 2 minggu sekali secara eks-situ selama 3 bulan. Sampel air yang akan diteliti diambil pada tiga petak tambak pada masing-masing teknologi budidaya. Pada setiap petak tambak akan diambil sampel air pada bagian inlet, tengah, dan outlet. Pengambilan sampel air dilakukan pada pukul 07.00 – 08.00 WIB di tiga lokasi tambak udang vaname yang berbeda, yaitu Bancar Mustika (tambak dengan teknologi budidaya sistem

bioflok), PT. Sakalaguna Semesta (tambak dengan teknologi budidaya sistem semi bioflok), dan PT. Kerajenan Jaya (tambak dengan teknologi budidaya sistem plankton).

Pengukuran parameter penunjang dilakukan setiap minggu secara in-situ (pengukuran langsung di lapangan) selama 3 bulan. Pengukuran suhu menggunakan termometer, pengukuran pH menggunakan pH pen, pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter, pengukuran salinitas menggunakan refraktometer, dan pengukuran kecerahan menggunakan secchi disk. Prosedur kerja pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur Kerja pada Penelitian Pengaruh Teknologi Budidaya yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Tambak Udang Intensif

### a. Amonia (NH<sub>3</sub>)

Pembuatan larutan standart untuk pengukuran amonia dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible adalah sebagai berikut.

- (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Ammonium sulphate) sebanyak 1 mg dilarutkan ke dalam 100 mL aquades sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 mgL<sup>-1</sup>.
- Larutan amonia 10 mgL<sup>-1</sup> tersebut diencerkan untuk membuat larutan standart sesuai konsentrasi yang diinginkan, seperti yang terdapat pada

Tabel 2.

**Tabel 2. Larutan Standart Amonia**

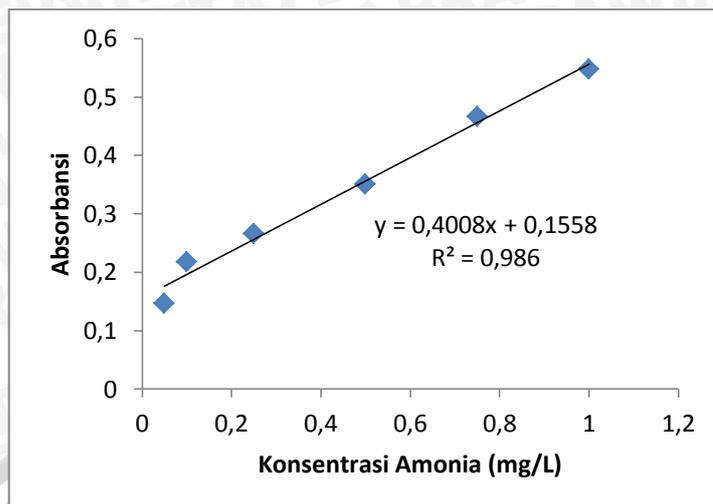
Larutan Amonia 10 mgL <sup>-1</sup> (mL)	Pengencer (mL)	Konsentrasi (mgL <sup>-1</sup> )
0,5	100	0,05
1	100	0,1
2,5	100	0,25
5	100	0,5
7,5	100	0,75
10	100	1

- Larutan standart tersebut dimasukkan ke dalam cuvet dan diukur nilai absorbannya dengan menggunakan spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 425 nm. Konsentrasi larutan standart amonia dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Konsentrasi Larutan Standart Amonia**

Konsentrasi (mgL <sup>-1</sup> )	Absorban
0,05	0,147
0,1	0,218
0,25	0,266
0,5	0,351
0,75	0,467
1	0,548

- Nilai absorban digunakan untuk membuat regresi, dari hasil regresi amonia diperoleh persamaan  $y = 0,400x + 0,155$ . Kurva standart amonia dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Standart Amonia

Metode analisa amonia menggunakan Nessler (SNI 06-2479-1991) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Air sampel diambil sebanyak 12,5 mL dan dimasukkan ke dalam beaker glass 50 mL.
- Larutan Nessler sebanyak 0,5 mL ditambahkan ke dalam beaker glass, beaker glass digoyang-goyangkan agar larutan tercampur sempurna dan diamkan selama  $\pm 30$  menit.
- Sampel dimasukkan ke dalam cuvet kemudian ukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 425 nm.

#### b. Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )

Pembuatan larutan standart untuk pengukuran nitrit dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible adalah sebagai berikut.

- $\text{NaNO}_2$  (Sodium nitrit) dilarutkan sebanyak 0,2 mg ke dalam 100 mL aquades sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi  $2 \text{ mgL}^{-1}$ .
- Larutan nitrit  $2 \text{ mgL}^{-1}$  tersebut diencerkan untuk membuat larutan standart sesuai konsentrasi yang diinginkan, seperti yang terdapat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Larutan Standart Nitrit**

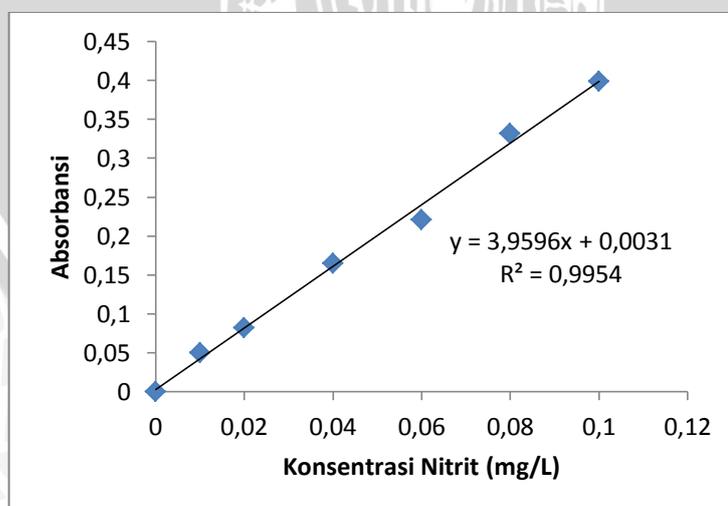
Larutan Nitrit 2 mgL <sup>-1</sup> (mL)	Pengencer (mL)	Konsentrasi (mgL <sup>-1</sup> )
0,5	100	0,01
1	100	0,02
2	100	0,04
3	100	0,06
4	100	0,08
5	100	0,1

- Larutan standart tersebut dimasukkan ke dalam cuvet dan diukur nilai absorbannya dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 543 nm. Konsentrasi larutan standart nitrit dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Konsentrasi Larutan Standart Nitrit**

Konsentrasi (mgL <sup>-1</sup> )	Absorban
0,01	0,05
0,02	0,082
0,04	0,165
0,06	0,221
0,08	0,332
0,1	0,399

- Nilai absorban digunakan untuk membuat regresi, dari hasil regresi nitrit diperoleh persamaan  $y = 3,959x + 0,003$ . Kurva standart nitrit dapat dilihat pada Gambar 6.

**Gambar 6. Kurva Standart Nitrit**

Metode analisa nitrit sesuai dengan Hariyadi *et al.* (1992) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Air sampel diambil sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
- Larutan Sulfanilamid sebanyak 4 tetes ditambahkan ke dalam tabung reaksi, tabung reaksi digoyang-goyangkan agar larutan tercampur sempurna dan diamkan selama  $\pm 5$  menit.
- Larutan NED-dihydrochloride sebanyak 4 tetes ditambahkan ke dalam tabung reaksi, tabung reaksi digoyang-goyangkan agar larutan tercampur sempurna dan diamkan selama  $\pm 10$  menit.
- Sampel dimasukkan ke dalam cuvet kemudian diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 543 nm.

### c. Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )

Pembuatan larutan standart untuk pengukuran nitrat menggunakan Spektrofotometer UV Visible adalah sebagai berikut.

- $\text{NaNO}_3$  (Sodium nitrat) sebanyak 1 mg dilarutkan ke dalam 100 mL aquades sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi  $10 \text{ mgL}^{-1}$ .
- Larutan nitrat  $10 \text{ mgL}^{-1}$  tersebut diencerkan untuk membuat larutan standart sesuai konsentrasi yang diinginkan (Tabel 6).

**Tabel 6. Larutan Standart Nitrat**

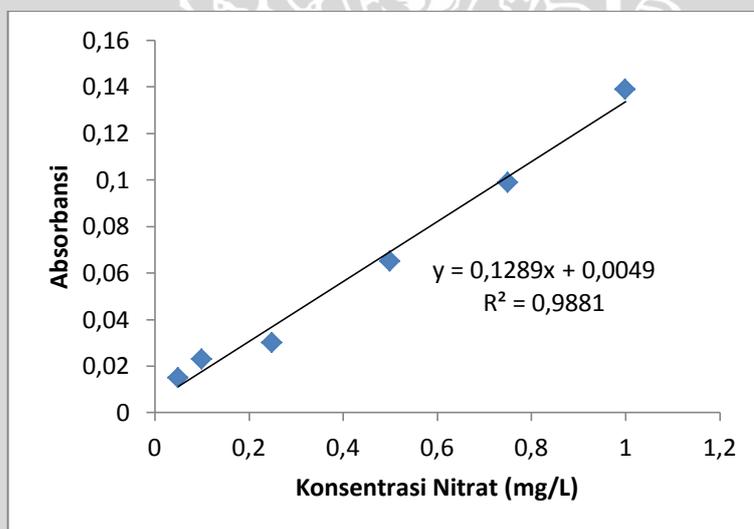
Larutan Nitrat $10 \text{ mgL}^{-1}$ (mL)	Pengencer (mL)	Konsentrasi ( $\text{mgL}^{-1}$ )
0,5	100	0,05
1	100	0,1
2,5	100	0,25
5	100	0,5
7,5	100	0,75
10	100	1

- Larutan standart tersebut dimasukkan ke dalam cuvet dan diukur nilai absorbannya dengan menggunakan Spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 410 nm. Konsentrasi larutan standart nitrat dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Konsentrasi Larutan Standart Nitrat**

Konsentrasi (mgL <sup>-1</sup> )	Absorban
0,05	0,015
0,1	0,023
0,25	0,03
0,5	0,065
0,75	0,099
1	0,139

- Nilai absorban digunakan untuk membuat regresi, dari hasil regresi nitrat diperoleh persamaan  $y = 0,128x + 0,004$ . Kurva standart nitrat dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kurva Standart Nitrat

Metode analisa Nitrat sesuai dengan Boyd (1986) dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Air sampel sebanyak 12,5 mL diambil dan dimasukkan ke dalam cawan porselen.

- Air sampel dipanaskan dengan hot plate sampai terbentuk kerak pada cawan porselen.
- Larutan Asam Fenoldisulfonik sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam beaker glass yang telah dikerakkan.
- Aquades ditambahkan sebanyak 2 mL ke dalam cawan porselen kemudian kerak pada beaker glass dikerik dengan spatula.
- Larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  ditambahkan ke dalam cawan porselen sampai kerak berubah warna menjadi kuning stabil dan aquades ditambahkan ke dalam cawan porselen hingga volume 12,5 mL (volume awal).
- Sampel dimasukkan ke dalam cuvet dan diukur konsentrasi nitrat dengan Spektrofotometer UV Visible dengan panjang gelombang 410 nm.

#### d. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Prosedur pengukuran suhu adalah sebagai berikut.

- Termometer dicelupkan ke dalam sampel air yang akan diukur dengan posisi membelakangi matahari.
- Termometer didiamkan selama  $\pm 5$  menit dan dilakukan pembacaan skala pada termometer yang menunjuk atau berhenti pada skala tertentu.
- Kemudian hasilnya dicatat dalam skala  $^{\circ}\text{C}$ .
- Pembacaan termometer dilakukan pada saat termometer masih dalam air, jangan sampai tangan menyentuh termometer.

#### e. pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH pen. Prosedur pengukuran pH adalah sebagai berikut.

- *Probe* disambungkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

- *Probe* dibilas dan dikalibrasi menggunakan aquades (pH netral).
- *Probe* dimasukkan ke dalam sampel air yang akan diukur kadar derajat keasamannya (pH).
- Tombol ON ditekan, ditunggu sampai muncul angka pada layar pH pen.
- Angka yang muncul ditunggu sampai posisi stabil.
- Kemudian, tombol OFF ditekan untuk mematikan alat.
- *Probe* dicuci dengan aquades dan ditutup.

**f. Oksigen Terlarut**

Pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan DO meter. Prosedur pengukuran DO adalah sebagai berikut.

- *Probe* disambungkan sebelum mengoperasikan DO meter.
- *Probe* dimasukkan ke dalam sampel air yang akan diukur kadar oksigen terlarutnya (DO).
- Tombol ON ditekan, ditunggu sampai muncul angka pada layar DO meter.
- Tombol CALL ditekan sebanyak 2 kali, ditekan RANGE maka alat akan mengukur kadar DO serta dicatat hasilnya.
- Tombol OFF ditekan untuk mematikan alat.
- *Probe* dicuci dengan aquades dan ditutup.

**g. Salinitas**

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan refraktometer.

Prosedur pengukuran salinitas adalah sebagai berikut.

- Refraktometer disiapkan.
- Penutup kaca prisma dibuka.
- Refraktometer dikalibrasi dengan aquades.

- Refraktometer dibersihkan dengan tissue secara searah.
- Kaca prisma refraktometer diteteskan 1 – 2 tetes sampel air yang akan diukur salinitasnya.
- Refraktometer ditutup kembali dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di permukaan kaca prisma.
- Refraktometer diarahkan ke sumber cahaya.
- Nilai salinitas yang ditunjukkan oleh refraktometer diamati dan dicatat hasilnya.
- Penutup kaca prisma dibuka.
- Refraktometer dikalibrasi dengan aquades.
- Refraktometer dibersihkan dengan tissue secara searah.
- Penutup kaca prisma ditutup.

#### **h. Kecerahan**

Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan secchi disk.

Prosedur pengukuran kecerahan adalah sebagai berikut.

- Secchi disk disiapkan.
- Secchi disk dimasukkan ke dalam perairan sampai batas tidak terlihat untuk pertama kalinya ( $d_1$ ).
- Secchi disk diangkat sampai batas terlihat untuk pertama kalinya ( $d_2$ ).
- Panjang  $d_1$  dan  $d_2$  diukur dan dicatat.
- Nilai kecerahan dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{kecerahan} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

#### **i. Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname**

Tingkat kelulushidupan udang dapat dilihat dengan membandingkan antara jumlah benur udang yang ditebar dengan jumlah udang yang

dipanen selama pengamatan masa pemeliharaan (kurang lebih 3 bulan). Perhitungan tingkat kelulushidupan ini penting dilakukan untuk mengetahui efisiensi penggunaan probiotik pada teknologi budidaya dalam tambak udang vaname intensif.

Menurut Adiwidjaya *et al.* (2004), kelulushidupan udang didapatkan dengan menghitung jumlah udang yang ditebar dan jumlah udang yang hidup selama pemeliharaan dengan menggunakan rumus :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Kelulushidupan udang (%)

Nt : Jumlah udang yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

No : Jumlah udang yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

#### j. Produksi Udang Vaname

Produksi udang merupakan keseluruhan bobot (biomassa) udang pada waktu panen yang dalam waktu dan luasan tertentu disebut produktivitas (Budiardi, 1999). Rumus yang digunakan untuk menghitung biomassa udang vaname adalah sebagai berikut.

$$W = Nt \times Wt$$

Keterangan :

W : Biomassa (gram)

Nt : Jumlah ikan/udang yang hidup pada saat t (ekor)

Wt : Bobot rata-rata ikan/udang pada saat t (gram/ekor)

### 3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisa secara statistik dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan aplikasi statistik yaitu SPSS versi 16.0. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui apakah teknologi budidaya berpengaruh atau tidak terhadap kadar amonia, nitrit, dan nitrat pada tambak udang vaname. Apabila dari hasil uji

sidik ragam diketahui bahwa teknologi budidaya berpengaruh terhadap kadar amonia, nitrit, dan nitrat, maka analisa statistik akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui urutan perlakuan (teknologi budidaya) yang berpengaruh terhadap kadar amonia, nitrit, dan nitrat pada tambak udang vaname.



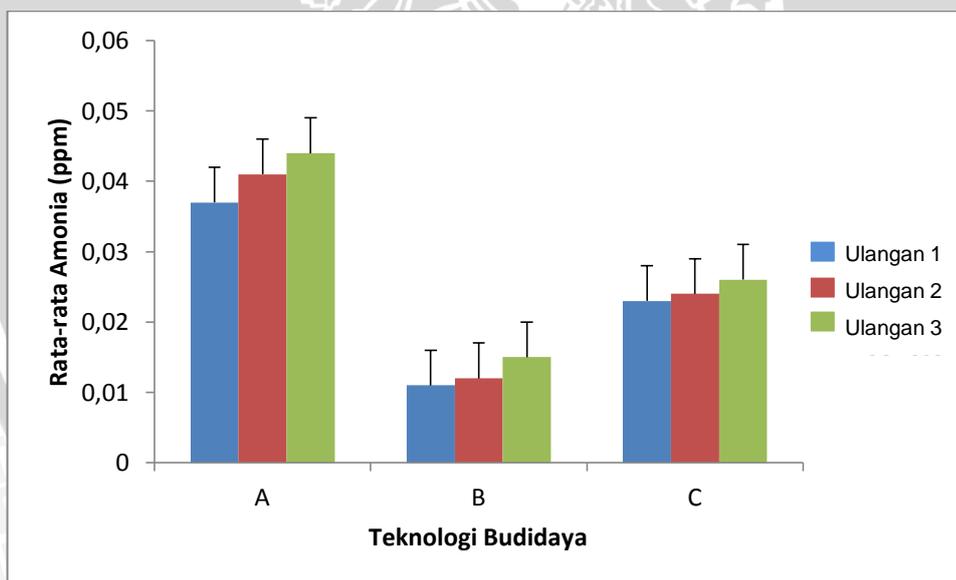
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Amonia pada Tambak Udang Vaname

Amonia di perairan berasal dari sisa metabolisme (eksresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Kadar rata-rata amonia pada ketiga teknologi budidaya, yaitu bioflok, semi bioflok, dan plankton, mengalami perubahan selama masa budidaya berlangsung. Perubahan kadar rata-rata amonia ini dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 8.

Tabel 8. Kadar Rata-rata Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Total (ppm)	Rata-rata (ppm)
	1	2	3		
A	0,037	0,041	0,044	0,122	0,041
B	0,011	0,012	0,015	0,038	0,013
C	0,023	0,024	0,026	0,073	0,024



Gambar 8. Kadar Rata-rata Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Keterangan :

- A : Teknologi budidaya dengan sistem bioflok
- B : Teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok
- C : Teknologi budidaya dengan sistem plankton

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa kadar rata-rata amonia pada tambak bioflok memiliki nilai yang paling tinggi, yaitu 0,041 ppm. Pada

petak pertama di tambak bioflok, nilai amonia mencapai 0,037 ppm; nilai amonia pada petak kedua mencapai 0,041 ppm; dan nilai amonia pada petak ketiga mencapai nilai 0,044 ppm. Nilai amonia pada petak pertama tambak semi bioflok adalah 0,011 ppm; pada petak kedua mencapai nilai 0,012 ppm; dan pada petak ketiga mencapai nilai 0,015 ppm sehingga nilai rata-rata amonia pada tambak semi bioflok adalah 0,013 ppm. Pada tambak plankton, nilai amonia pada petak pertama mencapai 0,023 ppm; pada petak kedua mencapai nilai 0,024 ppm; dan pada petak ketiga mencapai nilai 0,026 ppm sehingga nilai rata-rata amonia pada tambak plankton adalah 0,024 ppm.

Nilai rata-rata amonia pada tambak bioflok mencapai nilai tertinggi, yaitu 0,041 ppm. Kadar rata-rata amonia yang tinggi ini disebabkan karena jumlah pakan yang diberikan pada tambak bioflok tinggi, disebabkan karena padat tebar yang tinggi, yaitu 149 – 150 ekor/m<sup>2</sup>. Menurut Boyd (1992), dalam kenyataannya tidak semua pakan yang diberikan dimakan oleh udang. Pakan yang tidak dimakan (sisa pakan) dan ekskresi udang akan menambah bahan organik dalam lingkungan tambak.

Menurut van Wyk *et al.* (1999) dalam Hadi (2006), konsentrasi LC<sub>50</sub> dari NH<sub>3</sub> adalah sekitar 0,2 ppm untuk post larva dan 0,95 ppm untuk udang yang berukuran sekitar 4,87 gram. Kandungan amonia yang aman bagi udang yaitu kurang dari 0,5 mg/l. Konsentrasi relatif NH<sub>3</sub> yang aman bagi *Penaeus* sp. adalah di bawah 0,1 mg/l. Berdasarkan literatur di atas dapat diketahui bahwa nilai amonia pada tambak bioflok, semi bioflok, dan plankton masih berada pada kondisi yang aman untuk kehidupan udang.

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar amonia maka perlu dilakukan analisa statistik. Analisa statistik untuk kadar amonia pada ketiga teknologi budidaya ini dapat dilihat pada Lampiran 2. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui

pengaruh teknologi budidaya terhadap kadar amonia, hasil analisa sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Sidik Ragam Kadar Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable:Amonia

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.001 <sup>a</sup>	4	.000	238.652	.000
Intercept	.006	1	.006	4.721E3	.000
TEKNOLOGI	.001	2	.001	464.435	.000
ULANGAN	3.289E-5	2	1.644E-5	12.870	.018
Error	5.111E-6	4	1.278E-6		
Total	.007	9			
Corrected Total	.001	8			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,992)

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi untuk sumber keragaman berupa teknologi dan ulangan adalah 0,000 dan 0,018 secara berturut-turut. Nilai signifikansi yang digunakan sebagai patokan dalam uji sidik ragam ini adalah 0,05. Apabila nilai signifikansi sumber keragaman (baik berupa teknologi maupun ulangan) lebih besar daripada 0,05; maka perlakuan (teknologi budidaya) tidak mempengaruhi nilai amonia, sedangkan apabila nilai signifikansi sumber keragaman (baik berupa teknologi maupun ulangan) lebih kecil daripada 0,05; maka perlakuan (teknologi budidaya) mempengaruhi nilai amonia. Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa signifikansi sumber keragaman berupa teknologi dan ulangan memiliki nilai lebih kecil daripada 0,05 sehingga teknologi budidaya mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar amonia. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 464,435; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 12,870. Nilai R ajusted sebesar 0,992 menunjukkan nilai amonia dipengaruhi oleh teknologi budidaya sebesar 99,2%. Setelah diketahui bahwa teknologi budidaya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar amonia, maka analisa

dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji Tukey. Uji BNT ini digunakan untuk mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar amonia. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Amonia					
Tukey HSD					
TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Semi	3	.01267			a
Plankton	3		.02433		b
Bioflok	3			.04067	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,28E-006.

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwa urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar amonia adalah 1) bioflok, 2) plankton, dan 3) semi bioflok. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar amonia pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem plankton dan teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi 1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar amonia.

Teknologi budidaya dengan sistem bioflok sangat berpengaruh terhadap kadar amonia dibandingkan teknologi budidaya dengan sistem plankton dan semi bioflok. Dalam teknologi ini, bakteri heterotrof yang tumbuh dengan kepadatan yang tinggi berfungsi sebagai bioreaktor yang mengontrol kualitas air terutama konsentrasi N serta sebagai sumber protein bagi organisme yang dipelihara (Ekasari, 2009). Secara aplikasi de Schryver *et al.* (2008) menemukan bahwa bioflok yang ditumbuhkan dalam bioreaktor dapat mengkonversi N dengan konsentrasi 110 mg NH<sub>4</sub>/L hingga 98% dalam sehari. Penelitian ini

menunjukkan bahwa bioflok memiliki kapasitas yang besar dalam mengkonversi nitrogen anorganik dalam air, sehingga dapat memperbaiki kualitas air dengan lebih cepat. Menurut Aiyu (2009), bioflok adalah pemanfaatan bakteri pembentuk flok (flocs forming bacteria) untuk pengolahan limbah. Salah satu jenis bakteri yang mampu membentuk flok adalah *Bacillus subtilis*. Pada tambak bioflok terjadi penambahan bakteri yaitu *Bacillus subtilis* selama masa budidaya berlangsung. Bakteri *Bacillus subtilis* inilah yang diduga mampu mengkonversi N dalam tambak sehingga kualitas air tambak tetap terjaga dengan baik.

Pada tambak semi bioflok juga terjadi penambahan bakteri ke dalam tambak selama masa budidaya berlangsung. Jenis bakteri yang ditambahkan ke dalam tambak semi bioflok adalah *Bacillus subtilis* dan *Thiobacillus* sp.. Menurut Ghosh *et al.* (2008) dalam Yudiati *et al.* (2010), penurunan kadar amonia dan bahan organik dapat dilakukan dengan aplikasi bakteri probiotik *Bacillus subtilis*. Pada tambak semi bioflok juga terdapat fitoplankton yang dapat menjaga kualitas perairan. Chlorophyceae, Cyanophyceae, dan Bacillariophyceae mendominasi komposisi fitoplankton pada tambak semi bioflok. Adanya kelompok bakteri dan fitoplankton ini menyebabkan rendahnya nilai amonia pada tambak semi bioflok karena amonia dapat didegradasi oleh bakteri dan dimanfaatkan oleh fitoplankton tersebut.

Nilai amonia pada tambak plankton masih optimal untuk kelangsungan hidup udang. Hal ini dikarenakan terdapatnya berbagai jenis fitoplankton pada tambak plankton. Fitoplankton dari kelas Chlorophyceae dan Chrysophyceae mendominasi komunitas plankton pada tambak. Menurut Elfinurfajri (2009), amonia lebih disukai oleh fitoplankton dibandingkan nitrat dan pemanfaatan amonia oleh fitoplankton membutuhkan energi lebih sedikit daripada nitrat. Berdasarkan literatur tersebut dapat diketahui bahwa fitoplankton memanfaatkan amonia sehingga kadar amonia pada tambak tetap optimal.

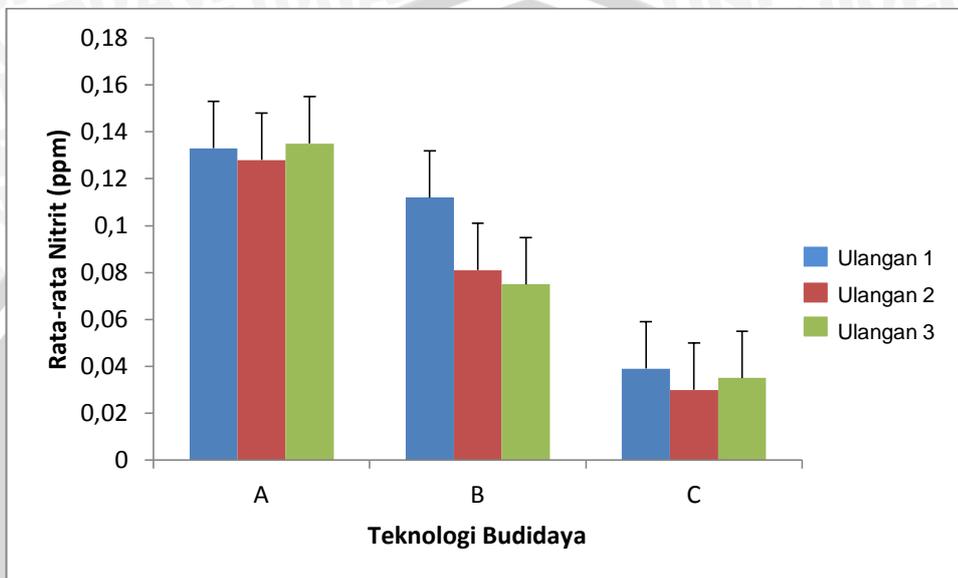
Tingkat toksisitas amonia tak-terionisasi tergantung pada kondisi pH dan suhu di suatu perairan, sehingga kenaikan nilai pH dan suhu menyebabkan proporsi amonia bebas di perairan meningkat. Pada perairan dengan pH lebih dari 7, amonia bebas atau amonia tak-terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak (Novotny dan Olem, 1994). Pada tambak bioflok, nilai pH pada awal budidaya adalah 6,5 sedangkan pada akhir budidaya nilai pH mencapai 8,2. Nilai suhu juga mengalami peningkatan dari 28°C mencapai 32°C. Peningkatan nilai pH dan suhu ini menyebabkan terjadinya peningkatan amonia selama masa budidaya berlangsung, dimana nilai amonia pada awal budidaya adalah 0,009 ppm dan pada akhir budidaya nilai amonia mencapai 0,075 ppm. Pada tambak semi bioflok, nilai pH dan suhu relatif stabil selama masa budidaya berlangsung, yaitu 7,6 dan 27°C, secara berturut-turut. Hal ini menyebabkan peningkatan nilai amonia tidak terlalu ekstrim seperti nilai amonia pada tambak bioflok. Nilai amonia pada awal budidaya adalah 0,005 ppm dan nilai amonia pada akhir budidaya adalah 0,024 ppm. Pada tambak plankton, nilai pH pada awal budidaya adalah 7,9 sedangkan pada akhir budidaya nilai pH mengalami penurunan menjadi 6,4. Berbeda dengan pH yang mengalami penurunan, nilai suhu mengalami peningkatan selama masa budidaya, yaitu dari 29°C pada awal budidaya mencapai nilai 32°C pada akhir budidaya.

#### **4.2 Nitrit pada Tambak Udang Vaname**

Nitrit merupakan senyawa antara pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Sejalan dengan kadar rata-rata amonia yang mengalami perubahan selama masa budidaya, kadar rata-rata nitrit pun mengalami hal serupa. Perubahan kadar rata-rata nitrit pada setiap petakan tambak pada ketiga teknologi budidaya yang berbeda, yaitu bioflok, semi bioflok, dan plankton dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 9.

Tabel 11. Kadar Rata-rata Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Total (ppm)	Rata-rata (ppm)
	1	2	3		
A	0,133	0,128	0,135	0,396	0,132
B	0,112	0,081	0,075	0,268	0,089
C	0,039	0,030	0,035	0,104	0,035



Gambar 9. Kadar Rata-rata Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Kadar rata-rata nitrit pada tambak bioflok mencapai angka tertinggi yaitu 0,132 ppm. Pada petak pertama tambak bioflok, nilai nitrit mencapai 0,133 ppm; pada petak kedua sebesar 0,128 ppm; dan pada petak ketiga mencapai 0,135 ppm. Nilai nitrit pada petak pertama tambak semi bioflok adalah 0,112 ppm; pada petak kedua mencapai 0,081 ppm; dan pada petak ketiga mencapai 0,075 ppm sehingga kadar rata-rata nitrit pada tambak semi bioflok adalah 0,089 ppm. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai rata-rata nitrit pada tambak bioflok. Pada tambak plankton, nilai rata-rata nitrit mencapai 0,035 ppm, nilai yang paling rendah apabila dibandingkan dengan nilai rata-rata nitrit pada tambak bioflok dan semi bioflok. Nilai nitrit pada petak pertama di tambak plankton sebesar 0,039 ppm; pada petak kedua sebesar 0,030 ppm; dan pada petak ketiga mencapai 0,035 ppm.

Menurut Budiardi (2008), daya racun nitrit berada di bawah  $\text{NH}_3$ , serta lebih beracun bagi ikan daripada bagi udang. Fenomena akibat pengaruh dari nitrit adalah proses matemoglobin. Oleh karena itu konsentrasi maksimum nitrit di perairan tambak yang direkomendasikan sebesar 1,0 mg/l. Pada salinitas di atas 20 ppt, batas ambang aman nitrit adalah kurang dari 0,2 ppm. Jika dibandingkan dengan kadar nitrit pada Tabel 10, kadar rata-rata nitrit pada tambak bioflok, semi bioflok, dan plankton masih dapat dikatakan aman untuk kelangsungan hidup udang.

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar nitrit maka perlu dilakukan analisa statistik. Analisa statistik untuk kadar nitrit pada ketiga teknologi budidaya ini dapat dilihat pada Lampiran 3. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya dengan sistem bioflok, teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok, dan teknologi budidaya dengan sistem plankton terhadap kadar nitrit, hasil analisa sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Sidik Ragam Kadar Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Nitrit

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.015 <sup>a</sup>	4	.004	32.101	.003
Intercept	.066	1	.066	573.201	.000
TEKNOLOGI	.014	2	.007	62.461	.001
ULANGAN	.000	2	.000	1.741	.286
Error	.000	4	.000		
Total	.081	9			
Corrected Total	.015	8			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,940)

Berdasarkan Tabel 12 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi untuk sumber keragaman berupa teknologi dan ulangan adalah 0,001 dan 0,286 secara berturut-turut. Nilai signifikansi sumber keragaman berupa teknologi

memiliki nilai lebih kecil daripada 0,05 sehingga teknologi budidaya mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar nitrit, sedangkan nilai signifikansi sumber keragaman berupa ulangan memiliki nilai yang lebih besar daripada 0,05 sehingga ulangan tidak mempunyai pengaruh terhadap kadar nitrit. Nilai R adjusted sebesar 0,940 menunjukkan nilai nitrit dipengaruhi oleh teknologi budidaya sebesar 94,0%. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 62,461; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 1,741. Setelah diketahui bahwa teknologi budidaya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrit, maka analisa dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji Tukey. Uji BNT digunakan untuk mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrit. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nitrit					
Tukey HSD					
TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Plankton	3	.03467			a
Semi Bioflok	3		.08933		b
Bioflok	3			.13200	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,000.

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui bahwa urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrit adalah 1) bioflok, 2) semi bioflok, dan 3) plankton. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar nitrit pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok dan teknologi budidaya dengan sistem plankton. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi

1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar nitrit.

Teknologi budidaya dengan sistem bioflok sangat berpengaruh terhadap kadar rata-rata nitrit daripada teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok dan plankton. Pada tambak bioflok terjadi penambahan bakteri yang menguntungkan untuk mengontrol kualitas air tambak, termasuk untuk mengontrol nitrit. Kadar nitrit yang tinggi pada tambak bioflok terjadi karena adanya aktivitas bakteri nitrifikasi, yang pada kondisi aerobik, bakteri nitrifikasi (bakteri pembentuk nitrit) akan mengoksidasi amonia menjadi nitrit, dan pada kondisi oksigen yang memadai proses ini akan berlanjut menjadi proses nitrifikasi, nitrit akan dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi (bakteri pembentuk nitrat) (Badjoeri dan Widiyanto, 2008). Menurut Aiyu (2009), pada tambak bioflok, konsentrasi  $\text{NO}_2^-$  akan tinggi karena nitrifikasi dan denitrifikasi berjalan seimbang. Hal inilah yang menyebabkan kadar nitrit pada tambak bioflok tinggi.

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang sengaja dimasukkan ke dalam tambak untuk memberikan efek menguntungkan bagi biota budidaya, terutama udang dan ikan. Salah satu tujuan pemberian probiotik melalui lingkungan (air dan dasar tambak) adalah menurunkan senyawa metabolit beracun, misalnya amonia, nitrit, dan  $\text{H}_2\text{S}$  (Kordi, 2012). Pada tambak bioflok dilakukan penambahan probiotik jenis *B. subtilis*, *B. luciniformis*, *B. plantarum*, *B. pumilis*, dan *Thiobacillus* sp.. Menurut Ghosh *et al.* (2008) dalam Yudiati *et al.* (2010), penurunan kadar amonia dan bahan organik dapat dilakukan dengan aplikasi bakteri probiotik *Bacillus subtilis*. Adanya penambahan bakteri ke dalam tambak inilah yang menyebabkan kadar nitrit dalam tambak dapat terkontrol dengan baik.

Pada tambak semi bioflok terjadi penambahan bakteri *B. subtilis* dan *Thiobacillus* sp.. Selain terdapat bakteri yang menguntungkan pada tambak

budidaya, pada tambak semi bioflok juga terdapat sekelompok fitoplankton yang dapat mempengaruhi kualitas air tambak. Chlorophyceae, Cyanophyceae, dan Bacillariophyceae mendominasi komposisi fitoplankton pada tambak semi bioflok. Fitoplankton mampu melakukan proses fotosintesis dengan memanfaatkan energi karbon dari CO<sub>2</sub> dan bantuan cahaya matahari. Proses fotosintesis ini menghasilkan oksigen yang menjadi sumber oksigen di perairan tambak. Oksigen yang dihasilkan ini digunakan oleh udang dan bakteri aerob untuk menciptakan lingkungan yang nyaman bagi kehidupan udang yang dipelihara. Adanya interaksi antara bakteri yang menguntungkan dan fitoplankton ini menyebabkan kadar nitrit di tambak masih tetap terjaga dengan baik.

Nilai nitrit pada tambak plankton masih optimal untuk kelangsungan hidup udang. Hal ini dikarenakan terdapatnya berbagai jenis fitoplankton pada tambak plankton. Fitoplankton dari kelas Chlorophyceae dan Chrysophyceae mendominasi komunitas plankton pada tambak. Menurut Elfinurfajri (2009), komunitas fitoplankton merupakan hal yang penting diperhatikan pada saat budidaya karena fitoplankton merupakan penyumbang oksigen selain kincir air dan mampu menyerap racun di perairan. Dengan adanya fitoplankton maka oksigen di tambak dapat tercukupi sehingga proses nitrifikasi dapat berlangsung dengan baik. Nitrit merupakan racun bagi organisme budidaya sehingga diharapkan fitoplankton tersebut dapat menyerap nitrit agar kadar nitrit pada tambak budidaya dapat dikurangi. Melalui penyerapan nitrit inilah, maka kadar nitrit pada tambak plankton dapat terkontrol dengan baik sehingga tidak mempengaruhi kehidupan udang yang dipelihara.

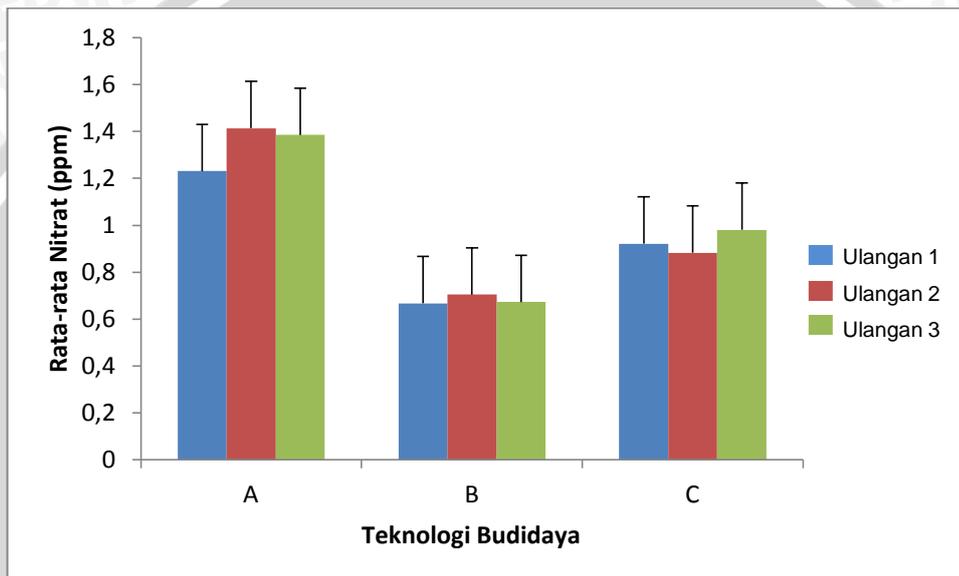
#### **4.3 Nitrat pada Tambak Udang Vaname**

Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat

mengalami perubahan selama masa budidaya, baik pada tambak bioflok, semi bioflok, maupun plankton seperti yang terlihat pada Tabel 14 dan Gambar 10.

Tabel 14. Kadar Rata-rata Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Total (ppm)	Rata-rata (ppm)
	1	2	3		
A	1,231	1,414	1,385	4,030	1,343
B	0,667	0,704	0,673	2,044	0,681
C	0,921	0,883	0,980	2,784	0,928



Gambar 10. Kadar Rata-rata Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai nitrat pada petak pertama tambak bioflok adalah 1,231 ppm; pada petak kedua adalah 1,414 ppm; dan pada petak ketiga adalah 1,385 ppm sehingga nilai rata-rata nitrat pada tambak bioflok sebesar 1,343 ppm. Nilai nitrat tersebut merupakan nilai yang paling tinggi diantara nilai nitrat pada tambak lainnya. Pada tambak semi bioflok, nilai nitrat pada petak pertama mencapai 0,667 ppm; pada petak kedua mencapai 0,704 ppm; dan pada petak ketiga mencapai 0,673 ppm sehingga nilai rata-rata nitrat pada tambak semi bioflok adalah 0,681 ppm. Nilai rata-rata nitrat pada tambak plankton mencapai 0,928 ppm, dimana nilai nitrat pada tambak pertama adalah 0,921 ppm; pada tambak kedua adalah 0,883 ppm; dan pada tambak ketiga adalah 0,980 ppm.

Menurut Effendi (2003), nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Menurut Wickins (1976) dalam Priatna (2004), konsentrasi nitrat yang disarankan untuk budidaya krustase adalah kurang dari 100 ppm. Nitrat akan bersifat toksik pada konsentrasi di atas 300 ppm, tetapi pada udang konsentrasi nitrat lebih dari 200 ppm akan mempengaruhi pertumbuhan serta daya tahan udang terhadap penyakit. Apabila dibandingkan dengan nilai nitrat yang didapatkan pada penelitian ini, maka nilai nitrat masih berada pada batas normal sehingga tidak mempengaruhi kehidupan udang yang dibudidayakan.

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar nitrat maka perlu dilakukan analisa statistik (Lampiran 4). Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya terhadap kadar nitrat, hasil analisa sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Sidik Ragam Kadar Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Nitrat					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.681 <sup>a</sup>	4	.170	43.212	.002
Intercept	8.718	1	8.718	2.214E3	.000
TEKNOLOGI	.672	2	.336	85.261	.001
ULANGAN	.009	2	.005	1.163	.400
Error	.016	4	.004		
Total	9.415	9			
Corrected Total	.697	8			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,955)

Berdasarkan Tabel 15 dapat diketahui bahwa nilai signifikansi untuk sumber keragaman berupa teknologi dan ulangan adalah 0,001 dan 0,400 secara berturut-turut. Nilai signifikansi sumber keragaman berupa teknologi memiliki nilai lebih kecil daripada 0,05 sehingga teknologi budidaya mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar nitrat, sedangkan nilai signifikansi

sumber keragaman berupa ulangan memiliki nilai yang lebih besar daripada 0,05 sehingga ulangan tidak mempunyai pengaruh terhadap kadar nitrat. Nilai R adjusted sebesar 0,955 yang menunjukkan nilai nitrat dipengaruhi oleh teknologi budidaya sebesar 95,5%. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 85,261; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 1,163. Setelah diketahui bahwa teknologi budidaya berpengaruh sangat nyata terhadap kadar nitrat, maka analisa dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji Tukey. Uji BNT digunakan untuk mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrat. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji BNT atau Uji Tukey Kadar Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nitrat					
Tukey HSD					
TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Semi	3	.68133			a
Plankton	3		.92800		b
Bioflok	3			1.34333	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on observed means.  
The error term is Mean Square(Error) = ,004.

Berdasarkan Tabel 16 dapat diketahui bahwa urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrat adalah 1) bioflok, 2) plankton, dan 3) semi bioflok. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar nitrat pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem plankton dan teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi 1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar nitrat.

Teknologi budidaya yang sangat berpengaruh terhadap nilai nitrat adalah bioflok. Pada tambak bioflok terdapat penambahan mikroorganisme menguntungkan ke dalam tambak, diduga penambahan mikroorganisme tersebut dapat mempercepat proses nitrifikasi sehingga nilai nitrat pada tambak bioflok lebih tinggi daripada tambak semi bioflok dan plankton. Kadar oksigen yang optimal dalam tambak juga dapat mempercepat terjadinya proses nitrifikasi. Nilai amonia dan nitrit yang tinggi pada tambak bioflok menyebabkan nilai nitrat juga tinggi karena proses nitrifikasi berlangsung optimal.

Pada tambak semi bioflok, nilai rata-rata nitrat mencapai 0,681 ppm. Nilai ini merupakan nilai nitrat yang terendah bila dibandingkan dengan nilai nitrat pada tambak lainnya. Hal ini disebabkan karena nitrat dimanfaatkan oleh bakteri dan fitoplankton yang berada pada tambak tersebut. Salah satu bakteri yang terdapat pada tambak semi bioflok adalah *Thiobacillus* sp., dimana jenis bakteri ini dapat mereduksi nitrat menjadi gas nitrogen. Terdapat beberapa spesies bakteri autotrof yang dapat mereduksi nitrat menjadi gas nitrogen yaitu : *Thiobacillus denitrificans*, *Thiomicrospira denitrificans*, *Paracoccus denitrificans*, dan beberapa jenis *Pseudomonas*. Selain terdapat bakteri *Thiobacillus* sp., pada tambak semi bioflok juga terdapat fitoplankton dari kelas Chlorophyceae, Cyanophyceae, dan Bacillariophyceae. Menurut Effendi (2003), nitrat dapat direduksi menjadi amonia oleh aktivitas mikroba pada kondisi anaerob melalui proses yang disebut denitrifikasi. Selain itu, nitrat adalah bagian nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Lebih lanjut diungkapkan bahwa nitrat merupakan sumber nitrogen bagi tumbuhan yang selanjutnya dikonversi menjadi protein. Berdasarkan literatur di atas dapat disimpulkan bahwa bakteri dan fitoplankton sama-sama memanfaatkan nitrat pada perairan tambak sehingga kadar nitrat pada tambak semi bioflok rendah.

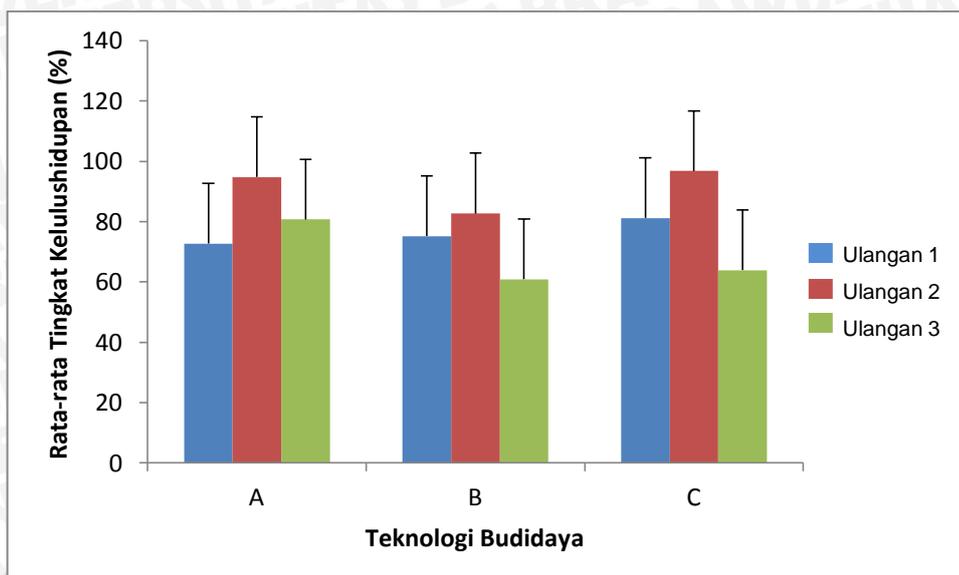
Bentuk senyawa nitrogen yang paling dominan di perairan alami adalah ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Nilai nitrat pada tambak plankton lebih rendah daripada nilai nitrat pada tambak bioflok. Hal ini diduga nitrat banyak dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Tambak ini didominasi oleh fitoplankton dari kelas Chlorophyceae dan Chrysophyceae.

#### 4.4 Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname

Tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*, SR) perlu diketahui untuk melihat hubungan antara nilai amonia, nitrit, dan nitrat terhadap tingkat kelulushidupan udang vaname pada masing-masing teknologi budidaya. Tingkat kelulushidupan suatu organisme merupakan persentase antara jumlah organisme yang ditebar dengan jumlah organisme yang hidup selama masa budidaya berlangsung. Kelangsungan hidup udang bergantung antara lain pada lingkungan hidup udang meliputi tanah dan air, tempat (habitat) hidup udang. Kelayakan hidup udang ditentukan oleh derajat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), kandungan oksigen terlarut, kandungan amoniak,  $\text{H}_2\text{S}$ , kecerahan air, kandungan plankton, dan lain-lain (Effendie, 1997). Persentase tingkat kelulushidupan udang vaname pada teknologi budidaya dengan sistem bioflok, teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok, dan teknologi budidaya dengan sistem plankton dapat dilihat pada Tabel 17 dan Gambar 11.

Tabel 17. Persentase Rata-rata Tingkat Kelulushidupan (SR) Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			SR (%)	Rata-rata (%)
	1	2	3		
A	72,69	94,80	80,73	248,22	82,74
B	75,18	82,69	60,89	218,76	72,92
C	81,17	96,77	63,93	241,87	80,62



Gambar 11. Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Berdasarkan Tabel 17 dapat diketahui bahwa persentase rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname tertinggi berada pada tambak bioflok, diikuti dengan persentase rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak plankton, dan semi bioflok. Pada tambak bioflok, dapat diketahui persentase rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname sebesar 82,74%; dimana pada petak pertama persentase tingkat kelulushidupannya adalah 72,69%; pada petak kedua sebesar 94,80%; dan pada petak ketiga sebesar 80,73%. Pada petak pertama tambak semi bioflok, persentase tingkat kelulushidupan udang vaname adalah 75,18%; pada petak kedua sebesar 82,69%; dan pada petak ketiga sebesar 60,89% sehingga persentase rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak semi bioflok adalah 72,92%. Persentase rata-rata tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak plankton adalah 80,62%; dimana persentase tingkat kelulushidupan udang vaname pada petak pertama sebesar 81,17%; pada petak kedua sebesar 96,77%; dan pada petak ketiga sebesar 63,93%. Data tingkat kelulushidupan udang vaname pada ketiga teknologi budidaya tersaji pada Lampiran 5.

Kematian organisme yang dipelihara dalam suatu wadah dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah mortalitas alamiah dan penyakit, sedangkan faktor eksternal dipengaruhi oleh kualitas air, penanganan, dan predator (Priatna, 2004). Amonia, nitrit, dan nitrat pada tambak bioflok mencapai nilai terbaik, dimana tingkat kelangsungan hidup udang vaname juga menunjukkan angka terbaik pada tambak bioflok. Kualitas air yang baik akan mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup udang vaname yang baik pula sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas air berbanding lurus dengan tingkat kelangsungan hidup udang vaname.

Pada tambak bioflok, tingkat kelulushidupan udang vaname mencapai nilai tertinggi, yaitu 82,74%. Hal ini disebabkan mikroorganisme yang ditambahkan pada tambak dapat berfungsi sebagai sumber pakan bagi udang vaname tersebut. Tercukupinya jumlah pakan pada tambak pemeliharaan akan mendukung tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Menurut Ekasari (2009), secara teoritis maupun aplikasi, penerapan teknologi bioflok dapat meningkatkan kualitas air melalui pengontrolan konsentrasi amonia dalam air dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi melalui pemanfaatan bioflok sebagai sumber pakan bagi organisme yang dibudidayakan.

*Bacillus subtilis*, *B. luciniformis*, *B. plantarum*, *B. pumilis*, dan *Thiobacillus* sp.. merupakan jenis bakteri yang ditambahkan pada tambak bioflok. Selain berpengaruh terhadap kualitas air, aplikasi probiotik juga berpengaruh terhadap populasi bakteri vibrio. Beberapa probiotik yang telah terbukti menekan populasi bakteri vibrio adalah *Bacillus* spp (Yudiati *et al.*, 2010). *Vibrio harveyi* dan *V. alginolyticus* merupakan bakteri penyebab vibriosis pada tambak udang, vibriosis ini dapat menyebabkan kematian massal pada udang yang dibudidayakan. Dengan adanya kelompok bakteri *Bacillus* sp. ini, maka populasi bakteri vibrio

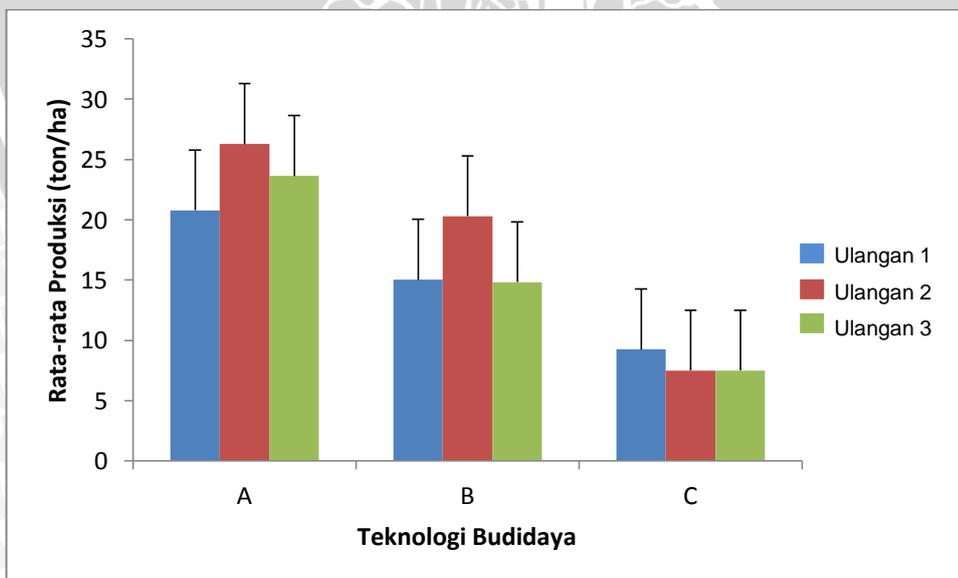
pada tambak udang dapat ditekan sehingga kecil kemungkinan terjadinya vibriosis pada tambak udang.

#### 4.5 Produksi Udang Vaname

Produksi udang merupakan keseluruhan bobot (biomassa) udang pada waktu panen yang dalam waktu dan luasan tertentu disebut produktivitas (Budiardi, 1999). Besarnya produksi ditentukan oleh padat tebar, pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup serta lama masa pemeliharaan, jika kualitas benih dan pakan sudah baik (Tarsim, 2000). Produksi udang vaname pada tambak bioflok tentunya berbeda dengan produksi udang vaname pada tambak semi bioflok dan plankton. Tabel 18 dan Gambar 12 menjelaskan tentang besarnya produksi udang vaname pada masing-masing teknologi budidaya.

Tabel 18. Rata-rata Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Produksi (ton/ha)	Rata-rata (ton/ha)
	1	2	3		
A	20,78	26,28	23,63	70,69	23,56
B	15,03	20,29	14,83	50,15	16,72
C	9,25	7,50	7,49	24,24	8,08



Gambar 12. Rata-rata Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

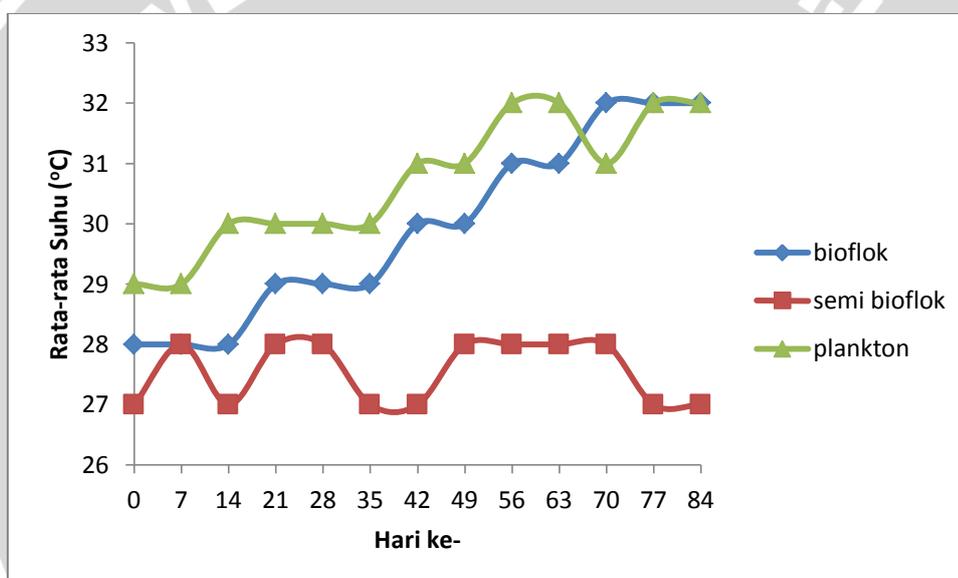
Produksi udang vaname pada tambak bioflok mencapai angka tertinggi daripada produksi udang vaname pada tambak semi bioflok dan plankton. Rata-rata produksi udang vaname pada tambak bioflok mencapai 23,56 ton/ha; dimana pada petak pertama produksi udang vaname mencapai angka 20,78 ton/ha; pada petak kedua mencapai 26,28 ton/ha; dan pada petak ketiga mencapai 23,63 ton/ha. Pada tambak semi bioflok, produksi udang vaname pada petak pertama adalah 15,03 ton/ha; pada petak kedua sebesar 20,29 ton/ha; dan pada petak ketiga sebesar 14,83 ton/ha sehingga rata-rata produksi udang vaname pada tambak semi bioflok adalah 16,72 ton/ha. Rata-rata produksi udang vaname pada tambak plankton adalah 8,08 ton/ha, angka ini menunjukkan rata-rata nilai yang paling rendah dibandingkan rata-rata nilai produksi pada tambak lainnya. Pada petak pertama tambak plankton, produksi udang vaname mencapai 9,25 ton/ha; pada petak kedua mencapai 7,50 ton/ha; dan pada petak ketiga mencapai 7,49 ton/ha. Data biomassa udang vaname pada tambak bioflok, semi bioflok, dan plankton disajikan pada Lampiran 6.

Menurut Budiardi *et al.* (2007), kondisi lingkungan yang baik akan meningkatkan produksi udang melalui peningkatan biomassa udang. Pada perhitungan sebelumnya diketahui bahwa kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) pada tambak bioflok mencapai nilai terbaik apabila dibandingkan dengan kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) pada tambak lainnya. Kualitas air yang baik ini akan mendukung kehidupan udang yang dibudidayakan sehingga tingkat produksinya akan tinggi. Pada tambak bioflok terdapat penambahan berbagai macam mikroorganisme yang menguntungkan (probiotik) yang dapat mengontrol kualitas air tambak. Mikroorganisme ini selain dapat mengontrol kualitas air tambak juga dapat berperan sebagai sumber pakan bagi udang yang dibudidayakan. Terciptanya lingkungan hidup yang baik dan tercukupinya jumlah pakan pada lingkungan budidaya menyebabkan produksi udang akan meningkat.

## 4.6 Kualitas Air Tambak Udang Vaname

### 4.6.1 Suhu

Salah satu komponen kualitas air ini perlu diketahui nilainya dalam tambak karena dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme yang dipelihara. Pada tambak yang menerapkan teknologi budidaya bioflok, semi bioflok, dan plankton, nilai suhu akan mengalami fluktuasi selama masa budidaya, dari masa awal sampai akhir budidaya. Data hasil pengukuran suhu selama masa budidaya berlangsung dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan perubahan suhu selama budidaya berlangsung dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rata-rata Suhu pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Pada tambak bioflok, nilai rata-rata suhu terus mengalami peningkatan selama masa budidaya berlangsung. Pada awal masa budidaya, rata-rata suhu air tambak adalah 28°C dan pada akhir masa budidaya rata-rata suhu air tambak mencapai 32°C. Rata-rata suhu air tambak semi bioflok mengalami peningkatan dan penurunan selama budidaya berlangsung. Fluktuasi suhu berkisar pada rentang 1°C sehingga dapat dikatakan bahwa rata-rata suhu pada tambak semi bioflok paling stabil. Rata-rata suhu air tambak berada pada nilai 27°C pada awal

dan akhir masa budidaya. Pada tambak plankton, rata-rata suhu air tambak relatif meningkat, namun pada hari ke-70 suhu air tambak menurun. Rata-rata suhu air tambak berada pada nilai 29°C pada hari ke-0 dan mencapai nilai 32°C pada hari ke-84.

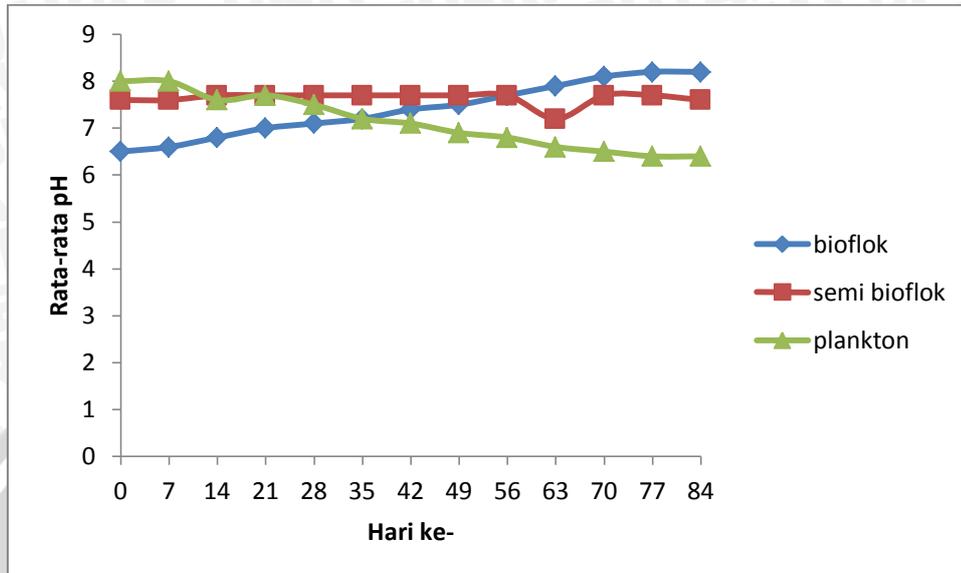
Menurut Hadi (2006), udang dapat bertahan hidup pada kisaran temperatur yang cukup luas. Batasan bawah suhu yang bersifat lethal adalah 15°C, walaupun udang mungkin masih dapat hidup pada suhu yang lebih rendah dalam rentang waktu yang singkat. Sedangkan batas atas suhu lethal adalah sekitar 35°C atau sampai 40°C dalam rentang waktu yang singkat. Suhu optimal untuk pertumbuhan terbaik adalah 28 – 32°C. Berdasarkan literatur tersebut dapat diketahui bahwa suhu air tambak pada ketiga teknologi budidaya berada pada suhu optimal untuk pertumbuhan terbaik.

Peningkatan 10°C suhu perairan akan meningkatkan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat. Dekomposisi bahan organik oleh mikroba juga menunjukkan adanya peningkatan dengan semakin meningkatnya suhu (Effendi, 2003). Peningkatan suhu air tambak tidak mencapai 10°C pada ketiga teknologi budidaya sehingga jumlah oksigen terlarut masih dapat tercukupi, baik untuk konsumsi oksigen oleh organisme akuatik maupun untuk dekomposisi bahan organik.

#### **4.6.2 pH (Derajat Keasaman)**

Nilai pH merupakan hasil pengukuran aktivitas ion hidrogen dalam perairan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. Sejalan dengan nilai rata-rata suhu yang mengalami perubahan selama masa budidaya, nilai rata-rata pH juga mengalami perubahan pada masing-masing teknologi budidaya. Data hasil pengukuran pH selama masa budidaya berlangsung dapat

dilihat pada Lampiran 8, sedangkan perubahan pH selama budidaya berlangsung dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Rata-rata pH pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai rata-rata pH (derajat keasaman) pada masing-masing tambak tidaklah sama. Pada tambak bioflok, nilai rata-rata pH cenderung mengalami peningkatan selama masa budidaya berlangsung. Nilai rata-rata pH berada pada 6,5 pada hari ke-0 dan berada pada nilai 8,2 pada hari ke-84. Pada tambak semi bioflok, nilai rata-rata pH relatif stabil selama masa budidaya berlangsung. Pada hari ke-0, nilai rata-rata pH berada pada nilai 7,6 dan pada hari ke-84 nilai rata-rata pH juga berada pada nilai 7,6. Nilai rata-rata pH mengalami penurunan pada tambak plankton selama masa budidaya berlangsung. Nilai rata-rata pH pada hari ke-0 adalah 8,0 dan pada hari ke-84 nilai rata-rata pH adalah 6,4. Nilai rata-rata yang tertera pada gambar merupakan nilai rata-rata pada ketiga petakan tambak pada masing-masing teknologi budidaya.

Menurut Hadi (2006), biasanya udang dapat mentoleransi kisaran pH dari 7.0 sampai 9.0. Menurut Wardoyo (1997), nilai pH yang ideal untuk udang ialah 6,8 – 9,0 sedangkan pH air 4 dengan kisaran antara 4,5 – 6,0 dan 9,8 – 11,0 menyebabkan terganggunya metabolisme udang. Lebih lanjut dinyatakan bahwa

pH < 4,0 dan > 11,0 menyebabkan udang akan mati. Berdasarkan literatur di atas dapat diketahui bahwa nilai pH pada ketiga teknologi budidaya (bioflok, semi bioflok, dan plankton) masih dapat ditoleransi oleh udang.

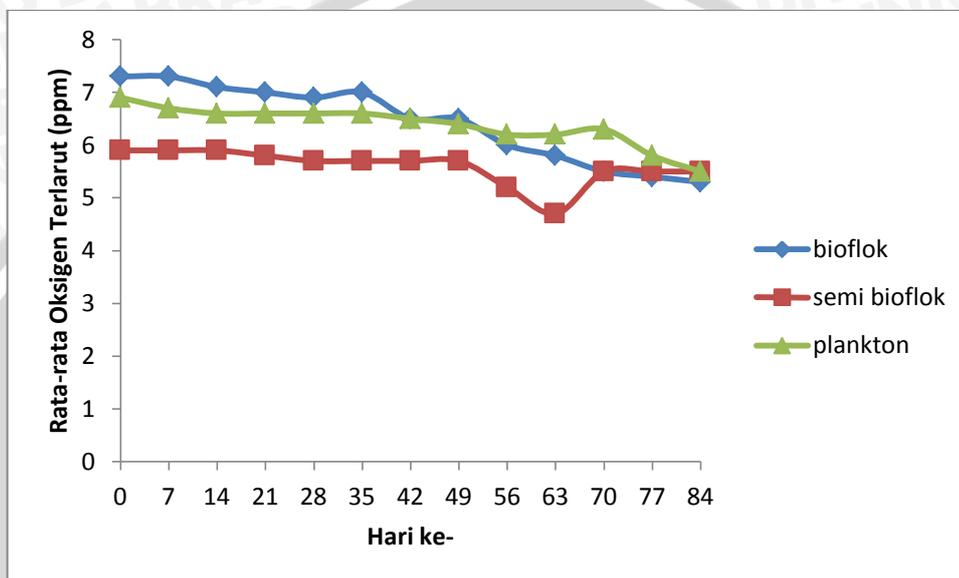
Derajat keasaman juga berpengaruh terhadap toksisitas amonia dan hidrogen sulfida. Menurut Effendi (2003), pada pH tinggi lebih banyak ditemukan senyawa amonia dan bersifat toksik. Hal ini disebabkan karena amonia lebih mudah terserap ke dalam tubuh udang. Pada tambak bioflok, nilai pH relatif meningkat selama masa budidaya berlangsung. Nilai amonia pada tambak bioflok juga relatif meningkat selama masa budidaya berlangsung yang disebabkan oleh meningkatnya nilai pH air tambak.

Pada tambak semi bioflok, dasar tambak berupa tanah dan sekeliling tambak berupa dinding plester. Dasar tambak yang berupa tanah ini dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tambak namun karena disekeliling dinding tambak berupa plester maka kadar bahan organik dalam tambak dapat diimbangi jumlahnya. Hal inilah yang menyebabkan nilai pH pada tambak semi bioflok relatif stabil.

Menurut Anonymous (2011), tingkat keasaman (pH) tanah banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor pembentuknya, antara lain bahan organik dan berbagai jenis organisme air yang mengalami pembusukan, logam berat (besi, timah, dan bouksit). Biasanya pH tanah dasar tambak yang rendah diikuti tingginya kandungan bahan organik tanah yang terakumulasi dan tidak terjadi oksidasi yang sempurna. Pada tambak plankton, nilai pH cenderung menurun selama masa budidaya berlangsung. Hal ini disebabkan dasar tambak yang berupa tanah, dimana dasar tambak yang berupa tanah ini mengandung bahan organik yang tinggi sehingga nilai pH menjadi rendah. Nilai pH tanah akan mempengaruhi nilai pH air tambak, apabila nilai pH tanah rendah maka nilai pH air juga akan rendah.

#### 4.6.3 DO (Oksigen Terlarut)

Nilai rata-rata oksigen terlarut pada ketiga teknologi budidaya mengalami perbedaan. Data hasil pengukuran DO selama masa budidaya berlangsung dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan perubahan DO selama budidaya berlangsung dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Rata-rata Oksigen Terlarut pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai rata-rata oksigen terlarut pada masing-masing teknologi budidaya mengalami penurunan dari awal sampai akhir masa budidaya. Pada tambak bioflok terjadi penurunan nilai rata-rata oksigen terlarut yang signifikan pada awal dan akhir masa budidaya. Pada hari ke-0 nilai rata-rata oksigen terlarut adalah 7,3 ppm dan mengalami penurunan menjadi 5,3 ppm pada hari ke-84. Nilai rata-rata oksigen terlarut pada tambak semi bioflok relatif mengalami penurunan, namun pada hari ke-70 mengalami peningkatan mencapai nilai 5,5 ppm. Pada hari ke-0 nilai rata-rata oksigen terlarut adalah 5,9 ppm dan nilai rata-rata oksigen terlarut pada hari ke-84 adalah 5,5 ppm. Nilai rata-rata oksigen terlarut pada tambak plankton di hari ke-0 adalah 6,9 ppm dan nilai rata-rata oksigen terlarut pada hari ke-84 mencapai 5,5 ppm.

Menurut Anonymous (2011), kelarutan oksigen untuk kebutuhan minimal pada air media pemeliharaan udang adalah  $> 3$  ppm. Batas optimum kadar  $O_2$  terlarut di perairan untuk pertumbuhan yang normal bagi udang yaitu berada pada kisaran 4 – 7 mg/l (Poernomo, 1988). Nilai rata-rata oksigen terlarut pada ketiga teknologi budidaya, baik bioflok, semi bioflok, maupun plankton masih berada pada nilai optimum untuk pertumbuhan normal bagi udang.

Pada padat penebaran yang tinggi terjadi peningkatan kebutuhan oksigen udang sehingga suplai oksigen di perairan perlu ditingkatkan, antara lain dengan penambahan kincir. Selain itu dengan padat tebar yang tinggi dituntut adanya jumlah pemberian pakan yang tinggi (Alkindy, 2006). Pada penelitian ini semua teknologi budidaya berada pada sistem budidaya intensif. Padat tebar pada tambak bioflok mencapai 149 – 150 ekor/m<sup>2</sup>, pada tambak semi bioflok mencapai 107 – 129 ekor/m<sup>2</sup>, dan pada tambak plankton mencapai 74 – 108 ekor/m<sup>2</sup>. Padat penebaran yang tinggi ini sering menyebabkan tingkat oksigen terlarut dalam tambak menurun sejalan dengan bertambahnya masa budidaya. Fenomena inilah yang terlihat pada ketiga teknologi budidaya, dimana kadar oksigen terlarut mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya masa budidaya.

Selain disebabkan oleh padat penebaran yang tinggi, pengurangan jumlah oksigen terlarut juga disebabkan oleh peningkatan suhu. Suhu air tambak relatif meningkat selama masa budidaya berlangsung. Peningkatan suhu ini akan mengurangi kelarutan oksigen dalam perairan. Seperti yang dikemukakan oleh Kordi (2012) bahwa suhu sangat berpengaruh terhadap kadar oksigen. Oksigen berbanding terbalik dengan suhu. Artinya, apabila suhu tinggi maka kelarutan oksigen berkurang.

Menurut Van Wyk dan Avnimelech (2007) dalam Ekasari (2009), karakteristik sistem bioflok adalah kebutuhan oksigen yang tinggi dan laju

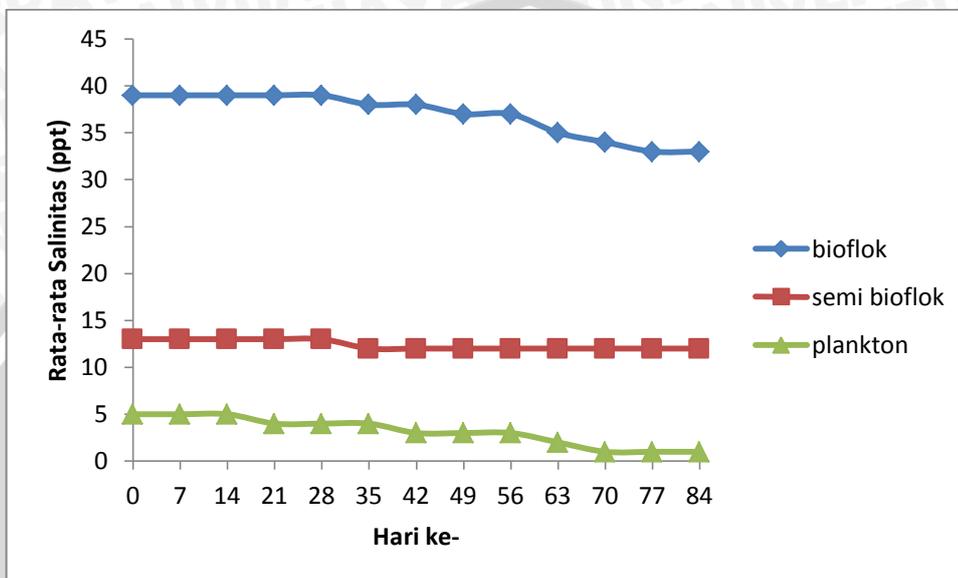
produksi biomassa bakteri yang tinggi. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (*anaerob*) (Elfinurfajri, 2009). Kadar oksigen terlarut pada tambak bioflok mengalami penurunan yang signifikan. Udang memanfaatkan oksigen terlarut untuk bernafas serta proses-proses fisiologi sel yang berperan dalam pembentukan energi yang dibutuhkan dalam proses metabolisme nutrisi dalam pakan. Feses dan sisa pakan akan menjadi racun apabila tidak segera didekomposisi menjadi senyawa yang menguntungkan. Dekomposisi bahan organik tersebut membutuhkan oksigen dalam prosesnya. Hal inilah yang menyebabkan nilai oksigen terlarut pada tambak bioflok mengalami penurunan yang signifikan, yaitu karena oksigen dimanfaatkan oleh udang dan bakteri.

Pada tambak semi bioflok, nilai oksigen terlarut relatif stabil selama masa budidaya berlangsung. Udang dan bakteri yang berada pada tambak sama-sama membutuhkan oksigen untuk mendukung kehidupannya, namun pada tambak semi bioflok terdapat komunitas fitoplankton yang dapat menyediakan oksigen melalui proses fotosintesis. Menurut APHA (1989), oksigen di perairan berasal dari proses fotosintesis dari fitoplankton atau jenis tumbuhan air, dan melalui proses difusi dari udara. Adanya sumber oksigen melalui proses fotosintesis oleh fitoplankton ini menyebabkan nilai oksigen terlarut relatif stabil pada tambak semi bioflok.

Tambak plankton didominasi oleh fitoplankton dari kelas Chlorophyceae dan Chrysophyceae. Walaupun fitoplankton dapat menyediakan oksigen melalui proses fotosintesis, namun dominansi fitoplankton yang terlalu tinggi juga dapat mengurangi oksigen dalam tambak. Menurut Kordi (2012), pengurangan oksigen paling besar pada tambak udang adalah akibat pernapasan fitoplankton. Biasanya 60 – 80% dari penurunan oksigen di dalam tambak disebabkan oleh pernapasan fitoplankton.

#### 4.6.4 Salinitas

Data hasil pengukuran salinitas selama masa budidaya berlangsung dapat dilihat pada Lampiran 10, sedangkan perubahan salinitas selama budidaya berlangsung dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Rata-rata Salinitas pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Salinitas pada tambak bioflok, semi bioflok, dan plankton mengalami penurunan selama masa budidaya berlangsung. Pada tambak bioflok, nilai rata-rata salinitas pada hari ke-0 adalah 39 ppt dan nilai rata-rata salinitas pada hari ke-84 adalah 33 ppt. Nilai rata-rata salinitas pada hari ke-0 di tambak semi bioflok sebesar 13 ppt dan pada hari ke-84 mencapai 12 ppt. Pada tambak plankton, nilai rata-rata salinitas pada hari ke-0 adalah 5 ppt dan terus mengalami penurunan pada hari ke-84 menjadi 1 ppt.

Udang vaname mempunyai sifat *euryhaline* yaitu mempunyai kemampuan menyesuaikan diri terhadap perubahan salinitas dalam rentang cukup tinggi 3 – 45 ppt (Alkindy, 2006). Menurut Hana (2007), udang vaname mampu hidup pada rentang salinitas 1 – 40 ppt. Berdasarkan literatur di atas dapat diketahui bahwa udang vaname masih mampu bertahan hidup pada ketiga teknologi budidaya, yaitu bioflok, semi bioflok, dan plankton.

Wadidjah (1998) dalam Priatna (2004) juga menyatakan bahwa salinitas berhubungan dengan tingkat osmoregulasi udang. Walaupun udang termasuk osmoregulator namun apabila dipaksa untuk menyesuaikan diri di luar batas kisaran optimum maka udang akan banyak mengeluarkan energi. Apabila energi ini secara terus-menerus dipakai maka energi untuk pertumbuhan akan berkurang sehingga laju pertumbuhannya kecil. Para pembudidaya memang sengaja untuk menurunkan salinitas perairan tambak pada saat budidaya berlangsung. Hal ini bertujuan untuk memudahkan udang menyesuaikan diri dengan lingkungan budidayanya sehingga tidak banyak energi yang keluar hanya untuk proses adaptasi tersebut. Energi yang tersisa dapat digunakan untuk pertumbuhan udang sehingga dapat meningkatkan biomassa yang pada akhirnya berdampak pada tingkat kelangsungan hidup udang.

Pada tambak bioflok dengan salinitas tinggi, udang masih mampu bertahan hidup bahkan produksi dan tingkat kelangsungan hidupnya tinggi. Hal ini dikarenakan tingginya kadar klorida pada perairan yang bersalinitas tinggi. Klorida berfungsi mempertahankan tekanan osmotik, distribusi air pada berbagai cairan tubuh dan keseimbangan anion dan kation dalam cairan ekstrasel. Sebagai anion utama dalam cairan ekstraselular, ion klorida juga berperan dalam menjaga keseimbangan cairan-elektrolit (Irawan, 2007). Dengan banyaknya kadar klorida pada perairan bersalinitas tinggi, maka udang masih mampu bertahan hidup walaupun dibudidayakan di tambak dengan nilai salinitas yang tinggi karena adanya ion klorida yang dapat mempertahankan tekanan osmotik sehingga energi yang dikeluarkan udang tidak terlalu banyak untuk menyeimbangkan konsentrasi cairan tubuhnya dengan konsentrasi cairan di luar tubuhnya.

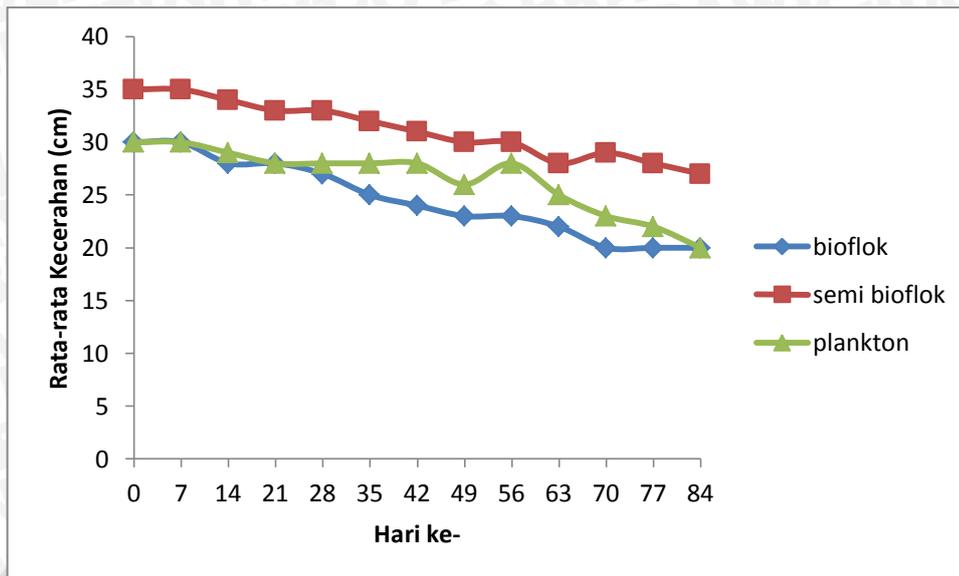
Salinitas pada tambak semi bioflok berada pada kisaran 12 – 13 ppt. Nilai ini masih dapat dikatakan aman untuk mendukung kehidupan udang yang

dibudidayakan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik dan ionik air. Perubahan salinitas akan menyebabkan perubahan tekanan osmotik. Semakin rendah salinitas, maka akan semakin rendah tekanan osmotiknya (Vernberg dan Vernberg, 1972 *dalam* Hana, 2007). Tekanan osmotik yang rendah ini menyebabkan energi yang dikeluarkan udang untuk proses adaptasi tidak terlalu banyak sehingga energi yang tersisa dapat digunakan untuk pertumbuhannya.

Menurut Kordi (2012), pertumbuhan cukup cepat terlihat pada salinitas antara 5 – 10 ppt, namun udang lebih sensitif terhadap penyakit. Pada salinitas air tambak yang rendah ternyata udang lebih rentan terhadap penyakit. Hal ini dikarenakan sedikitnya jumlah ion klorida pada perairan tambak tersebut sehingga tekanan osmotik tidak terkontrol. Teknologi budidaya dengan sistem plankton dilakukan pada tambak dengan salinitas rendah. Kerentanan udang terhadap penyakit dapat menimbulkan dampak merugikan bagi kegiatan budidaya, dimana pertumbuhan udang menurun yang akhirnya menurunkan tingkat kelulushidupan udang. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan udang berbanding lurus dengan tingkat kelulushidupannya.

#### **4.6.5 Kecerahan**

Kecerahan adalah ukuran transparansi perairan dan ditentukan secara visual dengan menggunakan keping *Secchi* (Jeffries dan Mils, 1996 *dalam* Effendi, 2003). Kecerahan air bergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan pada teknologi budidaya dengan sistem bioflok, semi bioflok, dan plankton mengalami perubahan selama masa budidaya berlangsung. Data hasil pengukuran kecerahan selama masa budidaya berlangsung dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan perubahan kecerahan selama budidaya berlangsung dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Rata-rata Kecerahan pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Pada tambak bioflok, nilai rata-rata kecerahan mengalami penurunan, dimana pada hari ke-0 nilai rata-rata kecerahan berada pada nilai 30 cm, sedangkan pada hari ke-84 nilai rata-rata kecerahan berada pada nilai 20 cm. Nilai rata-rata kecerahan relatif mengalami penurunan pada tambak semi bioflok, namun pada hari ke-70 nilai rata-rata kecerahan mengalami kenaikan menjadi 29 cm. Pada hari ke-0 nilai rata-rata kecerahan adalah 35 cm dan pada hari ke-84 nilai rata-rata kecerahan adalah 27 cm. Pada tambak plankton, nilai rata-rata kecerahan pada hari ke-0 sebesar 30 cm dan mengalami penurunan pada akhir masa budidaya, yaitu pada hari ke-84 menjadi 20 cm.

Menurut Wardoyo (1997), kecerahan yang baik bagi udang adalah 31 – 35 cm. Berdasarkan literatur di atas, nilai kecerahan pada ketiga teknologi budidaya tidak sesuai untuk kelangsungan hidup udang. Penurunan nilai kecerahan pada ketiga teknologi budidaya ini disebabkan tingginya kadar bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan feses udang.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kecerahan adalah plankton. Plankton merupakan jasad renik yang melayang dan selalu mengikuti gerak air. Plankton terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton terdiri atas

berbagai jenis yang masing-masing dicerminkan oleh warna air (Ahmad, 1992). Semua plankton menjadi berbahaya jika kecerahan air  $< 25$  cm kedalaman keping Secchi.

Kemampuan daya tembus sinar matahari ke perairan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus (Elfinurfajri, 2009). Pada budidaya udang dengan sistem intensif dengan padat terbar yang tinggi, maka jumlah pakan yang diberikan juga tinggi. Pakan yang diberikan pada udang tidak seluruhnya dikonsumsi oleh udang sehingga akan terjadi penumpukan sisa pakan pada dasar tambak. Selain terjadinya penumpukan sisa pakan, terjadi pula penumpukan hasil metabolisme udang berupa feses udang. Penumpukan bahan buangan ini tentunya akan meningkatkan bahan organik pada tambak yang selanjutnya akan mempengaruhi nilai kecerahan perairan tambak. Penurunan nilai kecerahan pada ketiga teknologi budidaya disebabkan karena meningkatnya kandungan bahan organik pada ketiga teknologi budidaya tersebut sejalan dengan bertambahnya umur udang.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Pengaruh Teknologi Budidaya yang Berbeda terhadap Kualitas Air pada Tambak Udang Intensif, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Penerapan teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh terhadap kualitas air (amonia, nitrit, dan nitrat) pada tambak udang vaname. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar amonia, nitrit, dan nitrat dalam perairan tambak.
- Penerapan teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan udang vaname. Tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak bioflok mencapai nilai tertinggi, yaitu 82,74%, dibandingkan dengan tingkat kelulushidupan udang vaname pada tambak semi bioflok (72,92%) dan plankton (80,62%). Tingkat kelulushidupan yang tinggi tentunya ditunjang oleh kualitas air yang terkontrol dengan baik pada tambak bioflok.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan setelah melakukan penelitian ini adalah perlu dilakukan identifikasi bakteri dan plankton secara berkala (sebulan sekali) pada ketiga teknologi budidaya untuk mengetahui pergeseran komunitas bakteri dan plankton pada masing-masing teknologi budidaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidjaya, Supito Darmawan. 2009. **Teknik Budidaya Udang Windu (*P. monodon*) Intensif dengan Green Water System melalui Aplikasi Pupuk Nitrat dan Penambahan Sumber Unsur Karbon**. Jepara: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. 22 hlm.
- Adiwidjaya, Darmawan, I Kade Ariawan, Erik Sutikno, Dwi Sulistinarto, Sapto Puji Raharjo, Triyono, Herman. 2004. **Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Intensif Sistem Tertutup yang Ramah Lingkungan**. Jepara: Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. 33 hlm.
- Ahmad, T. 1992. **Pengelolaan Peubah Mutu Air yang Penting Dalam Tambak Udang Intensif**. Jakarta: Kerjasama Direktorat Jendral Perikanan dan International Development Research Center. 65 hlm.
- Aiyu. 2009. **Konsep Budidaya Udang Sistem Bakteri Heterotroph dengan Bioflocs**. Tersedia pada [www.aiyushiota.com](http://www.aiyushiota.com). Diakses pada tanggal 11 November 2012.
- Alkindy, Bobby Lintang. 2006. **Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Bak Pemeliharaan dengan Padat Tebar Berbeda**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Amin, Machluddin. 2010. **Dinamika Plankton pada Budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) yang Menggunakan Jenis Pupuk Organik di Tambak**. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. Hal : 837 – 844.
- Anonymous. 2011. **Materi Penyuluhan Budidaya Udang Vaname**. Tersedia pada [www.pusluh.kkp.go.id/index.php/arsip/file/82/1-udangvaname.pdf/](http://www.pusluh.kkp.go.id/index.php/arsip/file/82/1-udangvaname.pdf/). Diakses pada tanggal 31 Oktober 2012.
- APHA (American Public Health Association). 1989. **Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater: 17<sup>th</sup> Edition**. Washington DC: APHA, AWWA (American Water Work Association), and WPCF (Water Pollution Control Federation). 1527 hlm.
- Avnimelech, Y. 2007. **Feeding with Microbial Floccs by Tilapia in Minimal Discharge Bio-flocs Technology Ponds**. Aquaculture, Volume 264: 140-147.
- Azim, M.E., Little, D.C., Bron, I.E. 2007. **Microbial Protein Production in Activated Suspension Tanks Manipulating C/N Ratio in Feed and Implications for Fish Culture**. Bioresource Technology, Volume 99: 3590-3599.
- Budiardi, Tatag. 2008. **Keterkaitan Produksi dengan Beban Masukan Bahan Organik pada Sistem Budidaya Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)**. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.

Budiardi, T., Widyaya, I., dan D. Wahjuningrum. 2007. **Hubungan Komunitas Fitoplankton dengan Produktivitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Biocrete**. Jurnal Akuakultur Indonesia, 6 (2): 119 – 125.

Badjoeri, Muhammad dan Tri Widiyanto. 2008. **Penggunaan Bakteri Nitrifikasi untuk Bioremediasi dan Pengaruhnya Terhadap Konsentrasi Amonia dan Nitrit di Tambak Udang**. Oseanologi dan Limnologi Indonesia, 34 (2): 261 – 278.

Boyd, C.E. 1986. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam The Netherland. 30 hlm.

\_\_\_\_\_. 1990. **Water Quality in Pond of Aquaculture**. Alabama: Alabama Aquacultural Experiment Station, Auburn University. 482 hlm.

\_\_\_\_\_. 1992. **Shrimp Pond Bottom Soil and Sediment Management in Wyban, J (Editor): Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, L.A., U.S.A. Hal: 166-181.

de Schryver, P. and Verstraete, W. 2008. **Nitrogen Removal from Aquaculture Pond Water by Heterotrophic Nitrogen Assimilation in Lab-scale Sequencing Batch Reactors**. Bioresource Technology 100. Hal: 1162-1167.

Effendie, Ml. 1997. **Biologi Perikanan**. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. 125 hlm.

Effendi, Hefni. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Yogyakarta: Kanisius. 258 hlm.

Ekasari, Julie. 2009. **Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif**. Jurnal Akuakultur Indonesia, 8 (2): 117 – 126.

Elfinurfajri, Feridian. 2009. **Struktur Komunitas Fitoplankton serta Keterkaitannya dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tambak Udang Intensif**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.

FAO (Food and Agricultural Organization). 2003. **Health Management and Biosecurity Maintenance in White Shrimp (*Penaeus vannamei*) Hatcheries in Latin America**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 420. Rome, FAO.

\_\_\_\_\_. 2007. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2006**. Rome: Fisheries and Aquaculture Department, FAO-UN.

Gulf State Marine Science. 2006. **Characteristic of *Litopenaeus vannamei***. Tersedia pada [http://nis.gsmfcorg/nis\\_factsheet.php?toc\\_id/141](http://nis.gsmfcorg/nis_factsheet.php?toc_id/141). Diakses pada tanggal 5 Desember 2012.

- Gunarto dan Abdul Mansyur. 2010. **Penambahan Tepung Tapioka pada Budidaya Udang Penaeid di Tambak**. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 729 – 735.
- Hadi, Purnomo. 2006. **Pengaruh Pemberian Karbon (Sukrosa) dan Probiotik terhadap Dinamika Populasi Bakteri dan Kualitas Air Media Budidaya Udang Vannamei, *Litopenaeus vannamei***. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Hana, Gusti Citra. 2007. **Respon Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Terhadap Media Bersalinitas Rendah**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Handojo, K.K. 1994. **Dinamika Kandungan Bahan Organik Total Air Media Budidaya Udang Windu dengan Inokulasi Aquazyme**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Hariyadi, S.I., Suryadiputra, I.N.N, dan Widigdo, B. 1992. **Limnologi: Metode Analisa Kualitas Air**. Bogor: IPB Press. 159 hlm.
- Huet, M. 1978. **Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish**. Philippines: Inc. Cueson City. 436 hlm.
- Irawan, M. Anwari. 2007. **Cairan Tubuh, Elektrolit & Mineral**. Sports Science Brief, Volume 01: 1 – 5.
- Kordi, M. Ghufuran H. 2012. **Jurus Jitu Pengelolaan Tambak Budi Daya Perikanan Ekonomis**. Yogyakarta: Andi. 396 hlm.
- Martosudarmo, B. dan Ranoemihardjo, B.S. 1988. **Biologi Udang Penaeid**. Bali: Balai Penelitian Budidaya Pantai. 122 hlm.
- McIntosh R.P. 2000. **Changing Paradigms in Shrimp Farming : Establishment of Heterotrophic Bacterial Communities**. Global Aquaculture Alliance : April 2000.
- Midlen, A., dan T. Redding. 2000. **Environmental Management For Aquaculture**. Boston: Kluwer Academic. 223 hlm.
- Najamuddin, Musyawarah. 2008. **Pengaruh Penambahan Dosis Karbon yang Berbeda terhadap Produksi Benih Ikan Patin (*Pangasius sp.*) pada Sistem Pendederan Intensif**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Novotny, V., dan H. Olem. 1994. **Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1054 hlm.
- Nursyahidah, Farida. 2012. **Penelitian Eksperimen**. Tersedia pada [http://faridanursyahidah.files.wordpress.com/2012/05/penelitian\\_eksperimen\\_farida.pdf](http://faridanursyahidah.files.wordpress.com/2012/05/penelitian_eksperimen_farida.pdf). Diakses pada tanggal 25 Mei 2013.

- Nybakken, J.W. 1992. **Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis**. Jakarta: Gramedia. 459 hlm.
- Poernomo, Ali. 1988. **Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif**. Bali: Balai Penelitian Budidaya Pantai. 76 hlm.
- Priatna, Hanhan. 2004. **Hubungan Parameter Kualitas Air terhadap Produksi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada Tambak Biocrete PT. Bimasena Segara, Sukabumi, Jawa Barat**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Ranoemihardjo, B.S. dan Lantang. 1985. **Pedoman Budidaya Tambak : Pupuk dan Teknik Pemupukan Tambak**. Jakarta: Dirjen Perikanan, Departemen Pertanian. 207 hlm.
- Saputra, WH. 2008. **Pengaruh Penambahan Molase terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Udang Windu *Penaeus monodon* Fab yang Diberi Bakteri Probiotik *Vibrio* SKT-b**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Sastrosupandi, Budi. 2000. **Rancangan Percobaan**. Tersedia pada [http://rdg.ophjd&sqhdj\\_rancangan.percobaan.budi.html](http://rdg.ophjd&sqhdj_rancangan.percobaan.budi.html). Diakses pada tanggal 25 November 2012.
- Setyamidjaya, D.M. 1986. **Pupuk dan Pemupukan**. Jakarta: Penerbit CV Simplex. 71 hlm.
- Soelistyowati. 2012. **Rancangan Acak Kelompok**. Malang: Universitas Brawijaya. 20 hlm.
- Stickney, R.R. 2005. **Aquaculture: An introductory text**. USA: CABI Publishing. 256 hlm.
- Suhaemi, Z. 2011. **Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan**. Padang: Fakultas Pertanian, Universitas Taman Siswa.
- Tacon, A.G.J. 1987. **The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A Training Manual**. 1. The Essential Nutrients. Food and Agriculture Organization of the United Nations, GCP/RLA/075/ITA, Brazil, 117 hlm.
- Tarsim. 2000. **Studi Kualitas Air dan Produksi Tambak Udang Intensif di PT. Moisson Makmur, Tangerang, Jawa Barat**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Taw, N. 2005. **Shrimp Farming in Indonesia: Evolving Industry Responds to Varied Issue**. Global Aquaculture Advocate Magazine. Hal: 65-67.
- Thakur D.P., dan Lin C.K. 2003. **Water Quality and Nutrient Budget in Close Shrimp (*Penaeus monodon*) Culture Systems**. Aquacultural Engineering, Volume 27: 159-176.
- Wardoyo, T.H. 1997. **Pengelolaan Air Kualitas Tambak Udang**. Makalah disajikan pada Pelatihan Manajemen Tambak Udang dan Hatchery

(PMTUH) HIMAKUA, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor 5 – 6 April 1997.

Wibowo, Ryan Kusuma Adi. 2009. **Analisis Kualitas Air pada Sentral Outlet Tambak Udang Sistem Terpadu Tulang Bawang, Lampung**. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.

Willet D, and Morrison C. 2006. **Using Molasse to Control Inorganic Nitrogen and pH in Aquaculture Ponds**. Tersedia pada [www.dpi.qld.gov.au/cps/rde/xchg/dpi/hs.xsl/30\\_2790\\_ENA\\_Print.html](http://www.dpi.qld.gov.au/cps/rde/xchg/dpi/hs.xsl/30_2790_ENA_Print.html). Diakses pada tanggal 25 November 2012.

Xinchai C., Yongquan S. 2001. Shrimp Culture. **China International Training Course on Technology of Marine Culture (Precious Fishes)**. China: Yiamen Municipal Science & Technology Commision. Hal. 107-113.

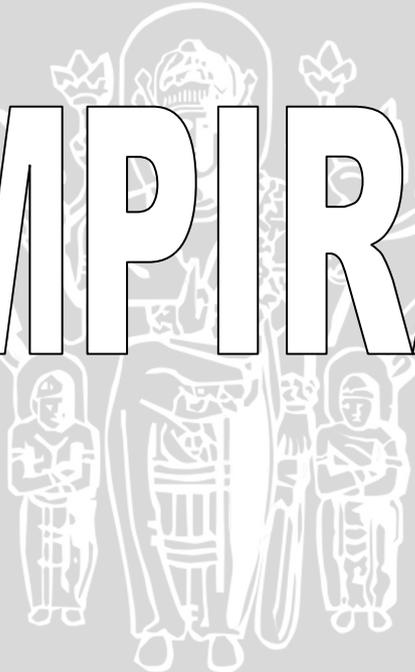
Yudiati, Ervia, Zainal Arifin, dan Ita Riniatsih. 2010. **Pengaruh Aplikasi Probiotik Terhadap Laju Pertumbuhan dan Sintasan Tokolan Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*), Populasi Bakteri Vibrio, serta Kandungan Amoniak dan Bahan Organik Media Budidaya**. Jurnal Ilmu Kelautan, Volume 15 (3) : 153 – 158. ISSN 0853-7291.

Yuniasari, Deby. 2009. **Pengaruh Pemberian Bakteri Nitrifikasi dan Denitrifikasi serta Molase dengan C/N Rasio Berbeda terhadap Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan Pertumbuhan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei***. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# LAMPIRAN



Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian



Sampel air tambak



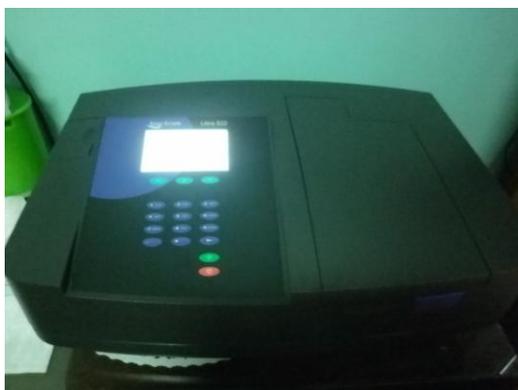
Analisa amonia



Bahan analisis kualitas air



Analisa nitrit



Spektrofotometer UV Visible



Analisa nitrat

Lampiran 1. (Lanjutan)



DO meter



Penyaringan air sampel



pH pen



Termometer



Refraktometer



Secchi disk

## Lampiran 2. Analisa Nilai Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai Amonia pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3			
A	0,037	0,041	0,044	0,122	0,041	0,003512
B	0,011	0,012	0,015	0,038	0,013	0,002082
C	0,023	0,024	0,026	0,073	0,024	0,001528
Total	0,071	0,077	0,085	0,233		
Rata-rata	0,024	0,026	0,028			

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar amonia maka perlu dilakukan analisa statistik. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya terhadap kadar amonia.

**Tabel Sidik Ragam**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Amonia					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.001 <sup>a</sup>	4	.000	238.652	.000
Intercept	.006	1	.006	4.721E3	.000
TEKNOLOGI	.001	2	.001	464.435	.000
ULANGAN	3.289E-5	2	1.644E-5	12.870	.018
Error	5.111E-6	4	1.278E-6		
Total	.007	9			
Corrected Total	.001	8			

a. R Squared = ,996 (Adjusted R Squared = ,992)

Nilai signifikansi sumber keragaman berupa teknologi dan ulangan lebih kecil daripada 0,05 yaitu 0,000 untuk sumber keragaman berupa teknologi dan 0,018 untuk sumber keragaman berupa ulangan sehingga perlakuan (teknologi budidaya) mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar amonia. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 464,435; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 12,870. Untuk mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar amonia maka dilanjutkan dengan uji BNT.

## Lampiran 2 (lanjutan)

### Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

#### Amonia

Tukey HSD

TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Semi	3	.01267			a
Plankton	3		.02433		b
Bioflok	3			.04067	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,28E-006.

Urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar amonia adalah bioflok → plankton → semi bioflok. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar amonia pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem plankton dan teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi 1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar amonia.

### Lampiran 3. Analisa Nilai Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai Nitrit pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)			Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3			
A	0,133	0,128	0,135	0,396	0,132	0,003606
B	0,112	0,081	0,075	0,268	0,089	0,019858
C	0,039	0,030	0,035	0,104	0,035	0,004509
Total	0,284	0,239	0,245	0,768		
Rata-rata	0,095	0,080	0,082			

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar nitrit maka perlu dilakukan analisa statistik. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya terhadap kadar nitrit.

**Tabel Sidik Ragam**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Nitrit					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.015 <sup>a</sup>	4	.004	32.101	.003
Intercept	.066	1	.066	573.201	.000
TEKNOLOGI	.014	2	.007	62.461	.001
ULANGAN	.000	2	.000	1.741	.286
Error	.000	4	.000		
Total	.081	9			
Corrected Total	.015	8			

a. R Squared = ,970 (Adjusted R Squared = ,940)

Nilai signifikansi sumber keragaman berupa teknologi (yaitu 0,001) memiliki nilai lebih kecil daripada 0,05 sehingga teknologi budidaya mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar nitrit, sedangkan nilai signifikansi sumber keragaman berupa ulangan (yaitu 0,286) memiliki nilai yang lebih besar daripada 0,05 sehingga ulangan tidak mempunyai pengaruh terhadap kadar nitrit. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 62,461; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 1,741. Untuk

### Lampiran 3 (lanjutan)

mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrit maka dilanjutkan dengan uji BNT.

### Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

#### Nitrit

Tukey HSD

TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
plankton	3	.03467			a
semi bioflok	3		.08933		b
bioflok	3			.13200	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,000.

Urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrit adalah bioflok → semi bioflok → plankton. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar nitrit pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok dan teknologi budidaya dengan sistem plankton. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi 1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar nitrit.

#### Lampiran 4. Analisa Nilai Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Nilai Nitrat pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

Jenis tambak	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar deviasi
	1	2	3			
A	1,231	1,414	1,385	4,030	1,343	0,098358
B	0,667	0,704	0,673	2,044	0,681	0,019858
C	0,921	0,883	0,980	2,784	0,928	0,048877
Total	2,819	3,001	3,038	8,858		
Rata-rata	0,940	1,000	1,013			

Untuk mengetahui apakah teknologi budidaya yang berbeda berpengaruh atau tidak terhadap kadar nitrat maka perlu dilakukan analisa statistik. Analisa statistik diawali dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh teknologi budidaya terhadap kadar nitrat.

**Tabel Sidik Ragam**

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Nitrat					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.681 <sup>a</sup>	4	.170	43.212	.002
Intercept	8.718	1	8.718	2.214E3	.000
TEKNOLOGI	.672	2	.336	85.261	.001
ULANGAN	.009	2	.005	1.163	.400
Error	.016	4	.004		
Total	9.415	9			
Corrected Total	.697	8			

a. R Squared = ,977 (Adjusted R Squared = ,955)

Nilai signifikansi sumber keragaman berupa teknologi (yaitu 0,001) memiliki nilai lebih kecil daripada 0,05 sehingga teknologi budidaya mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar nitrat, sedangkan nilai signifikansi sumber keragaman berupa ulangan (yaitu 0,400) memiliki nilai yang lebih besar daripada 0,05 sehingga ulangan tidak mempunyai pengaruh terhadap kadar nitrat. Nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa teknologi adalah 85,261; dan nilai F hitung untuk sumber keragaman berupa ulangan adalah 1,163. Untuk

#### Lampiran 4 (lanjutan)

mengetahui urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrat maka dilanjutkan dengan uji BNT.

#### Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

##### Nitrat

Tukey HSD

TEKNOLOGI	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
Semi	3	.68133			a
Plankton	3		.92800		b
Bioflok	3			1.34333	c
Sig.		1.000	1.000	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,004.

Urutan perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kadar nitrat adalah bioflok → plankton → semi bioflok. Teknologi budidaya dengan sistem bioflok memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kadar nitrat pada tambak udang daripada teknologi budidaya dengan sistem plankton dan teknologi budidaya dengan sistem semi bioflok. Rata-rata perlakuan memiliki nilai lebih kecil daripada nilai signifikansi 1,000 yang berarti bahwa perlakuan (teknologi budidaya) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar nitrat.

Lampiran 5. Data Tingkat Kelulushidupan Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

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

Keterangan :

SR : kelulushidupan udang (%)

N<sub>t</sub> : jumlah udang yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N<sub>o</sub> : jumlah udang yang hidup pada awal pemeliharaan (ekor)

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)	Jumlah Udang (ekor)		SR (%)	Rata-rata (%)
		Hari ke-			
		0	90		
A	1	372.000	270.400	72,69	82,74
	2	450.000	426.600	94,80	
	3	372.000	300.300	80,73	
B	1	330.480	248.464	75,18	72,92
	2	427.680	353.634	82,69	
	3	450.450	274.275	60,89	
C	1	387.465	314.500	81,17	80,62
	2	294.512	285.000	96,77	
	3	431.730	276.000	63,93	

Lampiran 6. Data Produksi Udang Vaname pada Teknologi Budidaya yang Berbeda

$$W = N_t \times W_t$$

Keterangan :

W : biomassa (gram)

N<sub>t</sub> : jumlah ikan/udang yang hidup pada saat t (ekor)

W<sub>t</sub> : bobot rata-rata ikan/udang pada saat t (gram/ekor)

Teknologi Budidaya	Ulangan (petak)	N <sub>t</sub> (ekor)	W <sub>t</sub> (gram/ekor)	W (kg)	W (ton/ha)
A	1	270.400	19,21	5.194,38	20,78
	2	426.600	18,48	7.883,57	26,28
	3	300.300	15,15	4.549,55	23,63
B	1	248.464	18,75	4.658,70	15,03
	2	353.634	19,51	6.899,40	20,29
	3	274.275	18,92	5.189,28	14,83
C	1	314.500	11,76	3.698,52	9,25
	2	285.000	10,52	2.998,20	7,50
	3	276.000	10,86	2.997,36	7,49