



TUGAS AKHIR PROGRAM MAGISTER (TAPM)

**KERAGAAN TEKNOLOGI BUDIDAYA POLIKULTUR SEMI
INTENSIF UDANG VANAME-IKAN NILA DILIHAT
DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMIS**



UNIVERSITAS TERBUKA

**TAPM diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Magister Manajemen Perikanan**

Disusun Oleh :

HERINTO

NIM. 500785693

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS TERBUKA

JAKARTA

2019

**UNIVERSITAS TERBUKA
PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER ILMU KELAUTAN BIDANG MINAT MANAJEMEN
PERIKANAN**

PERNYATAAN

TAPM yang berjudul **Keragaan Teknologi Budidaya Polikultur Semi Intensif Udang Vaname-Ikan Nila Dilihat Dari Aspek Teknis Dan Ekonomis** adalah hasil karya saya sendiri dan seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar. Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi akademik.

Karawang, Mei 2019

Yang menyatakan



Herinto

NIM: 500785693

ABSTRAK

KERAGAAN TEKNOLOGI BUDIDAYA POLIKULTUR SEMI INTENSIF
UDANG VANAME-IKAN NILA DILIHAT DARI ASPEK TEKNIS DAN
EKONOMIS

Herinto

[rinto xxxvii@yahoo.co.id](mailto:rinto_xxxvii@yahoo.co.id)Program Pasca Sarjana
Universitas Terbuka

Budidaya polikultur semi intensif udang vaname-ikan nila dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan penyakit dan dapat diterapkan untuk meningkatkan produktifitas usaha dan perekonomian masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji produktivitas, performa kualitas lingkungan dan kesehatan udang, serta kelayakan ekonomi budidaya polikultur semi intensif udang vaname-ikan nila. Penelitian dilakukan di tambak sub blok I BLUPPB Karawang. Rancangan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga (3) perlakuan dan tiga (3) ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah perbedaan padat tebar ikan nila yaitu 400 ekor/2.000 m², 800 ekor/2.000 m² dan tanpa nila (monokultur udang/kontrol). Padat tebar udang untuk semua perlakuan adalah 50 ekor/m². Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi budidaya polikultur semi intensif udang vaname-ikan nila tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas, performa kualitas lingkungan dan kesehatan udang dan kelayakan ekonomi. Secara relatif, performa pertumbuhan harian pada perlakuan A (0,27 gram/hari) lebih tinggi dari perlakuan C (0,26 gram/hari) dan perlakuan B (0,24 gram/hari). Kelangsungan hidup dari tinggi ke rendah diperoleh pada perlakuan B (70.76%), disusul perlakuan C (68.33%) dan A (61.95%). Sistem polikultur secara umum tidak berpengaruh secara nyata terhadap kualitas air dan kesehatan udang. Begitu juga pada aspek ekonomi, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk biaya operasional, pendapatan, keuntungan, rasio pendapatan dan biaya (RC rasio), dan harga pokok penjualan antara sistem polikultur dan monokultur.

Kata Kunci : Semi intensif ; Polikultur; Udang Vaname ; Nila

ABSTRACT**PERFORMANCE OF SEMI-INTENSIVE POLY CULTURE TECHNOLOGY OF
VANAME SHRIMP-TILAPIA IN TERM OF TECHNICAL AND
ECONOMICAL ASPECTS****Herinto****rinto xxxvii@yahoo.co.id****Program Pasca Sarjana
Universitas Terbuka**

Semi-intensive polyculture of vaname shrimp-tilapia might be a solution to overcome disease problems in brackishwater aquaculture and can be applied to increase the community business productivity and economy. . The study was aimed to examine productivity, environmental quality performance and fish health, and the economic feasibility of semi-intensive polyculture of vaname shrimp-tilapia. The study was conducted in block I sub-pond of BLUPPB Karawang. Experiment design applied in this study was Completely Randomized Design with three treatments and three replicates. The treatments used were the difference stocking density of tilapia, i.e. 400 fish 2,000 m², 800 fish 2,000 m² and without tilapia (shrimp monoculture as control). Shrimp stocking density for all treatments was 50 shrimps m⁻². The results showed that the technology of semi-intensive polyculture of tilapia vaname shrimp had no significant effect on productivity, environmental quality performance and fish health, and economic feasibility of semi-intensive vaname shrimp-tilapia polyculture. The optimal growth performance was reached at treatment A (0.27 gram day⁻¹) followed by treatment C (0.26 gram⁻¹) and treatment B (0.24 gram⁻¹). The optimal survival rate was reached at treatment B (70.76%), followed by treatment C (68.33%) and A (61.95%). In general, the polyculture system does not significantly affect to water quality and shrimp health. Likewise on the economic aspects, there were not significantly effects in operating costs, income, profit, revenue and cost ratio (RC ratio), and production cost between the polyculture and monoculture systems.

Key words: polyculture; Semi-intensif ; Tilapia.; Vanamae shrimp .

**UNIVERSITAS TERBUKA
PROGRAM PASCASARJANA**

Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan

PERSETUJUAN TAPM

Judul TAPM : Keragaan Teknologi Budidaya Polikultur Semi
Intensif Udang Vaname-Ikan Nila Dilihat Dari
Aspek Teknis Dan Ekonomis

Penyusun TAPM : Herinto

NIM : 500785693

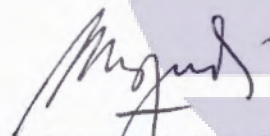
Program Studi : Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen
Perikanan

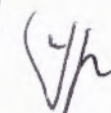
Hari/Tanggal : Selasa/14 Mei 2019

Menyetujui

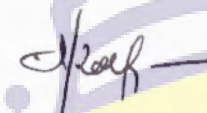
Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Bambang Gunadi, M.Sc
NIP. 19650508 199203 1 004


Dr. Lina Warlina, M.Ed.
NIP. 19610107 198601 2 001

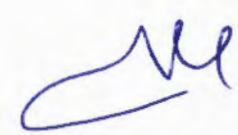
Penguji Ahli


Prof. Dr. Ir. Etty Riani, M.S
NIP. 19620812 198603 2 001

Mengetahui

Ketua Pascasarjana STEM

Dekan FMIPA-UT


Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si
NIP. 19631111 198803 2 002



Dr. Agus Santoso, M.Si
NIP. 19640217 199303 1 001

**UNIVERSITAS TERBUKA
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM MAGISTER ILMU KELAUTAN
BIDANG MINAT MANAJEMEN PERIKANAN**

PENGESAHAN

Nama : Herinto
NIM : 500785693
Program Studi : Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan
Judul TAPM : **Keragaan Teknologi Budidaya Polikultur Semi Intensif Udang Vaname-Ikan Nila Dilihat Dari Aspek Teknis Dan Ekonomis**

Telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Penguji Tugas Akhir Program Magister (TAPM) Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan, pada :

Hari/tanggal : Selasa/14 Mei 2019

Waktu : 11.00 – 12.30 WIB

Dan telah dinyatakan **LULUS**

PANITIA PENGUJI TAPM

Tandatangan

Ketua Komisi Penguji

Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si

Penguji Ahli


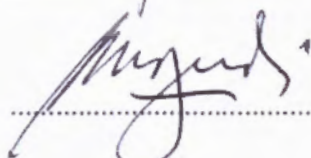
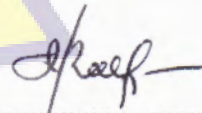
Prof. Dr. Ir. Ety Riani, M.S

Pembimbing I

Dr. Ir. Bambang Gunadi, M.Sc

Pembimbing II

Ir. Lina Warlina, M. Ed.



KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur Kami Panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir Program Magister (TAPM) dengan judul **“KERAGAAN TEKNOLOGI BUDIDAYA POLIKULTUR SEMI INTENSIF UDANG VANAME-IKAN NILA DILIHAT DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMIS ”** dengan baik.

Penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Perikanan (M.Pi) pada Program Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat manajemen Perikanan (MMP) Universitas Terbuka. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Siti Julaeha, MA. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Terbuka atas kesempatan yang diberikan kepada penulis mengikuti perkuliahan di program ini.
2. Ibu Dr. Ir. Nurhasanah, M.Si selaku Ketua Bidang Ilmu pada Program Studi Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan Universitas Terbuka yang telah memotivasi penulis selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan TAPM ini.
3. Bapak Dr. Agus Santoso, M.Si selaku Dekan FMIPA Universitas Terbuka.

4. Bapak Dr.Ir. Bambang Gunadi, M.Sc selaku Pembimbing I dan Dr.Lina Warlina, M. Ed. Selaku Pembimbing II yang telah banyak mencurahkan pikiran, waktu dan tenaga sehingga TAPM ini dapat diselesaikan.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Etty Riani, M.S selaku penguji ahli
6. Bapak Ir Warih Hardanu, M.Sc selaku Kepala Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang atas ijin yang diberikan dan dukungan kepada penulis untuk menimba ilmu di Program Pascasarjana Universitas Terbuka
7. Bapak Tarjono dan Alm Ibu Witri selaku orang tua kandung serta bapak Harsono, S.Pd dan Sugihartati, S.Pd selaku mertua yang selalu memberikan dukungan moril dan spiritual kepada penulis.
8. Istri tercinta Fajar Anggraeni, S.St.Pi dan putra-putri kami Alif Fadhilah Atsari, Affan Gibran Alfarizi dan Diayu Salsabila Putri, yang selama ini setia mendukung sehingga penulisan ini dapat selesai.
9. Rekan-rekan yang telah membantu dan mendukung sehingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir Program Magister (TAPM) ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir Program Megister (TAPM) ini masih jauh dari sempurna, penulis mengharapkan saran yang membangun agar Tugas Akhir Program Megister ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak yang berkepentingan.

Karawang, Mei 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

- Nama : Herinto
- NIM : 500785693
- Program Studi : Magister Ilmu Kelautan Bidang Minat Manajemen Perikanan (MMP)
- Tempat/tanggal lahir : Tegal, 20 Januari 1981
- Riwayat Pendidikan : Lulus SD di SD Negeri 1 Pedeslohor, Adiwerna-Tegal pada Tahun 1994.
Lulus SLTP di SLTP Negeri 2 Adiwerna – Tegal pada tahun 1997.
Lulus SLTA di SMU Negeri 3 Slawi pada tahun 2000.
Lulus D4/S1 di STP Jakarta pada tahun 2005.
- Riwayat Pekerjaan : Tahun 2005 s/d 2010 sebagai tenaga staf broodstock ceneter Pada Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara , Provinsi Jawa Tengah
Tahun 2010 s/d 2014 sebagai suvervisor pembesaran udang vaname Pada Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara , Provinsi Jawa Tengah
Tahun 2014 s/d 2015 sebagai suvervisor pembesaran udang vaname Pada Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang , Provinsi Jawa Barat
Tahun 2015 s/d sekarang sebagai kepala divisi pembesaran udang vaname dan penggelodongan bandeng Pada Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang , Provinsi Jawa Barat

DAFTAR ISI

	Halaman
Abstrak	i
Lembar Persetujuan	iii
Lembar Pengesahan	iv
Kata Pengantar	v
Riwayat Hidup	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Garubar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Garafik	xii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Kerangka Berfikir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Klasifikasi, Morfologi dan Habitat Udang Vaname Kajian Teori	7
B. Biologi Ikan Nila (Tilapia)	9
C. Persyaratan Teknis Budidaya Udang Vaname	13
D. Polikultur udang Vaname dan Ikan Nila	18
E. Dinamika Kualitas Air Tambak	21
F. Kelayakan Usaha Budidaya Udang	31

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	35
B. Diskripsi dan Fokus Penelitian	35
C. Metoda Pengumpulan Data	36
D. Jenis Data Yang Dikumpulkan.....	36
E. Pengambilan Dan Pengukuran Sampel	37
F. Persiapan Media Pemeliharaan	38
G. Pengamatan Pertumbuhan	40
H. Monitoring Kesehatan Udang	41
I. Panen	42
J. Analisa Ekonomi	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Performa Produksi Sistem Polikultur Udang Vaname – Ikan Nila	46
B. Performa Kualitas Lingkungan dan Kesehatan Udang Sistem Polikultur	58
C. Performa Aspek ekonomi sistem polikultur.....	79

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

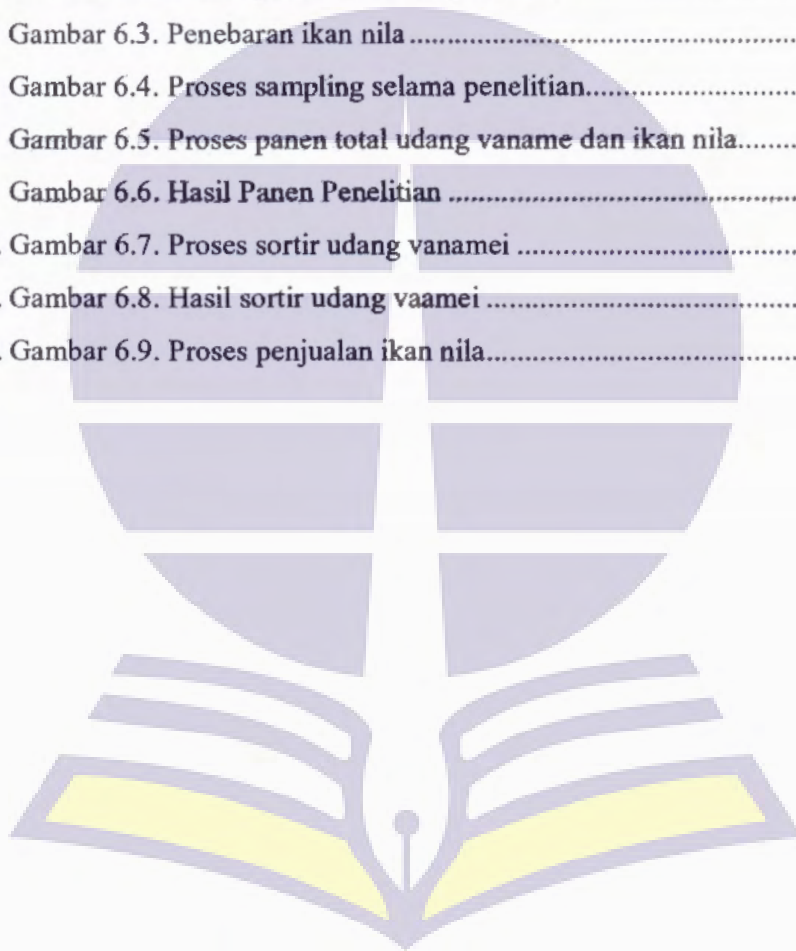
A. Kesimpulan	85
B. Saran	86

DAFTAR PUSTAKA	87
----------------------	----



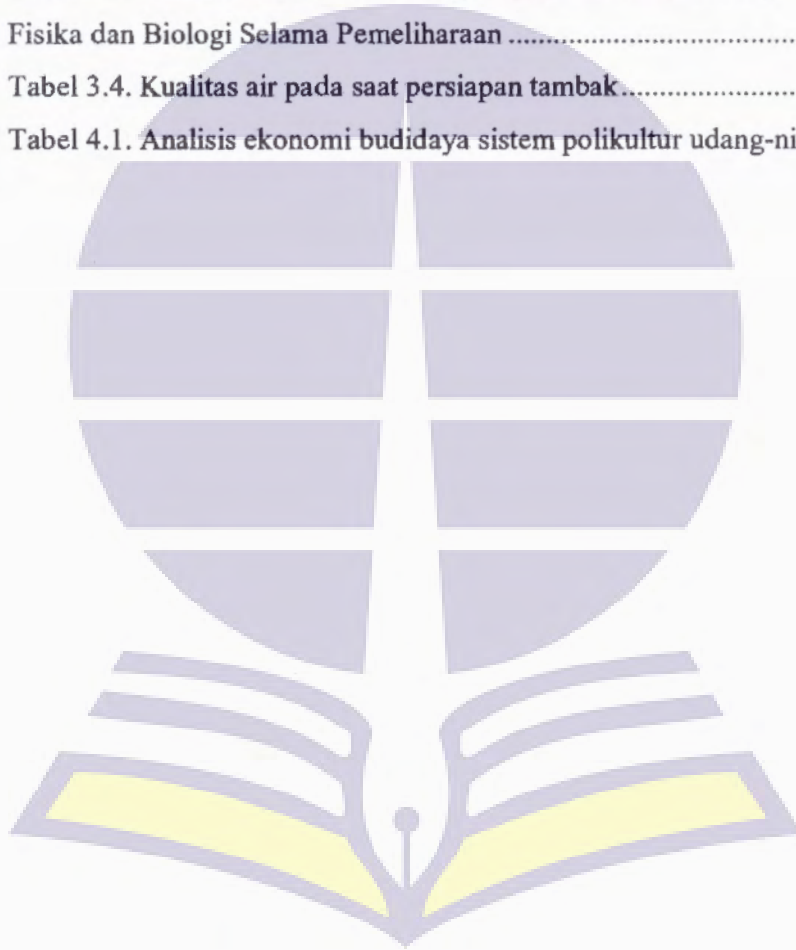
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 1.1. Skema kerangka berfikir penelitian	6
2. Gambar 2.2. Morfologi dan Anatomi (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
3. Gambar 2.2. Nila Tilapia (<i>O. niloticus</i>).....	10
4. Gambar 6.1. Persiapan wadah budidaya.....	99
5. Gambar 6.2. Proses penebaran udang vaname	99
6. Gambar 6.3. Penebaran ikan nila	100
7. Gambar 6.4. Proses sampling selama penelitian.....	101
8. Gambar 6.5. Proses panen total udang vaname dan ikan nila.....	101
9. Gambar 6.6. Hasil Panen Penelitian	102
10. Gambar 6.7. Proses sortir udang vanamei	102
11. Gambar 6.8. Hasil sortir udang vaamei	103
12. Gambar 6.9. Proses penjualan ikan nila.....	103



DAFTAR TABEL

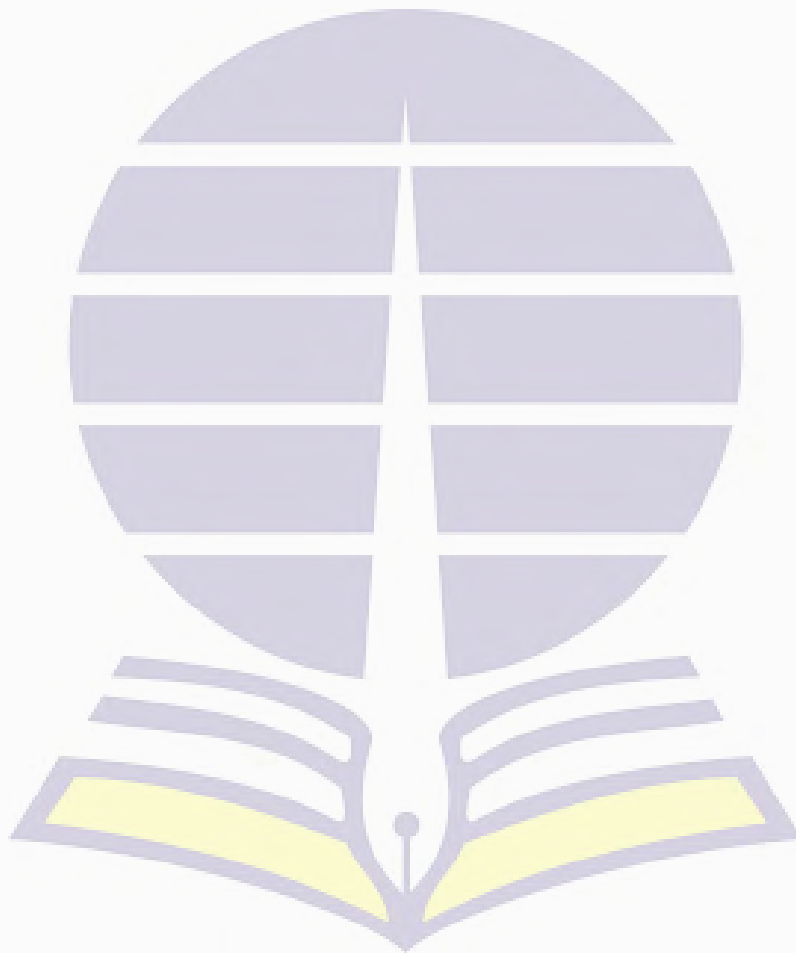
	Halaman
1. Tabel 2.1 Pengaruh Konsentrasi Oksigen Terlarut pada Ikan	24
2. Tabel 2.2. Pengaruh pH terhadap Udang dan Ikan	26
3. Tabel 3.1 Data Parameter Fisika, Kimia dan Biologi	36
4. Tabel 3.2. Data Aspek Ekonomi dalam Penelitian.	37
5. Tabel 3.3. Waktu dan Frekuensi Pengukuran Parameter Kimia, Fisika dan Biologi Selama Pemeliharaan	38
6. Tabel 3.4. Kualitas air pada saat persiapan tambak	39
7. Tabel 4.1. Analisis ekonomi budidaya sistem polikultur udang-nila	79



DAFTAR GRAFIK

	Halaman
1. Grafik 4.1. Pertumbuhan Udang Vaname.....	46
2. Grafik 4.2. Biomassa Udang Vaname Pada Saat Panen.....	48
3. Grafik 4.3. Bobot Rata-Rata Udang Pada Saat Panen	49
4. Grafik 4.4. Pertumbuhan Harian Rata-Rata (ADG) Udang Vaname	50
5. Grafik 4.5. Tingkat Kelangsungan Hidup (SR) Udang Vaname	51
6. Grafik 4.6. Performa Rasio Konversi Pakan (FCR)	52
7. Grafik 4.7. Performa Pertumbuhan Ikan Nila Selama Penelitian	53
8. Grafik 4.8. Pertumbuhan Rerata Harian Ikan Nila Selama Penelitian....	54
9. Grafik 4.9. Biomassa Ikan Nila Pada Akhir Pemeliharaan.....	55
10. Grafik 4.10. Bobot Rata-Rata Ikan Nila Saat Panen.....	56
11. Grafik 4.11. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila.....	57
12. Grafik 4.12. Dinamika Parameter Oksigen Terlarut Selama Penelitian	58
13. Grafik 4.13. Dinamika PH Selama Penelitian	59
14. Grafik 4.14. Salinitas Media Selama Penelitian	60
15. Grafik 4.15. Dinamika Konsentrasi Phospat Selama Penelitian.....	61
16. Grafik 4.16. Trend Konsentrasi Nitrit (NO ₂) Selama Penelitian	62
17. Grafik 4.17. Konsentrasi Nitrat Selama Penelitian.....	63
18. Grafik 4.18. Konsentrasi Total Ammonia Selama Penelitian.....	65
19. Grafik 4.19. Dinamika Konsentrasi Alkalinitas Selama Penelitian.....	66
20. Grafik 4.20. Dinamika Total Bahan Organik Selama Penelitian.....	67
21. Grafik 4.21. Kelimpahan Plankton Selama Penelitian	69
22. Grafik 4.22. Kelimpahan Bga Selama Penelitian	70
23. Grafik 4.23. Prosentase Alga Hijau Selama Penelitian	72
24. Grafik 4.24. Dinamika Prosentase Diatom Selama Penelitian	72
25. Grafik 4.25. Kelimpahan Total Vibrio Selama Penelitian.....	74
26. Grafik 4.26. Kelimpahan Total Bakteri Selama Penelitian	75
27. Grafik 4.27. Perbandingan Nilai Rerata NPV Ratio Setiap Perlakuan....	80

28. Grafik 4.28. Perbandingan Nilai Rerata IRR Setiap Perlakuan..... 82
29. Grafik 4.29. Perbandingan Nilai Rerata B/C Ratio Setiap Perlakuan 83



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran 1. Hasil analisa PCR tokolan udang vaname	94
2. Lampiran 2. Hasil analisa PCR waktu pemeliharaan 40 hari udang vaname	95
3. Lampiran 3. Hasil analisa PCR waktu pemeliharaan 90 hari udang vaname	96
4. Lampiran 4. Rekapitulasi penggunaan listrik	97
5. Lampiran 5. Data Rekapitulasi Produksi Selama Kegiatan	98
6. Lampiran 6. Dokumentasi selama penelitian	99



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Harga pasar ekspor udang diprediksi tetap stabil, sejalan dengan makin meningkatnya pasokan komoditas tersebut dari sejumlah negara pengekspor. Tahun 2015, jumlah total ekspor udang Indonesia sebesar 145.077,9 ton. Negara tujuan ekspor Indonesia adalah negara-negara Amerika, Eropa dan Asia. Negara tujuan ekspor udang Indonesia tertinggi tahun 2015 adalah Amerika Serikat sebanyak 82.263,8 ton, disusul dengan Jepang sebesar 27.182,1 ton dan Tiongkok sebesar 9.842,3 ton (<https://www.bps.go.id>). Reily (2018), pertumbuhan ekspor komoditas perikanan Indonesia pada periode 2012-2016 rata-rata tumbuh hanya 2,37% per tahun. Total nilai ekspor komoditas perikanan tahun 2012 mencapai US\$ 3,59 miliar dan tahun 2016 meningkat menjadi US\$ 3,86 miliar. Kontribusi nilai ekspor udang vaname terhadap total nilai ekspor perikanan tahun 2016 lebih dari 27%.

Peningkatan produksi udang dari tahun ke tahun semakin meningkat. Tahun 2015 jumlah produksi udang secara umum sebesar 607.152 ton, tahun 2016 sebesar 692.568 ton dan tahun 2017 meningkat sebesar 1.150.405 ton (BPS, 2017). Peningkatan produktivitas budidaya udang tersebut, tidak terlepas dari sistem budidaya udang di tambak. Menurut Kordi (2010) sistem budidaya udang vaname di tambak dapat dibagi menjadi 4 sistem budidaya dilihat dari padat penebaran. Pertama, budidaya ekstensif kepadatan 8-10 ekor/m² hasil panen dapat

ditingkatkan hingga mencapai 500-600 kg/ha/musim. Kedua, sistem budidaya semi intensif 25-40 ekor/m², dengan pengelolaan air tambak dilengkapi dengan pompa air dan kincir. Pemberian pakan dilakukan secara berkelanjutan sebanyak 2-3 kali sehari. Pakan yang diberikan berupa pelet yang mengandung protein 30-40%. Hasil panen tambak intensif dengan pengelolan yang baik mencapai 2-3 ton/ha/musim. Ketiga, sistem budidaya intensif dengan padat penebaran udang vaname antara 40-100 ekor/m². Hasil panen yang diharapkan adalah 10 ton udang vaname. Keempat, sistem budidaya super intensif merupakan sistem budidaya yang menerapkan padat penebaran sangat tinggi. Padat tebar udang vaname antara 100-150 ekor/m² hasil yang diperoleh 12-16 ton/ha/musim. Padat penebarannya dapat ditingkatkan hingga mencapai 500 ekor/m² dengan pengelolaan yang optimal. Budidaya udang super intensif membutuhkan pengelolaan yang super dan penggunaan teknologi yang memadai. Kontrol kualitas air dilakukan super ketat dengan menggunakan peralatan-peralatan laboratorium yang maju. Perkerjaan tersebut harus dilakukan oleh tenaga-tenaga terlatih dan berpengalaman.

Peningkatan laba usaha dan produksi per satuan luas lahan, petambak budidaya udang lebih memilih menerapkan sistem budidaya semi intensif. Namun, pada kenyataannya pelaksanaan sistem budidaya udang semi intensif secara terus-menerus dapat berdampak pada kerusakan lingkungan wadah budidaya. Pengelolaan lingkungan tambak selama pemeliharaan yang kurang baik sehingga menyebabkan terjadinya kualitas lingkungan yang rendah dan terjadi fluktuasi kualitas lingkungan yang besar selama pemeliharaan, sehingga dapat menyebabkan udang

stress dan kondisinya melemah, yang pada akhirnya mudah terserang penyakit. Gejala klinis udang sakit yaitu nafsu makan berkurang, berenang miring dan lemah, mendekati permukaan air, kaki renang, telson dan uropod kemerahan, nekrosis serta melanisasi pada segmen tubuh (Utami *et al.*, 2016). Salah satu penyakit yang menyerang pada budidaya udang vaname adalah *White Spot Syndrome*. Gejala klinis organ udang terkena *White Spot Syndrome* adalah pertama seluruh kaki renang dan *antennal gland*, disusul secara berturut-turut adalah insang dan lambung (Hidayani *et al.*, 2015). Menurut YiG. (2004), *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) merupakan patogen yang paling serius menyerang udang dan telah menghancurkan industri perikanan di berbagai negara. Virus tersebut sangat ganas dan sangat sulit dihentikan (Changet *et al.*, 1996), serta dapat menyebabkan kematian 100% udang peliharaan dalam waktu 3-10 hari sejak gejala klinis muncul (Alifuddin *et al.*, 2003). Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknik budidaya yang sesuai dengan kondisi lingkungan kawasan tambak, sehingga dapat meminimalisir serangan penyakit virus yang dapat menyebabkan kegagalan.

Seperti diketahui, bahwa udang vaname bersifat *eurihaline* yaitu dapat hidup pada kisaran salinitas 0-35. Budidaya udang vaname dengan salinitas 15-35 ppt merupakan kondisi ideal untuk budidaya pembesaran di tambak (Utami *et al.*, 2016). Pada kisaran salinitas tersebut, relatif sedikit diperlukan penambahan mineral pada budidaya udang vaname, karena unsur mineral masih tercukupi oleh air sumber. Namun, disisi lain pada kisaran salinitas tersebut, rentan terjadinya penyakit yang disebabkan oleh virus WSSV.

Budidaya udang vaname adalah dengan menerapkan sistem polikultur dengan ikan nila merupakan salah satu alternatif untuk mencapai keberhasilan. Polikultur terpadu yaitu ikan nila dan udang dipelihara dalam satu tambak tanpa pembatas apapun. Bobot nila dan udang pada saat tebar menjadi salah satu perhatian. Keuntungannya adalah pada saat terjadi serangan penyakit, nila biasanya akan memangsa udang yang sakit (lemah) atau yang sudah mati. Hal ini bisa mencegah penularan penyakit secara horizontal (terutama untuk penyakit akibat virus dengan penyebaran horizontal yang cepat), sehingga kemungkinan terjadinya *outbreak* bisa dicegah. Meskipun demikian, pada saat panen tentu akan sedikit merepotkan dalam memisahkan udang dan nila. Sistem budidaya polikultur udang vaname meliputi persiapan, sterilisasi, pengurangan kandungan bahan organik melalui fungsi biofilter, penggunaan probiotik, pengaturan pakan dan lain-lain (Kusnendaret *al.*, 1999). Dari serangkaian aspek teknis diatas sebagai alternatif budidaya udang vaname, perlu dipertimbangkan analisis ekonomi sebagai pertimbangan keberlanjutan usaha budidaya udang vaname.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan serangan penyakit yang disebabkan virus pada pembesaran udang vaname bisa terjadi pada awal hingga akhir pemeliharaan, dan dapat meluas hingga satu kawasan tambak udang. Penyebaran penyakit ini secara cepat apabila penerapan teknologi dan biosecuriti kurang diperhatikan dalam satu kawasan. Hal ini dapat merugikan petambak udang. Permasalahan tersebut perlu diatasi, maka dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa pendekatan diantaranya:

1. Penerapan teknologi polikultur udang dan ikan

2. Manajemen kualitas air tambak sesuai dengan kebutuhan biologis udang dan ikan
3. Monitoring kesehatan udang; dan
4. Analisis keberlanjutan usaha budidaya dengan sistem polikultur dilihat dari aspek ekonomi

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

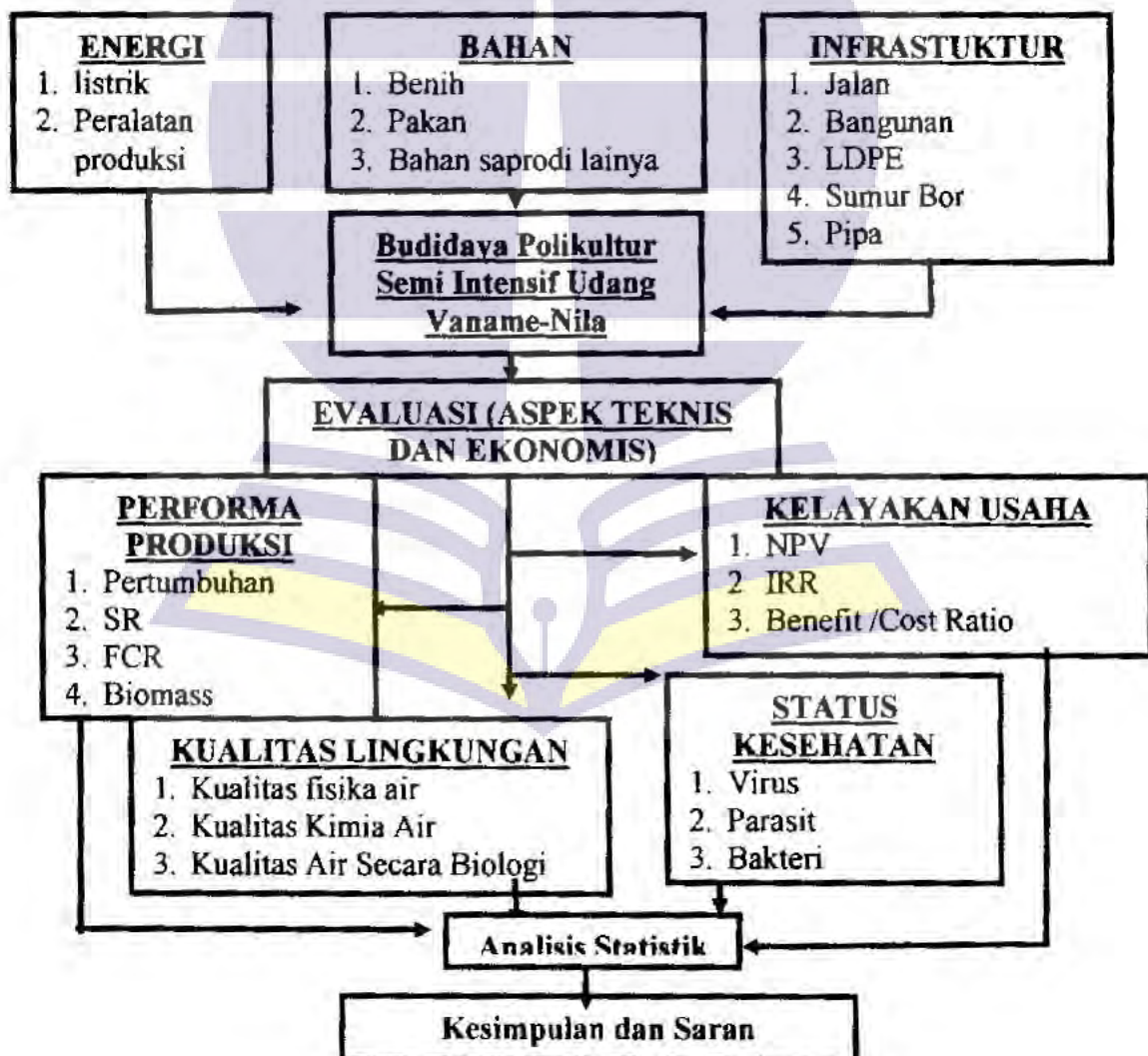
1. Mengkaji produktifitas pada budidaya udang semi intensif dengan polikultur ikan nila
2. Mengkaji performa kualitas lingkungan dan kesehatan ikan/udang pada budidaya udang dengan polikultur ikan nila
3. Mengkaji kelayakan ekonomi budidaya udang semi intensif dengan polikultur ikan nila

D. Manfaat Penelitian

Keragaan penerapan teknologi budidaya polikultur semi intensif udang vaname-ikan nila dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan penyakit sehingga dapat meningkatkan produktifitas usaha dan perekonomian masyarakat.

E. Kerangka Berfikir

Budidaya Polikultur Semi Intensif Udang Vaname-Nila dipengaruhi oleh 3 faktor yaitu energi (listrik, peralatan produksi), bahan (benih, pakan, bahan saprodi lainnya) dan infastuktur (jalan, bangunan, LDPE, sumur bor, pipa. Pada penelitian ini perlu dilihat performa sebagai tolak ukur dalam budidaya. Diantaranya performa produksi, kualitas lingkungan budidaya dan kelayakan usaha serta melihat status kesehatan biota.




Gambar 1. 1
Skema Kerangka Berfikir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

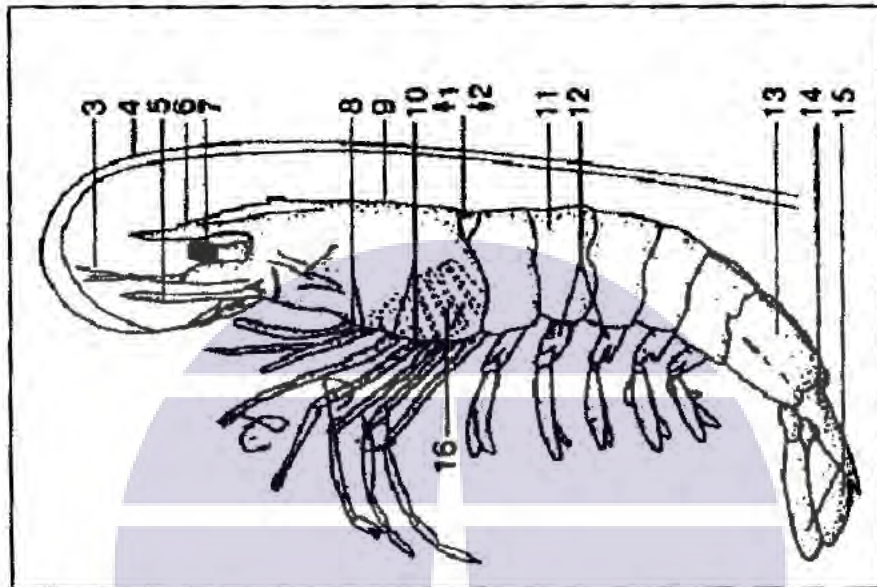
A. Klasifikasi, Morfologi dan Habitat Udang Vaname

Udang vaname yang dikenal luas dengan istilah udang putih dan nama latin *Litopenaeus vannamei* digolongkan kedalam hewan pemakan segala macam bangkai (*omnivorus scavenger*) atau pemakan detritus. Klasifikasi udang putih adalah sebagai berikut



Kingdom : Animalia
 Subkingdom : Metazoa
 Filum : Arthropoda
 Subfilum : Crustacea
 Kelas : Malacostraca
 Subkelas : Eumalacostraca
 Superordo : Eucarida
 Ordo : Decapoda
 Subordo : Dendrobrachiata
 Famili : Penaeidae
 Genus : *Litopenaeus*
 Spesies : *Litopenaeus vannamei*

(Farfante, 1988; Holthuis, 1980; Panjaitan, 2012)



Keterangan:

1. Cephalothorax 2. Abdomen 3. Antennules 4. Antenna 5. Antennal scale 6. Rostrum (horn) 7. Eye 8. Mouthparts (several appendages for holding and tearing food) 9. Carapace (covering of cephalothorax) 10. Walking legs (pereopods) 11. Abdominal segment 12. Swimmerets (pleopods) 13. Sixth abdominal segment 14. Telson 15. Uropod 16. Gills

Sumber: Johnson (1995)

Gambar 2.1
Morfologi dan Anatomi Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*)

Udang putih memiliki tubuh berbuku-buku dan aktivitas berganti kulit luar (*exoskeleton*) secara periodik (*moulting*). Bagian tubuh udang putih sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan makan, bergerak, dan membenamkan diri ke dalam lumpur (*burrowing*), dan memiliki organ sensor, seperti pada antena dan antenula. Kepala udang putih terdiri dari antena, antenula, dan tiga pasang *maxilliped*. Kepala udang putih juga dilengkapi

dengan tiga pasang maxilliped dan lima pasang kaki berjalan (periopoda). Maxilliped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. Pada ujung peripoda beruas-ruas yang berbentuk capit (*dactylus*). Dactylus ada pada kaki ke-1, ke-2, dan ke-3. Abdomen terdiri dari 6 ruas. Pada bagian abdomen terdapat lima pasang (*pleopoda*) kaki renang dan sepasang uropods (ekor) yang membentuk kipas bersama-sama telson (Holthuis, 1980).

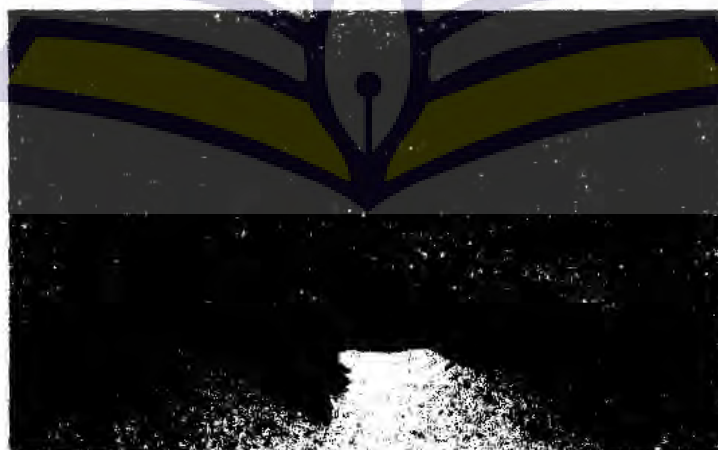
Larva tahap pertama, disebut nauplii, berenang-renang dan bersifat *phototactic* positif. Nauplii tidak makan, hidup hanya mengandalkan cadangan kuning telur. Tahap larva berikutnya (*protozoa, mysis dan postlarvae*) tetap planktonik untuk beberapa waktu, memakan fitoplankton dan zooplankton, terbawa arus dan gelombang menuju pantai dengan arus pasang surut. Pada fase *postlarvae* sekitar 5 hari setelah moulting, mulai berenang ke perairan pantai dan memakan detritus, hewan benthik, cacing, kerang dan jenis udang renik lainnya (FAO, 2007).

B. Biologi Ikan Nila (Tilapia)

Tilapia termasuk keluarga *Cichlidae*. Tiga genera terkenal yaitu *Oreochromis*, *Tilapia* dan *Sarotherodon*, dimana Nile Tilapia termasuk dalam genus *Oreochromis*. Spesies ini terdistribusi secara alami di Palestina, Sungai Nil serta sebagian besar sungai dan danau Afrika. Spesies ini diperkenalkan di Filipina pada tahun 1972. Popularitasnya yang meningkat adalah karena sifat tahan bantingnya, tahan terhadap penyakit, kemudahan berkembang biak, tingkat pertumbuhan yang wajar, rasa yang enak, dan toleransi terhadap berbagai kondisi lingkungan termasuk suhu dan salinitas (BFAR-NFFTC, 2000).

1. Taksonomi Tilapia

Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Bilateria
Infrakingdom	: Deuterostomia
Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Infraphylum	: Gnathostomata
Superclass	: Actinopterygii
Class	: Teleostei
Superorder	: Acanthopterygii
Order	: Perciformes
Suborder	: Labroidei
Family	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Species	: <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)



Sumber: El-Sayed (2006)

Gambar 2.2.
Nila Tilapia (*O. niloticus*)

Sebagian besar spesies *Tilapia* dari suku *Tilapini* yang sekarang digunakan dalam budidaya dikelompokkan pada awalnya menjadi satu genus, *Tilapia*. Spesies dalam genus ini kemudian diklasifikasikan menurut perbedaan dalam mode reproduksi mereka. Spesies yang berevolusi sebagai *spawner* substrat tetapi menjaga telurnya disimpan dalam genus *Tilapia*, sedangkan yang secara lisan mengaitkan cengkeramannya dikelompokkan menjadi spesies baru *Sarotherodon*. Klasifikasi tiga genera *Tilapia*, *Sarotherodon* dan *Oreochromis* sebagian besar didasarkan pada perbedaan pada reproduksi, kebiasaan makan dan biogeografi (BFAR-NFFTC, 2000).

Nila *Tilapia Oreochromis niloticus* adalah ikan yang bertubuh dalam dengan sisik sikloid. Berwarna perak dengan batang tubuh zaitun/abu-abu/hitam, nila. Ikan Nila sering memerah selama musim kawin. Mampu tumbuh hingga panjang maksimum 62 cm, berat 3,65 kg (pada usia 9 tahun diperkirakan). Ukuran rata-rata (total panjang) *O. niloticus* adalah 20 cm (Yueet al., 2016).

2. Biologi

a. Pakan dan Cara Makan

Ikan nila dikenal memakan fitoplankton, perifiton, tanaman air, invertebrata, fauna benthik, detritus, film bakteri (FAO, 2012) dan bahkan ikan dan telur ikan lainnya. Bergantung pada sumber makanan, nila makan baik melalui filter suspensi atau *grazing* di permukaan, menjebak plankton dalam bolus yang kaya plankton menggunakan lendir yang dikeluarkan dari insang. *O. niloticus* telah diamati menunjukkan plastisitas trofik sesuai dengan lingkungan dan spesies lain yang hidup berdampingan dengan mereka.

b. Pertumbuhan

Nila dapat hidup lebih dari 10 tahun. Ketersediaan makanan dan suhu air tampaknya menjadi faktor pembatas pertumbuhan *O. niloticus*. Pertumbuhan optimal dicapai pada 28-36 °C dan menurun dengan penurunan suhu. Kemampuan untuk memvariasikan makanan mereka juga dapat menyebabkan variasi dalam pertumbuhan. Di kolam, *O. niloticus* dapat mencapai kematangan seksual pada usia 5-6 bulan (Guet *al.*, 2017).

c. Reproduksi

Ikan jantan memulai pemijahan dengan membuat sarang pemijahan, yang dijaga dengan ketat. Ketika suhu air meningkat di atas 24° C, seekor betina akan meletakkan telurnya ke dalam sarang. Ini kemudian dibuahi oleh jantan sebelum betina mengumpulkan telur tersebut di mulutnya (dikenal sebagai *mouth brooding*). Telur dan benih yang kemudian menetas diinkubasi dan dipelihara dengan cara ini sampai kantung kuning telur sepenuhnya diserap dua minggu kemudian (FAO, 2012)

Jumlah telur yang akan dihasilkan betina tergantung pada ukuran tubuh, berkisar dari 100 telur (diproduksi oleh 100 g ikan) hingga 1.500 telur (dihasilkan oleh 1 kg ikan). Betina tidak akan bertelur saat mengerami telur. (FAO, 2012).

d. Kisaran Toleransi Lingkungan

Ikan nila dilaporkan akan tumbuh baik di habitat air apa pun kecuali untuk sistem sungai yang deras dan faktor utama yang membatasi distribusinya adalah salinitas dan suhu (Popma and Masser, 1999). Batas kelangsungan hidup untuk *O. niloticus* dilaporkan antara 11°C dan 42 °C (FAO, 2012). Konsentrasi oksigen

terlarut bukanlah faktor pembatas utama untuk ikan nila, karena mereka dapat mentolerir kadar oksigen 3-4 mg/L (Boyd, 2004).

C. Persyaratan Teknis Budidaya Ikan/ Udang

1. Desain dan Tata Letak Tambak

Desain dan letak budidaya udang vaname harus disesuaikan dengan habitat dan terpenuhinya persyaratan lingkungan agar udang dapat hidup dengan baik. Lokasi pantai dengan kualitas air yang baik dapat dijadikan lokasi budidaya. Sesuai SNI 01 -7246 -2006, tempat budidaya udang vaname bisa berupa tambak dan bak, namun setidaknya ada tiga petakan yang harus terpenuhi yaitu petak tandon dengan persyaratan kedap air, dekat dengan air sumber dan petak pemeliharaan, ukuran mempunyai kapasitas tampung air minimal 30% dari volume air petak pemeliharaan. Kedua, petak pemeliharaan, selain kedap air luas petakan setidaknya 0,3 ha - 0,5 ha, bentuk bujur sangkar dengan kedalaman air minimal 120 cm dan maksimal 200 cm, dilengkapi dengan pintu pemasukan dan pengeluaran air yang terpisah dilengkapi dengan konstruksi pembuangan air *central drain* (CIBA, 2006). Ketiga adalah petak pengolahan limbah, pada prinsipnya hampir sama dengan petak tandon, kedap air dengan total kapasitas tampung volume air minimal 30% dari volume air pemeliharaan, terdiri dari petak pengendapan dan petak *biofilter* serta *bioscreening*. *Bioscreening* yang digunakan antara lain ikan karnivora ukuran kecil untuk pemangsa lapisan air atas (ikan kepala timah dan sriding), ikan karnivora pemangsa lapisan air tengah (kakap dan jambrung), dan ikan karnivora pemangsa lapisan air bawah (kerapu dan keting). Pada petakan *biofilter* digunakan antara lain rumput laut, kekerangan serta ikan

herbivora (bandeng dan belanak) dan ikan omnivora (nila merah)(Boyd *et al.*, 2006).

2. Persiapan Tambak

Komponen penentu kelayakan tambak sebagai habitat udang adalah kualitas air dan sedimen. Oleh karena itu kondisi air dan lumpur dasar harus dikelola dengan baik untuk mempertahankan kualitas lingkungan yang layak bagi kehidupan dan pertumbuhan udang(Boyd, 2014; Munsiriet *al.*, 1995). Udang secara normal hidup didasar tambak dan akan membongkar material di dasar tambak. Pembentukan material beracun di sedimen akan menjadi masalah budidaya udang yang dapat menyebabkan penurunan laju konsumsi pakan, pertumbuhan menurun, kemungkinan sangat sensitive terhadap penyakit dan dapat menimbulkan kematian (Avnimelech dan Ritvo, 2003). Oleh karena itu perlu dilakukan persiapan tanah dasar untuk memperbaiki kualitas tanah dasar tambak(Boyd, 2014).

3. Pengelolaan Air

Kualitas air menjadi perhatian vital dalam kesuksesan budidaya udang (Pillay dan Kuuthy, 2005). Kualitas air merupakan faktor penentu keberhasilan budidaya tambak. Kualitas air yang baik jika air dapat mendukung kehidupan organisme akuatik pada setiap stadium pemeliharaan. Kualitas air meliputi faktor fisika, kimia dan biologi yang dapat mempengaruhi produksi (Boyd, 2015). Pengelolaan air selama pemeliharaan yang dilakukan adalah pengaturan pergantian air dan pengaturan kelimpahan pertumbuhan makroalga (ganggang dan lumut) untuk

menjaga kestabilan kualitas air seperti salinitas, suhu, pH, alkalinitas, kelarutan oksigen(Boyd *et al.*, 2006).

Salinitas air tambak sangat tergantung pada salinitas air sumber. Pada saat musim hujan, salinitas air pada saluran sekunder rendah bahkan bisa mencapai tawar. Oleh karena itu penambahan air baru ke petak tandon dilakukan secara bertahap agar tidak terjadi penurunan salinitas secara drastis(Boyd, 2015).

Untuk menjaga kestabilan suhu air dilakukan dengan mengatur kedalaman air tambak pada nilai antara 70-100 cm. Penambahan volume air dilakukan secara bertahap. Penambahan volume air dilakukan setelah pemeliharaan 30 hari sebanyak 3-5%. Penambahan berikutnya dilakukan setiap 10 hari hingga akhir pemeliharaan(Boyd *et al.*, 2006).

Kepadatan plankton yang tinggi (*blooming*) dapat meningkatkan nilai pH hingga 8,3-9,5 pada sore hari (Boyd, 1998a). Setelah umur 2 minggu, tambak mulai ditumbuhi makroalga dan secara visual plankton mulai menurun kelimpahannya yang dapat dilihat dari kondisi air semakin jernih. Untuk menjaga kestabilan nilai pH dilakukan dengan pengendalian kelimpahan dan pertumbuhan makroalga di tambak dengan cara melakukan penebaran ikan herbivore (ikan bandeng) dan pengambilan makroalga secara manual(Boyd, 2015; Boyd dan Tucker, 1998).

Kestabilan alkalinitas dapat dilakukan dengan penambahan karbonat yaitu dengan aplikasi kapur dolomite sekitar 5 ppm bila nilai alkalinitas kurang dari 50 ppm(Boyd *et al.*, 2011). Pada siang hari, ketika matahari bersinar terang, pelepasan oksigen oleh proses fotosintesis berlangsung intensif. Pada malam hari fotosintesis berhenti tetapi respirasi terus berlangsung. Pola perubahan kadar

oksigen ini mengakibatkan terjadinya fluktuasi harian oksigen. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari, sedangkan kadar minimum terjadi pada pagi hari. Untuk menjaga kelarutan oksigen pada penelitian ini dilakukan dengan pengendalian penyebaran dan kelimpahan makroalga yang tumbuh di tambak. Pengambilan manual secara bertahap dimulai dari pinggir pematang keliling tambak(Boydet *al.*, 2006).

Cara lain untuk mencegah kelarutan oksigen yang rendah pada dasar tambak dilakukan dengan pengaturan kedalaman air agar penetrasi cahaya dapat masuk sampai dasar tambak sehingga makroalga dasar atau plankton bagian dasar dapat melakukan fotosintesis untuk menghasilkan oksigen. Kedalaman air yang dipertahankan pada kisaran dua kalinilai kecerahan yang diukur dengan *secchi disk* atau pada kedalaman air 70-100 cm(Boyd, 2015).

4. Pengelolaan Pakan

Pada budidaya udang vaname teknologi semi intensif ini mengandalkan pakan buatan namun pakan alami yang tumbuh di tambak masih dimanfaatkan. Hasil pengamatan secara visual, pada dasar tambak banyak terdapat hewan renik atau larva cacing yang diduga sebagai makanan alami udang (Supito *et.al*, 2006).

Udang vaname akan aktif mencari makan pada seluruh bagian tambak. Pemberian awal pakan buatan sama yaitu mulai dari awal pemeliharaan. Frekuensi pemberian pakan buatan dilakukan 4 kali sehari yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari(Iwashitaet *al.*,2015).

5. Pengamatan Kesehatan Udang

Pengamatan atau pemantauan kondisi kesehatan udang dilakukan setiap hari terutama pada kondisi yang kritis yaitu pada pagi hari. Pengamatan kondisi kesehatan udang meliputi gerakan, warna, kondisi usus dan nafsu makan dilakukan setiap hari. Ugang yang sehat bergerak berenang aktif mencari makan dengan kaki jalan pada dasar tambak, bergerak menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari. Ugang yang sehat tubuh terasa bersih dan licin bila di pegang. Insang terlihat bersih dan tidak menunjukkan adanya pembengkakan (NACA and MPEDA, 2003).

Pada udang yang sehat, terlihat pakan pada usus tidak putus-putus. Pakan yang terputus-putus pada usus udang menunjukkan adanya patogen. Sebagai pencegahan perlu pengobatan dengan antibiotik yang direkomendasikan. Warna kotoran udang sehat terlihat seperti jenis pakan yang dikonsumsi (Supito *et al.*, 2006).

Pengamatan pertumbuhan udang secara periodik dilakukan setiap minggu melalui anco atau menggunakan jala tebar. Bila telah menggunakan pakan tambahan, pengukuran pertumbuhan dilakukan lebih intensif dengan pengambilan sampel udang dengan menggunakan jala tebar secara acak sehingga mewakili seluruh kondisi petakan tambak (Chithambaran *et al.*, 2017).

6. Panen

Perencanaan panen pada penelitian budidaya udang vaname teknologi semi intensif adalah setelah udang berukuran pasar yaitu size 40-50 ekor/kg. Masa pemeliharaan 90-120 hari pemeliharaan agar mendapatkan hasil panen dengan size atau ukuran udang yang lebih besar. Panen dilakukan secara bergantian dari petak yang satu ke petak yang lain (Taw, 2011).

D. Polikultur Udang Vaname dan Ikan Nila

Polikultur adalah budidaya lebih dari satu jenis organisme akuakultur di kolam yang sama. Diharapkan produksi di kolam bisa dimaksimalkan dengan meningkatkan kombinasi spesies yang memiliki kebiasaan makan yang berbeda. Pada prinsipnya masing-masing spesies tidak boleh saling berkompetisi dalam mendapatkan makanan dan ruang hidup, sehingga masing-masing spesies dapat saling berinteraksi satu sama lain agar tumbuh dengan optimal. Polikultur ini akan meningkatkan produksi per satuan luas bila ada kesesuaian dan presisi dalam mengatur kepadatan penyebaran masing-masing spesies (Wang dan Lu, 2016; Yi dan Fitzsimmons, 2003).

Ada beberapa aspek yang didapatkan dari budidaya polikultur diantaranya sebagai berikut:

- 1) Makanan alamiah seperti fitoplankton dan zooplankton yang tersedia di kolam dapat dimanfaatkan secara efektif sehingga tidak ada lagi makanan yang terbuang sia-sia.
- 2) Penggunaan lahan menjadi efisien karena dengan luas lahan yang sama dapat dipelihara jenis yang lebih banyak.
- 3) Secara keseluruhan produksi kolam akan meningkat karena jumlah yang dipelihara dalam satu tambak lebih banyak (Bunting, 2013).

Pada tambak sistem tradisional, ikan Nila mampu menyaring fitoplankton dan zooplankton pada permukaan air. Udang yang sering berada di dasar tambak memangsa biofilm bakteri pada substrat dasar dan bahan organik yang mengendap

dari kolom air. Pada sistem semi intensif pemberian pakan utama untuk udang, walaupun sebagian kecil termakan oleh ikan nila (Yi dan Fitzsimmons, 2003).

Dari aspek penyakit, ikan nila menyediakan keuntungan dalam beberapa hal, antara lain adalah ikan nila akan memangsa udang yang mati pada tambak polikultur. Kanibalisme merupakan salah satu vektor utama terjadinya transmisi penyakit pada udang. Ikan nila bukan merupakan vektor penyakit yang patut dicurigai sebagai carrier virus dan mampu merusak terjadinya kanibalisme udang yang merupakan model transmisi penyakit pada udang. Ikan nila juga mampu mengurangi populasi udang liar pada sistem rotasi panen. Terjadinya infeksi bakteri juga akan berdampak dengan sistem polikultur. *Vibrio* dan bakteri pathogen lain yang sering terdapat di tambak budidaya udang adalah bersifat gram negatif sementara air yang telah digunakan untuk budidaya ikan nila biasanya cenderung didominasi oleh bakteri yang bersifat gram positif. Oleh karena itu menggunakan air media budidaya ikan nila akan menurunkan prevalensi terjadinya infeksi yang disebabkan oleh *luminous vibrio* pada budidaya udang (Yi dan Fitzsimmons, 2003).

Pada sistem polikultur nila dan udang juga terdapat faktor fisik yang mampu untuk meningkatkan sintasan udang. Mengingat ikan nila bersifat merusak sedimen dasar tambak sebagai bentuk aktifitas mencari makan dan membangun sarang. Hal ini akan bermanfaat dalam beberapa hal. Aktifitas pengadukan dasar tambak akan meningkatkan oksidasi substrat dan mengganggu siklus hidup parasit dan patogen udang. Namun, aktifitas pengadukan dasar tambak juga akan mengakibatkan lepasnya nutrien ke kolom air yang akan mengakibatkan terjadinya blooming alga (Yi dan Fitzsimmons, 2003).

Penambahan ikan nila pada tambak udang mampu meningkatkan kualitas air dan efisiensi pemanfaatan pakan, menghasilkan pendapatan ekonomi lebih baik dan polusi lingkungan yang lebih rendah. Hasil kajian menunjukkan bahwa polikultur nila-udang dengan strategi pemberian pakan yang sesuai secara teknis sangat memungkinkan, menarik secara ekonomi dan ramah lingkungan (Yi *et al.*, 2004).

Yeast yang secara signifikan melimpah pada media budidaya ikan nila kemungkinan menjadi sumber dari beta-glucan yang dikenal memberikan efek imunostimulan udang melawan infeksi vibrio. Disamping itu, lendir dari ikan nila nampaknya mampu mencegah terjadinya kolonisasi *V. harveyi* pada kulit ikan, mungkin juga mampu melepaskan sifat anti-*V. harveyi* ke dalam air pembesaran sehingga berkontribusi sebagai biokontrol terhadap bakteri patogen ini. Sangat mungkin tidak terdeteksinya *luminous vibrio* pada sistem budidaya dengan air hijau adalah hasil dari efek penghambatan gabungan faktor dalam lendir ikan nila dan flora mikroba dari sistem budaya ini (Gilda *et al.*, 2002).

Yuan *et al.* (2010) menyimpulkan bahwa penambahan ikan nila merah dengan padat tebar dan ukuran yang sesuai pada budidaya udang vaname intensif akan meningkatkan produktifitas, keuntungan, pemanfaatan nutrisi dan lebih ramah lingkungan. Selanjutnya dikatakan bahwa padat tebar dan ukuran ikan nila merah yang sesuai berdasarkan hasil studinya adalah 0,4 ikan/m² dan 13,7 gram. Peningkatan padat tebar dan ukuran untuk meningkatkan produktifitas dan untuk minimalisasi limbah dapat dilakukan, namun demikian dari aspek ekonomi akan berdampak negatif. Polikultur udang-nila perlu untuk dikembangkan untuk budidaya udang yang berkelanjutan. Namun demikian, studi mengenai pengaruh

ikan nila terhadap penurunan bakteri vibrio pada budidaya polikultur udang-nila masih belum terbukti sepenuhnya. Namun, penelitian lain melaporkan bahwa jumlah bakteri *V. harveyi* di air turun meski tanpa ikan nila (Tendencia *et al.*, 2006).

E. Dinamika Kualitas Air Tambak

Dinamika kualitas air di tambak sangat berpengaruh terhadap semua komponen di tambak. Kualitas air dalam budidaya perairan meliputi parameter fisika, kimia dan biologi air dapat mempengaruhi performa produksi budidaya. Manajemen kualitas air dalam kegiatan budidaya bertujuan untuk memperbaiki kondisi kimia dan biologi media budidaya (Boyd, 1998a). Ketiga parameter perairan saling berkaitan dan berperan sebagai faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi hewan akuatik yang dibudidayakan (Boyd, 2015).

1. Nitrogen

Manajemen kualitas air bertujuan untuk mengurangi konsentrasi komponen nitrogen beracun yang telah ditambahkan ke air dengan ekskresi dan pakan yang tidak termakan. Avnimelech (1999) menyatakan bahwa komponen nitrogen memainkan peran kunci dalam manajemen kualitas air proses budidaya, karena peran ganda mereka sebagai nutrisi dan racun. Sumber nitrogen pada kegiatan budidaya intensif berasal dari pakan, sisa metabolisme dan organisme. Nitrogen dalam perairan terdapat dalam bentuk gas nitrogen (N_2), amonia (NH_3), amonium (NH_4^+), ion nitrit (NO_2^-), ion nitrat (NO_3^-), dan nitrogen organik yaitu campuran kompleks berbagai bahan seperti asam amino, gula amino, dan protein (*polimer*). Hargreaves (1998) berpendapat bahwa input nitrogen dalam tambak budidaya konsentrasi terbanyak adalah melalui pakan, kontribusi melalui air diperkirakan

hanya 5% dari total input. Sedangkan fosfat pada awal masa budidaya udang vaname di tambak cenderung lebih rendah dibandingkan pada akhir masa budidaya (Fahrur *et al.*, 2014).

Masalah utama dalam manajemen kualitas air adalah adanya akumulasi amonia dan nitrit yang merupakan hasil ekskresi dan dekomposisi limbah kaya nitrogen. Proses dekomposisi alga mati, sisa pakan, tanaman air dan organisme akuatik yang mati akan membebaskan amonia. Beberapa proses mikrobial akan bereaksi untuk menghilangkan atau menambah amonia pada tambak (Boyd, 2015).

Proses-proses mikrobial tersebut, diantaranya nitrifikasi, denitrifikasi, fotosintesis, dan heterotrof. Post larva dan juvenil udang lebih rentan terhadap toksisitas amonia dibandingkan dengan udang yang berukuran besar atau dewasa. Konsentrasi NH_3 0,2 mg/l fase post larva, dan 0,95 mg/l untuk juvenil berukuran 4,87 gram adalah konsentrasi mematikan bagi udang. Kesehatan dan pertumbuhan udang tidak terpengaruh pada konsentrasi amonia kurang dari 0,03 mg/l, tetapi akumulasi yang berlangsung lama pada konsentrasi *sublethal* tidak baik untuk kehidupan udang, laju pertumbuhan akan turun dan konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*) akan meningkat (Boyd, 2000).

Ammonium digunakan sebagai sumber nitrogen oleh fitoplankton, alga, tumbuhan air, dan golongan bakteri yang dikenal sebagai bakteri heterotrof. Diduga bakteri menggunakan ammonium dalam jumlah yang signifikan dalam tambak budidaya. Beberapa studi mengindikasikan bakteri heterotrof menggunakan hampir 50% total ammonium dalam air. Pengaruh utama limbah kegiatan budidaya pada ekosistem diawali dengan pengayaan organik dan salah satu efek pertama dari

proses pengayaan tersebut adalah peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme heterotrofik dalam sedimen. Bakteri heterotrof tidak hanya menggunakan ammonium sebagai sumber nitrogen, tetapi juga sisa pakan dan hasil ekskresi organisme akuatik (Esparza-Leal *et al.*, 2016).

2. Bahan Organik

Bahan organik di tambak yang terakumulasi dapat menghasilkan *flocs* kaya protein dan pada gilirannya dapat berfungsi sebagai pakan bagi organisme akuatik (Rios, 2013). Kandungan bahan organik yang tinggi akan meningkatkan kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik tersebut menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga akan terjadi persaingan penggunaan oksigen dengan biota yang ada dalam tambak. Kandungan bahan organik yang baik untuk budidaya udang sekitar 10% atau 20% dari kandungan karbon organik (Mostofa *et al.*, 2013).

Peningkatan kandungan bahan organik pada tanah dasar tambak akan terjadi dengan cepat terutama pada tambak yang menggunakan sistem budidaya secara semi intensif maupun intensif dengan tingkat pemberian pakan (*feeding rate*) dan pemupukan. Disamping mengendap di dasar tambak, limbah organik juga tersuspensi dalam air sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari ke dasar tambak. Limbah tambak yang terdiri dari sisa pakan (*uneaten feed*), kotoran udang (*feces*), dan pemupukan terakumulasi di dasar tambak maupun tersuspensi dalam air. Bahan organik merupakan nutrisi yang dapat merangsang tumbuhnya algae/plankton. Hasil degradasi limbah organik juga dapat bersifat toksik terhadap udang pada level tertentu (Yuvanatemiya, 2007). Penanganan air limbah dengan sistem oksidasi sedimentasi tambak dapat mengurangi pergantian air (Hopkins *et al.*,

1995) misalnya dengan resirkulasi atau pengurangan input nitrogen dan fosfor dari pakan. Kandungan bahan organik yang baik bagi udang adalah 55-100 ppm (Adiwijaya, 2003). Apabila bahan organik tinggi maka dapat menjadi senyawa yang bersifat racun bagi udang. Hal ini dapat disebabkan karena adanya sisa pakan yang tidak dikonsumsi, feses udang, kematian plankton, tanaman air dan bahan organik yang masuk pada saat penambahan air

3. Oksigen Terlarut

Kadar oksigen yang terlarut bervariasi tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan atmosfer (Boyd, 1998b). Oksigen terlarut merupakan *limiting factors* dalam budidaya udang karena tingkat metabolisme dan kebutuhan tinggi terutama pada tahap awal pemeliharaan. Konsentrasi kandungan oksigen terlarut sebaiknya tidak boleh di bawah 4 ppm. Jumlah oksigen terlarut akan berpengaruh pada kondisi ikan (McGraw *et al.*, 2001). Proses penguraian bahan organik oleh bakteri aerobik, akan menyebabkan turunnya kandungan oksigen dalam air dan penumpukan bahan organik dalam tambak akan meningkatkan populasi bakteri dalam air tambak (Alfiansah *et al.*, 2018).

Tabel 2.1
Pengaruh Konsentrasi Oksigen Terlarut pada Ikan

Konsentrasi DO(mg/l)	Pengaruh
0	Hanya ikan kecil yang mampu bertahan, tetapi dalam waktu yang singkat
0,3-1,0	Ikan dan udang akan mati apabila kondisi ini berlangsung lama
1-4	Ikan dan udang akan hidup, tetapi pertumbuhan lambat apabila kondisi ini berlangsung lama

5 nilai yang diharapkan untuk kehidupan ikan dan udang

Sumber: (Boyd dan Tucker, 1998c)

Kekurangan oksigen di dalam air dapat diatasi dengan pemberian aerasi sebelum air digunakan. Namun, sebelum diaerasi, konsentrasi oksigen pada air yang akan digunakan harus diketahui agar tidak terjadi kondisi supersaturasi yang menyebabkan *gas bubble diseases*. Kebutuhan oksigen terlarut berbeda pada sistem budidaya, pada sistem budidaya dengan kepadatan tinggi dengan besaran *feeding rate* besar terutama pada kegiatan budidaya udang secara intensif membutuhkan tambahan aerasi untuk mencukupi kebutuhan oksigen terlarut. Kebutuhan aerasi dengan menambahkan kincir air meningkat pada sistem budidaya yang mengurangi pergantian air. Hal ini menjadi umum dilakukan untuk mengurangi kemungkinan transfer patogen dari luar lingkungan budidaya serta mengurangi dampak pada badan air yang menerima limbah budidaya (Boyd, 2015).

4. Derajat Keasaman

Derajat keasaman pH adalah konsentrasi ion hidrogen di dalam air atau suatu kondisi yang asam atau basa di dalam air. Derajat keasaman atau pH menggambarkan aktifitas potensial ion hidrogen dalam larutan yang dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu, atau $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Air murni mempunyai nilai $\text{pH} = 7$, dan dinyatakan netral, sedang pada air payau normal berkisar antara 7 – 9 (Boyd, 2000). Nilai pH mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran aktifitas ion hidrogen dalam larutan. Derajat keasaman merupakan salah satu sifat kimia yang secara langsung berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang.

Kisaran pH optimal 7 - 8 berperan dalam aktifitas enzim ATP-ase pada juvenil *Litopenaeus vannamei* (Boyd *et al.*, 2011).

Tabel 1.2
Pengaruh pH Terhadap Udang dan Ikan

Kisaran pH	Pengaruh Terhadap Biota Air
4	kondisi asam yang mematikan
4-6	pertumbuhan lambat
6-9	kisaran yang bagus untuk pertumbuhan
9-11	pertumbuhan lambat
11	kondisi basa yang mematikan

Sumber: Boyd dan Tucker (1998c)

Nilai pH air dipengaruhi oleh konsentrasi CO₂ pada siang hari karena terjadi fotosintesa maka konsentrasi CO₂ menurun sehingga pH airnya meningkat. Sebaliknya pada malam hari seluruh organisme dalam air melepaskan CO₂ hasil respirasi sehingga pH air menurun. Namun demikian air payau cukup ter-buffer dengan baik sehingga pH airnya jarang turun mencapai nilai di bawah 6,5 atau meningkat hingga mencapai nilai 9, sehingga efek buruk pada kultivan jarang terjadi (Boyd *et al.*, 2011)

5. Alkalinitas

Alkalinitas merupakan kemampuan untuk menyangga asam atau kapasitas perairan untuk menerima proton pada perairan alami, berhubungan dengan konsentrasi karbonat (CO₂⁻³), bikarbonat (HCO⁻³) dan hidroksida (OH⁻). Alkalinitas berhubungan erat dengan derajat keasaman. Untuk pertumbuhan optimal plankton alkalinitas air tambak seharusnya tidak kurang dari 10 mg/l. Perairan dengan nilai alkalinitas di atas 20 mg/liter adalah cukup memadai untuk produksi

phytoplankton setelah diberi pupuk anorganik (Boyd *et al.*, 2011). Pengapuran seringkali dibutuhkan untuk alkalinitas di bawah 20 mg/l. air yang keruh atau berwarna gelap karena kontaminan bahan organik membutuhkan pengapuran untuk menjernihkan air, jika terlalu keruh akan mengurangi penetrasi cahaya (Wurts and Masser, 2013).

6. Salinitas

Salinitas adalah faktor pembatas pada budidaya udang yaitu faktor lingkungan yang merubah atau menghambat bekerjanya faktor lain apabila salinitas tidak sesuai. Beberapa jenis krustase memiliki sifat *euryhaline* dimana salinitas optimum dapat membantu proses pertumbuhan, kelangsungan hidup dan efisiensi produksi (Fraga-Maicá *et al.*, 2014). Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air. Salinitas berhubungan dengan tekanan osmotik dan ionik air, baik sebagai media internal maupun eksternal. Tekanan osmotik media selain menentukan pengaturan tekanan osmose cairan tubuh juga mempunyai pengaruh terhadap metabolisme, tingkah laku, kelangsungan hidup, pertumbuhan dan kemampuan reproduksi (PHILPINAQ, 2007).

7. Nitrit (NO₂)

Nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami, nitrit banyak dijumpai di perairan alami jika perairan tersebut banyak pencemarnya (Boyd, 1998c). Menurut Boyd (1998c), menyatakan bahwa nitrit merupakan bagian dari proses nitrifikasi yaitu dari amonium yang bereaksi dengan hidrogen akan menjadi nitrit, melalui bakteri *Nitrosomonas* dirubah menjadi nitrat. Selain bagian dari proses nitrifikasi, nitrit juga

merupakan bagian dari proses denitrifikasi yaitu setelah nitrit menjadi nitrat dalam keadaan anaerob akan dirubah menjadi nitrit lagi oleh bakteri *Nitrobacter*.

8. Kecerahan Air

Kekeruhan yang berlebihan dapat mengurangi penetrasi cahaya, yang selanjutnya dapat menurunkan fotosintesa oleh fitoplankton, ganggang dan tumbuhan air. Sebagai akibatnya produksi oksigen rendah, yang akan berdampak kekurangan oksigen pada malam hari saat semua organisme memerlukan oksigen untuk respirasi. Kecerahan air adalah sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Berkurangnya kecerahan air diakibatkan oleh kekeruhan air akibat bahan organik dan anorganik baik yang tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik dan bahan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya. Kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi seperti pernapasan dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air (Bhatnagar dan Devi, 2013).

9. Temperatur

Suhu merupakan faktor pengendali yang mengendalikan lingkungan dan reaksi-reaksi yang terjadi didalam perairan. Suhu berpengaruh terhadap proses fisik, kimia, biologi badan air dan juga kehidupan biota yang ada didalamnya. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan reaksi kimia, viskositas dan evaporasi. Selain itu, peningkatan suhu juga mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air. Dekomposisi bahan organik dalam perairan oleh mikroba juga menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya suhu. Peningkatan suhu perairan

sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik \pm 2-3 kali lipat (Remen *et al.*, 2015).

10. Bakteri

Berdasarkan sumber energi dan kebutuhan karbon, fungsional organisme diklasifikasi sebagai *fotoautotrof* yaitu bakteri yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi dan CO_2 sebagai sumber karbon utama, contoh *cyanobacteria*. *Fotoheterotrof*, yaitu bakteri yang memanfaatkan cahaya sebagai sumber energi dan mengambil karbon dari senyawa organik, contohnya bakteri fotosintesis sebagai *purple non-sulphur bacteria*. *Kemoautotrof*, mengambil energi dari oksidasi senyawa inorganik dan menggunakan CO_2 sebagai sumber karbon utama diantaranya bakteri nitrifikasi. Bakteri *kemoheterotrof*, menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi dan karbon, yaitu protozoa, fungi dan banyak jenis bakteri seperti *Bacillus*. Bakteri gram negatif non patogen seperti bakteri pengoksidasi sulfida menjadi sulfat (*Thiobacillus*, *photosynthetic bacteria* seperti *Rhodobacter*), bakteri pengoksidasi besi dan Mangan (*Thiothrix*) dan bakteri pengoksidasi ammonium dan ammonia (*Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*) memerlukan karbon dioksida untuk pembentukan selnya, mereka tidak mampu mengambil sumber karbon dari bahan organik semisal karbohidrat, protein atau lemak. Termasuk juga *Zooglea*, *Flavobacterium*, *tetrad/tricoda* dan bakteri pembentuk bioflocs lainnya. Bahkan *Bacillus* sendiri, sebagai pemanfaat karbon dari bahan organik dan menghasilkan gas karbon dioksida sebagai hasil oksidasinya, memerlukan karbondioksida dalam pernafasan anaerobnya ketika melangsungkan reaksi denitrifikasi (Alfiansah *et al.*, 2018). Bakteri penyebab

penyakit pada budidaya udang ditambak sebagian besar didominasi oleh genus *Vibrio* sp (Taslihan *et al.*, 2004).

Populasi bakteri aktif harus dirubah ke spesies yang dapat beradaptasi dengan cepat untuk mendegradasi molekul organik kompleks. Golongan bakteri *Bacillus* dapat memproduksi *exo-enzymes* pada rentang yang luas dan sangat efisien untuk memecah molekul besar seperti protein dan lemak. Ketika salah satu strain *Bacillus* spp ditambahkan ke tambak dengan kepadatan tinggi dapat mendegradasi bahan organik lebih cepat dari pada situasi pada kondisi normal. *Bacillus* juga melakukan proses denitrifikasi dimana limbah organik dapat dipecahkan, hal ini sangat efektif khususnya pada situasi dasar tambak (Qin *et al.*, 2016).

11. Plankton

Plankton merupakan organisme pelagis yang mengapung atau bergerak mengikuti arus. Plankton terdiri dari fitoplankton dan zooplankton, keduanya mempunyai peran penting dalam ekosistem di perairan. Fitoplankton menduduki peringkat top tropic level, sehingga kedudukannya sangat penting karena sebagai sumber pakan tingkat pertama. Produktifitas fitoplankton dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dan fospor serta makrophit. Fitoplankton hanya bisa hidup di tempat yang mempunyai sinar yang cukup, hal ini berkaitan dengan proses fotosintesa, sehingga fitoplankton lebih banyak dijumpai pada daerah permukaan perairan, atau daerah-daerah yang kaya akan nutrien (Bhupender dan Kumar, 2015).

Perubahan kandungan mimeral, salinitas, aktivitas di darat dapat juga dapat merubah komposisi fitoplankton di perairan. Fitoplankton sebagai pakan alami mempunyai peran ganda yaitu berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan dasar

dalam mata rantai makanan di perairan atau yang disebut sebagai produsen primer. Indeks Keanekaragaman (*Diversitas*) fitoplankton yang kurang dari 1 menunjukkan perairan tersebut berada dalam kondisi komunitas fitoplankton yang tidak stabil akibat ketidakstabilan kondisi lingkungan perairan, bisa juga kondisi lingkungan perairan kurang subur (Setijaningsih, 2011).

F. Kelayakan Usaha Budidaya Udang

Secara garis besar petambak atau pelaku usaha perikanan dapat mengetahui penerimaan dan keuntungan yang diperoleh serta beberapa lama kemungkinan modal investasi tersebut dapat dikembalikan (Adi, 2011). Biaya adalah sesuatu atau sejumlah uang yang dikeluarkan/dikorbankan guna mencapai suatu tujuan. Tujuan tersebut dapat diartikan sebagai pengorbanan barang atau jasa. Adapun dilihat secara khusus biaya tersebut dapat dibagi menjadi 2 (dua) investasi yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Biaya tetap merupakan biaya yang besarnya tidak akan dipengaruhi oleh tingkat operasi pada periode waktu tertentu. Biaya ini harus dikeluarkan sesuai dengan kebutuhan teknis meskipun tidak operasional (*sedang tidak operasional*). Biaya ini selalu dihubungkan dengan usia teknis sarana atau prasarana yang dipakai serta umur pakai yang berlaku lebih dari satu tahun penggunaannya.

Adapun biaya tetap dalam kaitan dengan pemeliharaan udang dan ikan ditambak adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk penyediaan peralatan-peralatan yang akan dipergunakan untuk operasional budidaya tersebut, misalnya: sewa tambak, pompa air, perbaikan konstruksi tambak, pembuatan pintu air, mekanisasi lainnya (kincir), peralatan laboratorium, peralatan sampling, peralatan panen dll. Adi

(2011) menjelaskan bahwa biaya variabel merupakan biaya yang besarnya bervariasi mengikuti secara proporsional dengan jumlah produk yang dihasilkan, biaya variabel akan nol/tidak ada apabila produksinya nol atau tidak dilakukan kegiatan usaha. Biaya variabel ini adalah biaya yang habis dalam satu periode pemeliharaan. Pembiayaan tergantung dari tingkat produksi yang akan dihasilkan serta tingkat teknologi yang diterapkan (tradisional, teknologi madya serta teknologi intensif).

Pengertian pendapatan usaha merupakan hasil penjualan produk yang hampir semuanya jenis ikan atau udang. Indikator untuk mengukur tingkat keuntungan yaitu keuntungan operasional, pendapatan bersih dan keuntungan bersih. Keuntungan operasional diartikan sebagai perbedaan antara pendapatan kotor dengan biaya variabel. Pendapatan bersih diartikan sebagai pendapatan yang diperoleh dengan mengurangi biaya tetap kedalam keuntungan operasional. Besarnya pendapatan bersih ini akan bisa dipergunakan untuk apa saja tanpa mempengaruhi operasional jangka panjang. Keuntungan bersih dihitung dari pendapatan kotor dikurangi dengan biaya total. Keuntungan bersih ini dianggap sebagai indikator keuntungan dan prospek operasi dalam jangka panjang. Pengertian pendapatan bagi para petani tambak adalah dari hasil penjualan produknya (ikan atau udang).

Usaha budidaya udang merupakan suatu kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh petambak atau petani ikan dengan menggabungkan sumberdaya (lahan, tenaga kerja, modal, dan lain-lain) untuk mencapai tujuan utama yaitu mendapatkan keuntungan (bersifat komersial). Untuk mencapai keuntungan atau produksi yang

maksimal maka penggunaan faktor-faktor produksi (sumberdaya) harus efisien. Selain faktor teknis, keberhasilan budidaya udang juga dipengaruhi oleh manajemen tambak udang termasuk manajemen sumberdaya manusia, lingkungan perairan dan teknologi.

Manajemen lingkungan perairan yang penting dilakukan adalah pengelolaan kualitas air tambak untuk menciptakan kondisi sehat dan nyaman sehingga udang tumbuh dan berkembang secara optimal. Sedangkan upaya manajemen sumberdaya manusia dan teknologi menurut Maarif dan Sasmaharjo (2000) meliputi (1) peningkatan pemahaman teoritis aspek budidaya udang, (2) peningkatan ketrampilan teknis dan (3) peningkatan sikap (sistem nilai) meliputi sistem nilai sosial dan sistem nilai kewiraswastaan. Perlu diperhatikan juga penegakan peraturan pemerintah mendukung kelancaran budidaya udang dan ketersediaan sarana dan prasarana produksi.

Polikultur nila meningkatkan pemanfaatan pakan, meningkatkan kualitas air, meningkatkan hasil total dan keuntungan (Wang dan Lu, 2016). Investasi lebih lanjut akan meningkatkan keuntungan ini. Penelitian tentang polikultur nila di Cina juga dirangkum dan membahas bahwa polikultur dalam sistem semi-intensif adalah cara untuk meningkatkan keberlanjutan untuk budidaya nila (Wang dan Lu, 2016)

Ada beberapa metode penilaian investasi yang tujuannya adalah untuk mengetahui apakah usaha tersebut dapat dikatakan layak usaha atau tidak untuk dilanjutkan/diteruskan. Karena dalam analisa ekonomi ini akan diketahui keadaan yang mencerminkan perkembangan usaha, terutama untuk masa jangka panjang,

terlihat adanya perkembangan finansialnya. Adapun analisa keuangan yang dipergunakan pada umumnya adalah sebagai berikut;

Payback period adalah suatu metoda yang menggambarkan panjangnya waktu yang diperlukan agar dana yang dikeluarkan/tertanam dalam suatu investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya. Metode ini diperlukan untuk dapat menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan aliran kas netto. Dalam perhitungan harus diketahui berapa besar dana yang dikeluarkan (biaya tetap + biaya operasional), kemudian berapa besar pendapatan yang diperoleh dalam masa periode pemeliharaan di tambak. *Benefit cost ratio (BCR)* adalah perbandingan antara keuntungan dan biaya termasuk investasi. Besarnya nilai BCR akan menunjukkan tingkat keuntungan yang dicapai. Apabila BC ratio lebih dari 1,0 (satu), maka usaha yang dijalankan adalah layak untuk diusahakan/dapat diteruskan.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Agustus 2018 di Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang. BLUPPB Karawang merupakan unit pelaksana teknis Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.

B. Deskripsi dan Fokus Penelitian

Penelitian dilakukan di satu sub tambak blok I. Rancangan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga (3) perlakuan dan tiga (3) ulangan. Padat tebar udang vaname menggunakan sistem semi intensif pada penelitian ini yaitu 50 ekor/m² pada semua perlakuan. Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- A. Polikultur udang dan nila dengan padat tebar nila 400 ekor/2.000 m²
- B. Polikultur udang dan nila dengan padat tebar nila 800 ekor/2.000 m²
- C. Pemeliharaan udang monokultur (kontrol).

Sumur air asin digunakan sebagai sumber air asin. Air sungai digunakan sebagai sumber air tawar dalam pemeliharaan. Empat buah kincir 1 PK digunakan pada masing-masing petak pemeliharaan. Tambak dilengkapi dengan sarana biosecurity baik penghalau burung, maupun penghalau kepiting.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain benur udang vaname yang telah adaptif pada salinitas 15 ppt, pakan udang vanamei komersial,

probiotik dari jenis bacillus, molase, vitamin c, kapur pertanian, bahan sterilisasi air antara lain kaporit, saponin, cupri sulfat. Alat-alat tambak yang digunakan selama pengujian meliputi timbangan gantung, timbangan digital, gayung, ember pakan, golok, sabit, cangkul, acho, dan lain-lain.

C. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan. Data sekunder merupakan hasil studi literatur baik penelitian orang lain maupun sumber lain.

D. Jenis Data Yang Dikumpulkan

Untuk menjawab pertanyaan penelitian, data, bahan dan informasi yang dibutuhkan pada kegiatan budidaya udang polikultur terdapat dalam Tabel berikut.

Tabel 2. 1.
Data Parameter Fisika, Kimia dan Biologi

No	Kebutuhan Data	Satuan	Metode Pengukuran	Metode Perolehan data
1	Volume Air	liter	Kalkulasi	Observasi Lap
2	Suhu	°C	termometer	Observasi Lap
3	Kecerahan	cm	Secchi disk	Observasi Lap
4	Alkalinitas	ppm	Alkali Meter	Observasi Lap
5	Oksigen Terlarut	ppm	DO Meter	Observasi Lap
6	pH		pH meter	Observasi Lap
9	Salinitas	ppt	Refraktometer	Observasi Lap
7	Bahan organik	ppm		Uji Lab
8	TAN	ppm	spektrophotometer	Uji Lab
9	Nitrit	ppm	spektrophotometer	Uji Lab
10	Nitrat	ppm	spektrophotometer	Uji Lab
11	Phosphat	ppm	spektrophotometer	Uji Lab

12	Kelimpahan plankton	Ind/liter	Uji lab
13	Populasi bakteri	cfu/l	Uji lab

Tabel 3.2.
Data Aspek Ekonomi dalam Penelitian

No	Kebutuhan data	Satuan	Metode Pengukuran	Metode Perolehan
1	Nilai Tambak	Rp/Ha		Wawancara
2	Peralatan standar	Rp	Kalkulasi	Wawancara
3	Upah Pekerja	Rp/bln	Kalkulasi	Wawancara
4	Jumlah Pekerja	orang	Kalkulasi	Wawancara
5	Biaya perawatan	Rp/siklus	Kalkulasi	Wawancara
6	Jumlah Pakan	Kg	Kalkulasi	Wawancara
7	Harga Pakan	Rp	Kalkulasi	Wawancara
8	Jumlah Benih	ekor	Kalkulasi	Wawancara
9	Harga Benih	Rp		Wawancara
10	Bobot Benih	gram		Wawancara
11	Jumlah panen	kg		Wawancara
12	Bobot udang	gram		Wawancara
13	Jumlah kematian	%		Wawancara
14	Lama Pemeliharaan	hari		Wawancara
15	Bunga bank	%		Wawancara

E. Pengambilan dan Pengukuran Sampel

Data pengukuran dan pengambilan sampel harian dan mingguan dilakukan pada pagi hari pada kisaran pukul 06.00-07.00. Selain data-data yang didapat dengan cara pengukuran dan pengambilan sampel, data pemberian pakan dan bahan-bahan kimia yang diberikan pada media pemeliharaan juga dicatat dan dijadikan variabel dalam proses analisa data untuk mengetahui pengaruhnya terhadap perubahan parameter kualitas air dan dinamika lingkungan budidaya secara umum.

Tabel 3.3.
Waktu dan Frekuensi Pengukuran Parameter Kimia, Fisika dan Biologi Selama Pemeliharaan

No	Parameter	Waktu Pengambilan Sampel	
		06.00	Mingguan
1	Volume Air	√	
2	Suhu	√	
3	Alkalinitas		√
4	Oksigen Terlarut	√	
5	pH	√	
6	Salinitas		√
7	Bahan organik		√
8	TAN		√
9	Nitrit		√
10	Nitrat		√
11	Phosphat		√
12	Kelimpahan plankton		√
13	Populasi bakteri		√

F. Persiapan Media Pemeliharaan

1. Persiapan air

Pengisian air dilakukan setelah persiapan tambak. Pengisian air terlebih dahulu dilakukan pada petak tandon. Pengisian air menggunakan sumber air bor dan di campur dengan air tawar yang bersumber dari sungai. Pada petak tandon, benih nila hitam (Gift) ukuran panjang 5-7 cm dengan padat penebaran 1.000 ekor/Ha.

Air di petak tandon didiamkan selama minimal 3 hari agar terjadi proses pengendapan dan perbaikan mutu air. Selanjutnya air dimasukkan ke petak pembesaran udang dengan perbedaan elevasi tinggi air dan menggunakan pompa. Pengisian air pada petak pembesaran udang juga dilakukan secara bertahap hingga semua petak pembesaran udang terisi air hingga kedalaman minimal 100 cm. Untuk

mencegah masuknya ikan dari petak tandon ke petak pembesaran digunakan saringan (waring) dengan mesh size 1 mm.

Air pada petak pembesaran udang didiamkan selama sekitar 1 minggu untuk melihat perkembangan pertumbuhan plankton. Hasil pengamatan secara visual memperlihatkan bahwa beberapa petak tambak pembesaran mulai ditumbuhi plankton dengan warna air kehijauan. Hal ini menunjukkan bahwa tambak mempunyai kesuburan yang cukup baik, sehingga tidak perlu dilakukan pemupukan. Hasil pengukuran kualitas air tambak pada persiapan tambak adalah seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4.
Kualitas Air Pada Saat Persiapan Tambak

No	Parameter	Nilai
1	Salinitas (ppt)	10-15
2	Alkalinitas (ppm)	51,2 – 63,5
3	Oksigen terlarut (ppm)	3,09 – 3,74
4	Suhu	30,9 – 31,3
5	pH	7,6 – 8,9
6	Kedalaman air (cm)	90 – 100
7	Kecerahan (cm)	70 – 80

2. Pemilihan dan penebaran benih.

Pemilihan dan seleksi benih vaname dilakukan dengan uji visual yang meliputi keseragaman warna dan ukuran serta uji PCR untuk mengetahui infeksi virus. Benih vaname yang sudah di pilih selanjutnya, selanjutnya dilakukan adaptasi atau penyesuaian salinitas sesuai dengan salinitas air tambak yang akan ditebari yaitu sekitar 15 ppt.

Proses penebaran di tambak diawali dengan kegiatan adaptasi terhadap suhu. Hal ini disebabkan selama proses pengangkutan benih dilakukan penurunan suhu media pengangkutan untuk menekan proses kanibalisme. Adaptasi suhu dilakukan dengan mengapungkan kantong plastik pada air tambak sekitar 15-30 menit. Adaptasi suhu dianggap cukup bila benih dalam kantong plastik sudah menunjukkan aktif bergerak dan dilakukan penebaran dalam tambak. Padat penebaran yang dilakukan adalah 50 ekor/m² dengan ukuran benur vaname pL 25.

G. Pengamatan Pertumbuhan

Pemeliharaan udang vaname pada penelitian ini akan dilakukan selama 100 hari pemeliharaan. Data pertumbuhan udang diperoleh dengan melakukan sampling pada awal penebaran dan setiap sepuluh hari sekali dimulai dari hari ke-30 pemeliharaan, hal ini dilakukan karena pada budidaya udang vaname menggunakan *blind feeding* pada 30 hari pertama. Sampling pertumbuhan dilakukan dengan mengambil sampel udang 10 ekor di acho. Udang selanjutnya ditimbang dengan timbangan elektrik.

Rata-rata pertambahan bobot harian udang dan ikan dihitung untuk mengetahui perkembangan udang pada waktu pemeliharaan / yang dinyatakan dalam gram/hari menggunakan formula yang disampaikan Huisman (1987);

$$ADG = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan ;

ADG = Rata-rata pertambahan bobot harian (g/hari)

W_t = Bobot rata-rata udang pada akhir (gram)

W₀ = Bobot rata-rata udang pada awal (gram)

T = Periode pemeliharaan (hari)

Sedangkan nilai sintasan/kelangsungan hidup udang dan ikan dihitung pada akhir pemeliharaan (Effendie, 1997);

$$SR = Nt/No \times 100\%$$

Keterangan ;

SR =Kelangsungan hidup (%)

Nt =Jumlah udang pada akhir perlakuan (ekor)

NO =Jumlah udang pada awal pemeliharaan (ekor) ya dilakukan pada pertumbuhan bobot udang.

FCR (*feed conversion ratio*) yaitu rasio pakan yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 kg udang dihitung berdasarkan formula yang disampaikan Zonneveld, *et al.* (1991);

$$FCR = \frac{Pa}{Bt - Bo + Bm}$$

Keterangan;

FCR = Rasio Konversi Pakan

Pa = Jumlah pakan yang diberikan (kg)

Bt = Bobot biomassa pada akhir pemeliharaan (kg)

Bo = Bobot biomassa pada awal tebar (kg)

Bm = Bobot biomassa udang yang mati (kg)

Analisis data dilakukan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik sehingga diperoleh gambaran yang nyata sesuai fakta di lapangan.

H. Monitoring Kesehatan Udang

Pengamatan atau pemantauan kondisi kesehatan udang dilakukan setiap hari terutama pada kondisi yang kritis yaitu pada pagi hari. Pengamatan kondisi kesehatan udang meliputi gerakan, warna, kondisi usus dan nafsu makan dilakukan setiap hari. Udang yang sehat bergerak berenang aktif mencari makan dengan kaki jalan pada dasar tambak, bergerak menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari. Apabila menempel batang-ranting rumput, tali anco dengan posisi kepala di bawah dan akan berenang bila tali anco tersebut di angkat atau digerakkan. Udang yang sehat tubuh terasa bersih dan licin bila di pegang. Insang terlihat bersih dan tidak menunjukkan adanya pembengkakan.

Udang yang sehat pakan pada usus tidak terlihat putus-putus. Pakan yang terputus-putus pada usus udang menunjukkan adanya patogen. Warna kotoran udang sehat terlihat seperti jenis pakan yang dikonsumsi (Supito *et.al.*, 2006).

Pengambilan sampel untuk analisa penyakit WSSV dilakukan pada benih sebelum ditebar, pada pemeliharaan waktu pemeliharaan 40 dan 100 (sebelum pemanenan) dengan metode *Polymere Chain Reaction (PCR)* (Lampiran 1,2,3).

I. Panen

Perencanaan panen pada hari ke 100. Pemanenan dilakukan secara serentak pada setiap perlakuan kemudian dilakukan menimbangan biomassa baik udang maupun nila.

J. Analisis Ekonomi

Untuk menentukan apakah penerapan teknologi polikultur pada budidaya udang semi intensif menguntungkan secara ekonomis, dilakukan analisa kelayakan usaha sebagai berikut:

1. *Net Present Value (NPV)*

NPV dihitung berdasarkan nilai dari benefit dan present value dari biaya, digambarkan dalam rumus;

$$NPV = \sum B_t - C_t(1-i)^{t-1}$$

Keterangan;

- B_t = keuntungan kotor dari sebuah usaha pada tahun ke-t
 C_t = biaya kotor pada tahun ke-t, (termasuk biaya operasional dan modal)
 n = umur ekonomis usaha
 t = tahun ke-t dan
 i = *Discount rate*

NPV adalah selisih antara present value dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang. Untuk menghitung nilai sekarang perlu ditentukan tingkat bunga yang relevan. *Net Present Value* juga merupakan selisih antara present value arus manfaat (*benefit*) dengan present value arus biaya (*cost*). NPV menunjukkan manfaat bersih yang diterima dari suatu usaha selama umur usaha tersebut pada tingkat *discount rate* tertentu. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan benefit dari proyek yang direncanakan. NPV merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang

didiskontokan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/*benefit* dari proyek yang direncanakan.

2. *Investement Rate and Return (IRR)*

IRR adalah nilai *discount rate* i yang membuat NPV dari proyek sama dengan nol, rumus perhitungan adalah sbb;

$$IRR = NPV' - NPV'' - NPV''(i'' - i')$$

Keterangan;

NPV' = Nilai NPV tahap pertama, NPV'' = Nilai NPV tahap kedua

i' = *Discount rate* tahap pertama, i'' = *Discount rate* tahap kedua

Metode IRR ini digunakan untuk mencari tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan di masa datang, atau penerimaan kas, dengan mengeluarkan investasi awal. Caranya, dengan menghitung nilai sekarang dari arus kas suatu investasi dengan menggunakan suku bunga yang wajar, misalnya 14 %. kemudian di bandingkan dengan biaya investasi, jika nilai investasi lebih kecil, maka di coba lagi dengan penghitungan suku bunga yang lebih tinggi demikian seterusnya sampai biaya investasi menjadi sama besar. Apabila dengan suku bunga wajar tadi nilai investasi lebih besar, maka harus di coba lagi dengan suku bunga yang lebih rendah sampai mendapatkan nilai investasi yang sama besar dengan nilai sekarang

3. Net Benefit Cost Ratio (net B/C)

Net B/C adalah perbandingan antara keuntungan dan biaya termasuk investasi.

Rumus perhitungan net B/C adalah sebagai berikut.

$$NetBC = \frac{\sum B_t - C_t(1-i)^{2nt}}{\sum C_t - B_t(1-i)^{2nt}} = 1$$

Dimana;

B_t = keuntungan kotor dari sebuah usaha pada tahun ke-t

C_t = biaya kotor pada tahun ke-t, (termasuk biaya operasional dan modal)

n = umur ekonomis usaha t = tahun ke-t i = *Discount rate*

Jika nilai net B/C > 1 maka usaha dikatakan layak untuk dilanjutkan. Net B/C ini menunjukkan gambaran berapa kali lipat manfaat (*benefit*) yang diperoleh dari biaya (*cost*) yang dikeluarkan. Apabila net B/C > 1, maka proyek atau gagasan usaha yang akan didirikan layak untuk dilaksanakan. Demikian pula sebaliknya, apabila net B/C < 1, maka proyek atau gagasan usaha yang akan didirikan tidak layak untuk dilaksanakan. Net B/C ratio merupakan manfaat bersih tambahan yg diterima proyek dari setiap 1 satuan biaya yg dikeluarkan.

Kelebihan menggunakan Net B/C dalam menganalisa sebuah proyek adalah lebih mencerminkan berapa rasio keuntungan yang akan didapat karena manfaat yang didapat telah dikurangi dengan biaya. Selain itu, metode ini telah memperhitungkan aliran kas selama umur proyek investasi, sedangkan kekurangannya adalah proses penghitungan akan lebih lama karena setelah mengidentifikasi semua biaya, kita akan mengurangkannya dengan manfaat untuk setiap tahun selama umur proyek.

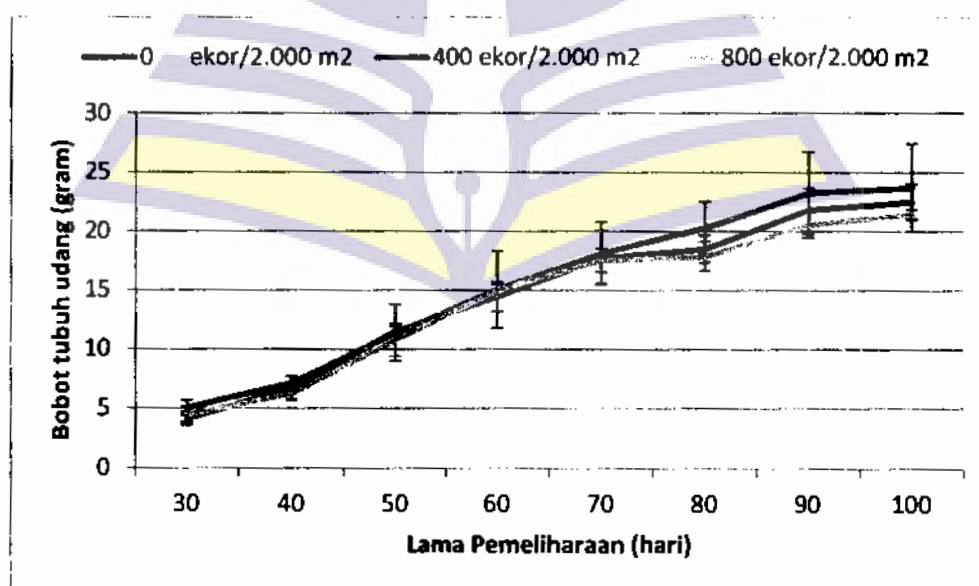
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Performa Produksi Sistem Polikultur Udang Vaname – Ikan Nila

1. Performa Produksi Udang Vaname

Pertumbuhan udang vaname selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.1. Secara umum, pertumbuhan mutlak udang vaname tertinggi terdapat pada perlakuan A (pemberian ikan nila sebanyak 400 ekor/2.000 m²). Hal ini mulai terlihat dari masa pemeliharaan 70 hari hingga panen. Begitu juga dengan rata-rata pertumbuhan harian, perlakuan A mempunyai rata-rata pertumbuhan harian yang paling tinggi yaitu 0,27 gram/hari diikuti kontrol (C) 0,26 gram/hari dan 0,24 gram/hari pada perlakuan B (pemberian ikan nila sebanyak 800 ekor/2.000 m²) (Grafik 4.1). Akan tetapi, hasil analisis statistik dengan menggunakan analisis ragam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan ($p > 5\%$).

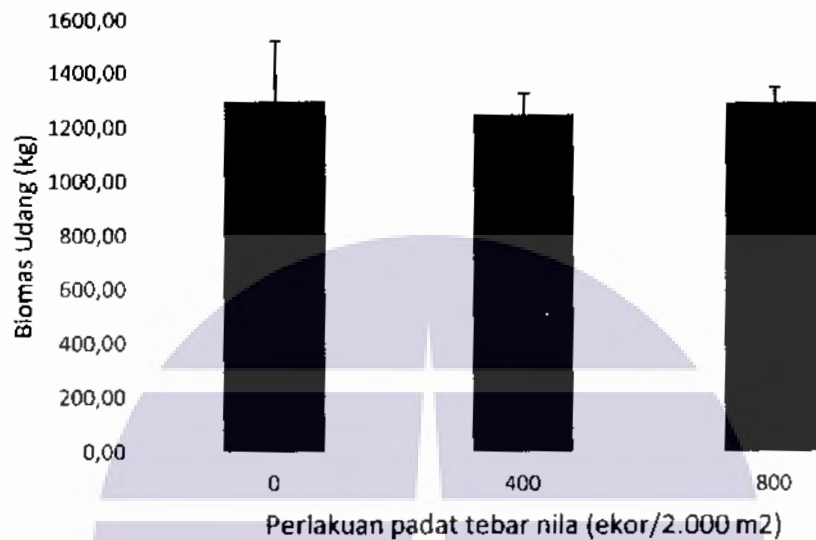


Grafik 4.1.
Pertumbuhan Udang Vaname

Performa pertumbuhan yang lebih tinggi pada perlakuan A (nila 400 ekor/2.000 m²) dibandingkan pada perlakuan B (nila 800 ekor/2.000 m²) dan perlakuan C (kontrol) meski secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil ini membuktikan bahwa dengan menerapkan sistem polikultur tidak mempengaruhi performa pertumbuhan udang vaname. Fakta justru membuktikan bahwa dengan perlakuan A pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (C). Kekhawatiran akan terjadinya kompetisi pakan yang berimbas pada terhambatnya pertumbuhan pada sistem polikultur tidak terbukti secara nyata berdasarkan hasil penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan hal yang sama dengan laporan yang Muangkeow *et al.* (2011) menyatakan tidak ada interaksi yang signifikan terhadap pertumbuhan udang dengan adanya ikan nila. Pertumbuhan udang cenderung dipengaruhi oleh padat tebar udang daripada adanya ikan nila. Namun demikian pertumbuhan udang dilaporkan menurun pada budidaya polikultur dengan perbandingan nila dan udang lebih dari 0,05. Selanjutnya juga dikatakan, sistem terintegrasi dengan rasio nila-udang yang rendah (rasio 0,01 dan 0,025) efektif untuk meningkatkan tingkat konversi nutrisi menjadi hewan budidaya tanpa menurunkan pertumbuhan udang.

Hasil produksi biomassa udang selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.2.

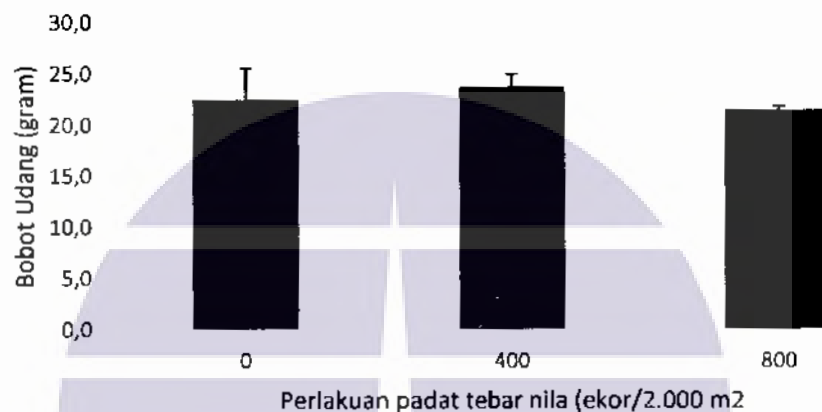
berikut ini.



Grafik 4.2.
Biomassa Udang Vaname pada saat Panen

Dari ketiga perlakuan tersebut, biomassa udang saat panen secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 0,5$). Rata-rata biomassa yang diperoleh selama 100 hari pemeliharaan untuk perlakuan adalah 1.298,28 kg, 1.248,59 kg dan 1.289,54 kg. Biomassa dipengaruhi oleh populasi udang pada tambak sudah berkurang akibat dari kematian di fase awal. Hal ini menyebabkan kepadatannya berkurang dan menjadi kompetisi perebutan pakannya rendah, ruang gerak udang lebih luas, serta kondisi lingkungan menjadi lebih baik karena sedikitnya sisa hasil metabolisme udang yang terkumpul di dasar tambak. Kondisi ini memungkinkan udang yang ada di perlakuan polikultur padat tebar ikan nila 800 ekor/2.000 m² untuk tumbuh dan berkembang lebih baik dibandingkan tambak monokultur dan polikultur padat tebar ikan nila 400 ekor/2.000 m². Supito *et al.* (2005), berpendapat

padat penebaran akan mempengaruhi kompetisi ruang gerak, kebutuhan makanan, dan kondisi lingkungan. Hasil akhir untuk berat rerata udang saat panen dapat dilihat pada Garfik 4.3.

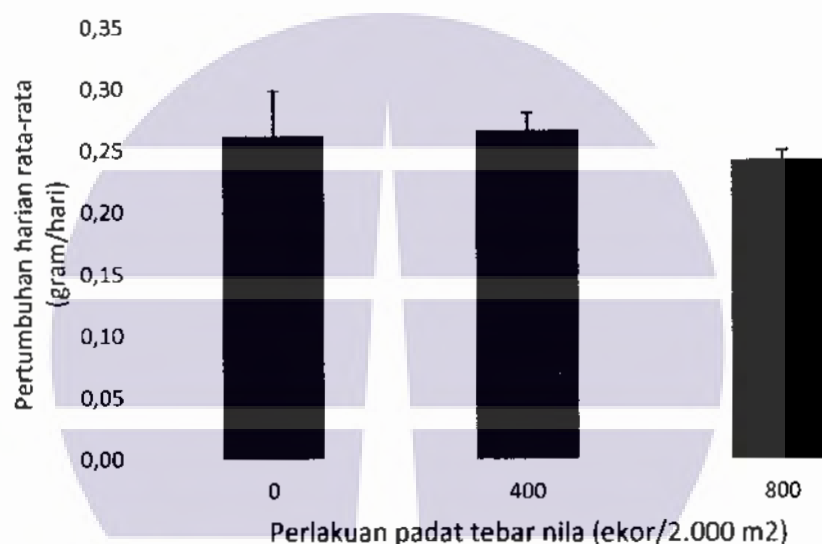


Grafik 4.3.
Bobot Rata-Rata Udang pada saat Panen

Berdasarkan Grafik 4.3. terlihat tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok untuk nilai berat rata-rata udang saat panen. Hal ini diperkuat dari hasil analisis ragam (ANOVA) dimana berat rata-rata udang pada akhir pemeliharaan tidak mempunyai perbedaan yang nyata ($p > 0,5$). Adapun bobot rata-rata udang untuk tambak tanpa pemberian nila (perlakuan C) sebesar 22,49 gram/ekor, perlakuan A (400 ekor/2.000 m²) sebesar 23,70 gram/ekor dan B (800 ekor/2.000 m²) sebesar 21,44 gram/ekor.

Hernández-Barraza *et al.* (2013) melaporkan berat rata-rata akhir udang dalam polikultur lebih tinggi dibandingkan berat rata-rata akhir udang dalam sistem monokultur sementara pertumbuhan nila tidak berbeda secara signifikan antara perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa menambahkan ikan nila ke petak budidaya

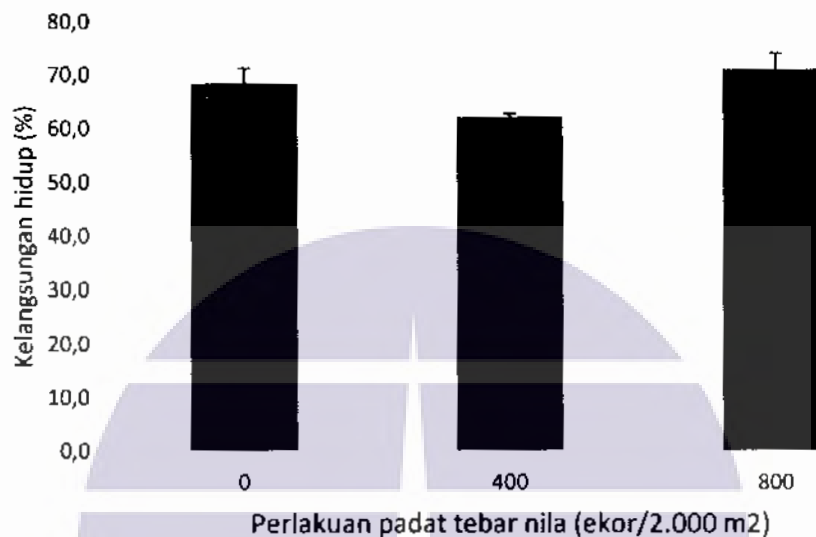
udang pada kepadatan tebar yang sesuai dan tingkat pemberian pakan yang tepat menghasilkan interaksi positif. Hasil penelitian tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik untuk berat rata-rata udang pada padat tebar ikan nila yang berbeda, namun berdasarkan data pada perlakuan B (penambahan nila 400 ekor/2.000 m²) menunjukkan berat rata-rata udang yang lebih tinggi.



Grafik 4.4.
Pertumbuhan Harian Rata-Rata (ADG) Udang Vaname

Yuan *et al.* (2010) melaporkan bahwa peningkatan padat tebar ikan nila dari 0,4 ekor/m² menjadi 1,2 ekor/m², secara negatif mempengaruhi performa produksi udang namun secara jelas mampu meningkatkan kombinasi produksi udang dan ikan. Selama penelitian padat tebar ikan nila paling tinggi adalah 800 ekor/2.000 m² (setara dengan 0,4 ekor/m²) sehingga tidak mempengaruhi performa produksi udang, sebagaimana hasil penelitian. Selanjutnya Yuan *et al.* (2010) juga merekomendasikan agar perlunya mencari padat tebar ikan nila yang tepat yang mampu meningkatkan produksi udang vaname.

Performa sintasan atau tingkat kelangsungan hidup udang selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.5.



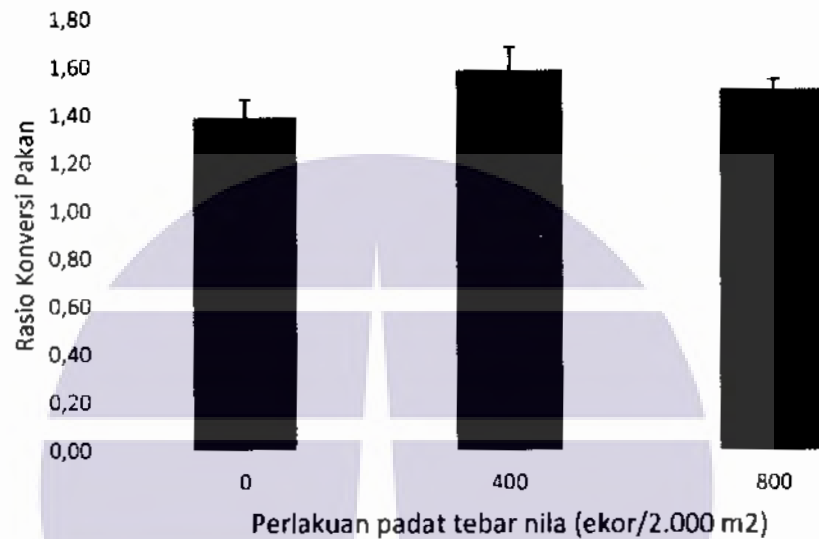
Grafik 4.5.
Tingkat Kelangsungan Hidup (SR) Udang Vaname

Nilai rata-rata sintasan udang vaname yang diperoleh selama penelitian adalah 68,33% untuk perlakuan kontrol, 61,95% untuk perlakuan A (400 ekor/2.000 m²) dan 70,76% untuk perlakuan polikultur dengan padat tebar nila 800 ekor/2.000 m². Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 5\%$) untuk nilai sintasan udang vaname pada perlakuan polikultur udang-nila dengan padat tebar ikan 400 ekor/2.000 m² dengan perlakuan polikultur dengan padat tebar ikan 800 ekor/2.000 m². Namun demikian tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) antara perlakuan polikultur dengan kontrol.

Sebagian besar hasil studi mengindikasikan bahwa sistem polikultur udang-nila mampu meningkatkan nilai sintasan udang (Fitzsimmons dan Shahkar, 2017). Pernyataan ini terbukti dengan lebih tingginya sintasan udang pada perlakuan B

(800 ekor nila/2.000 m²) secara nyata dengan perlakuan A dan dengan perlakuan C meski belum menunjukkan perbedaan yang nyata ($p>5\%$).

Rasio konversi pakan dari hasil penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.6.



Grafik 4.6.
Performa Rasio Konversi Pakan (FCR)

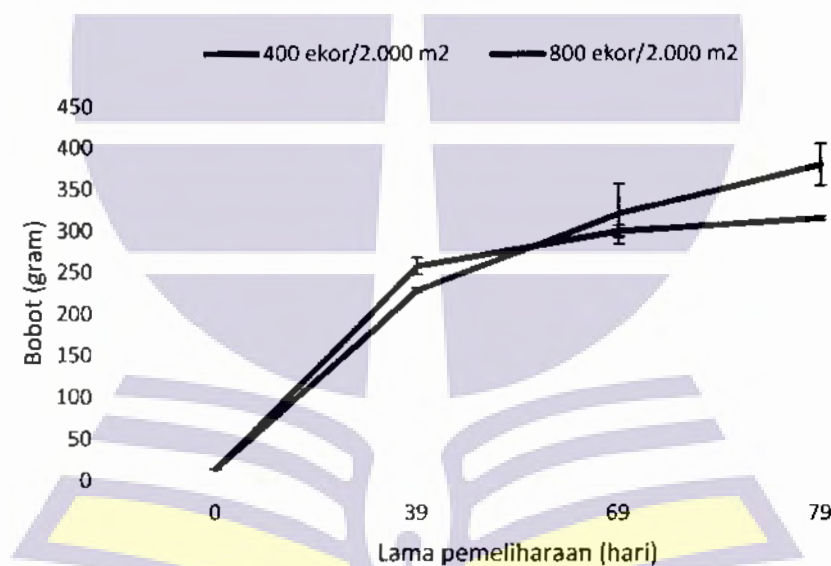
Feed Conversion Ratio (FCR) atau rasio konversi pakan menjadi daging pada pemeliharaan udang pada masing-masing perlakuan baik sistem polikultur udang-nila maupun sistem monokultur udang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p>5\%$). Adapun FCR untuk setiap perlakuan kontrol (monokultur), polikultur padat tebar nila 400 ekor/2.000 m² dan polikultur dengan padat tebar nila 800 ekor/2.000 m² secara berturut-turut adalah 1,39, 1,59 dan 1,51.

Simão *et al.* (2013) melaporkan bahwa penambahan ikan nila menghasilkan pertumbuhan udang yang lebih rendah dan nilai konversi pakan yang rendah (FCR tinggi). Yi *et al.* (2004) juga melaporkan dengan strategi pakan dengan *feeding rate* yang tetap dengan padat tebar ikan nila $< 0,5$ ekor/m² menghasilkan nilai nilai FCR

yang lebih baik dibandingkan dengan sistem monokultur ataupun polikultur dengan padat tebar nila yang lebih tinggi. Selama penelitian strategi pemberian pakan berdasarkan *feeding rate* yang tetap dengan didasarkan pada program pakan yang telah dibuat sebelumnya, oleh karena itu meskipun nilai FCR pada sistem polikultur sedikit lebih tinggi namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) dibandingkan dengan sistem monokultur.

2. Performa Produksi Ikan Nila

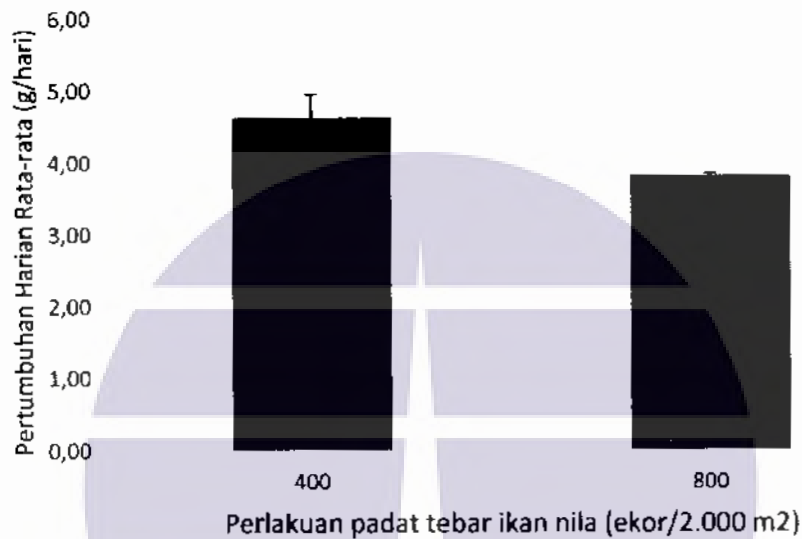
Performa pertumbuhan ikan nila yang dipelihara secara polikultur dengan udang vaname dapat dilihat pada Grafik 4.7.



Grafik 4.7.
Performa Pertumbuhan Ikan Nila Selama Penelitian

Berdasarkan grafik pada Grafik 4.7, dapat dilihat bahwa ikan nila dengan padat tebar 400 ekor/2.000 m² memiliki performa pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan pada ikan nila dengan padat tebar 800 ekor/2.000 m² terutama pada

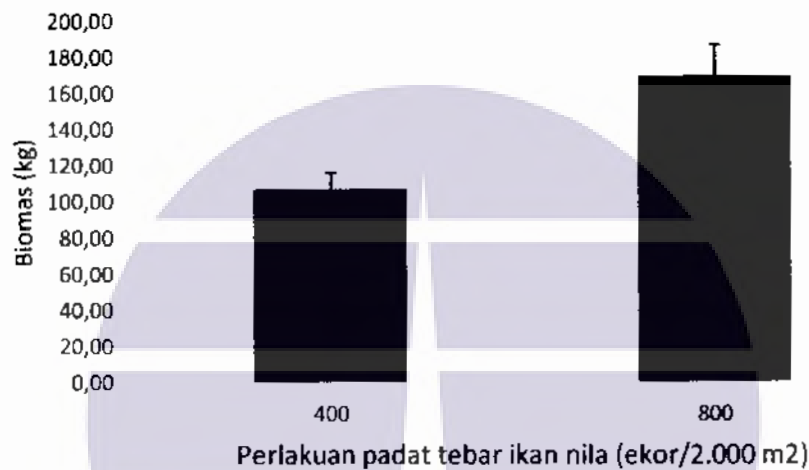
umur pemeliharaan menjelang 70 hari. Performa pertumbuhan rerata harian (ADG) ikan nila dapat dilihat pada Grafik 4.8.



Grafik4.8.
Rata-rata Pertumbuhan Harian Ikan Nila Selama Penelitian

Berdasarkan grafik pada Grafik 4.8, terlihat bahwa pada padat tebar ikan nila 400 ekor/2.000 m² menunjukkan performa ADG yang lebih tinggi dibandingkan dengan performa ADG ikan nila pada padat tebar 800 ekor/2.000 m². Hasil analisis statistik menggunakan uji t-student juga menunjukkan performa ADG ikan nila yang lebih baik ($p < 5\%$) untuk perlakuan padat tebar 400 ekor/2.000 m² dibandingkan perlakuan padat tebar 800 ekor/2.000 m². Kompetisi spasial dan pakan yang lebih besar pada perlakuan B kemungkinan menjadi penyebab lebih rendahnya performa pertumbuhan ikan nila pada perlakuan B dibandingkan dengan perlakuan A.

Performa produksi biomassa ikan nila saat panen dapat dilihat pada Grafik 4.9 berikut ini.

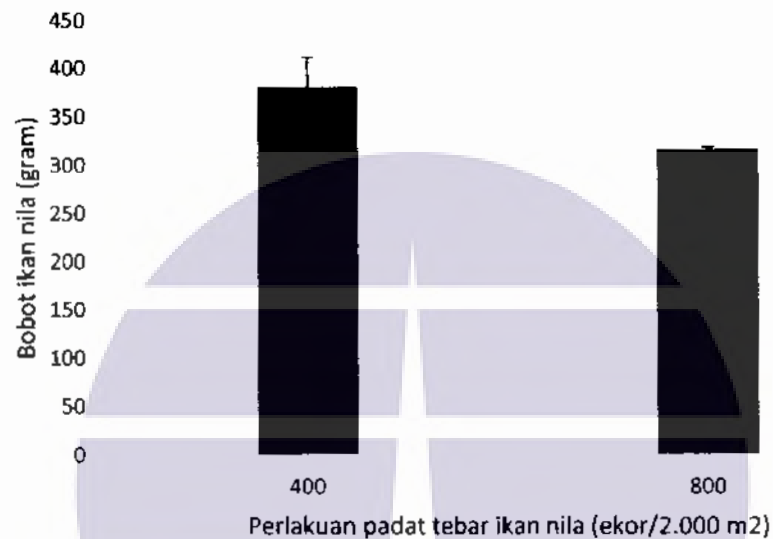


Grafik 4.9.
Biomassa Ikan Nila Pada Akhir Pemeliharaan

Ikan nila yang dihasilkan pada perlakuan pemberian ikan nila sebanyak 800 ekor/2.000 m² sebanyak 169,50 kg lebih besar dari perlakuan pemberian ikan nila sebanyak 400 ekor/2.000 m² pada tambak udang yaitu 107,00 kg. Hasil analisis statistik juga menunjukkan produksi biomassa ikan nila dengan kepadatan 800 ekor/2.000 m² lebih banyak ($p < 0,5$) dibandingkan ikan nila dengan kepadatan 400 ekor/2.000 m².

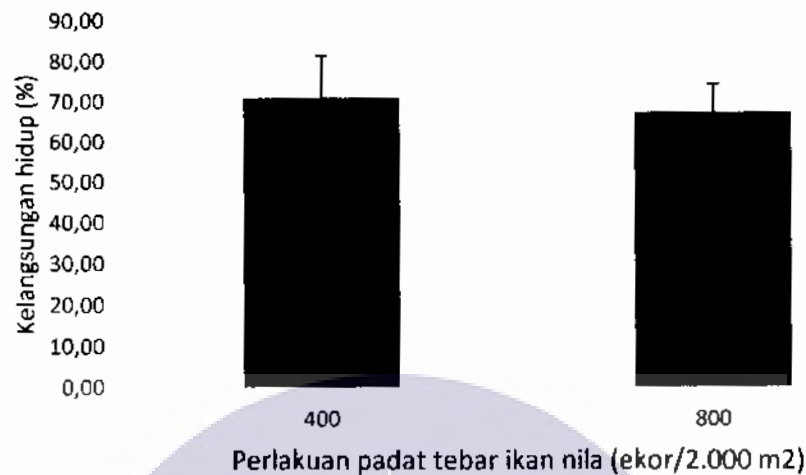
MBW (*Mean Body Weight*) atau bobot rata-rata nila pada akhir pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.10. Pada perlakuan penambahan ikan nila sebanyak 400 ekor/2.000 m² sebesar 380,46 gram lebih besar dibandingkan dengan pada perlakuan pemberian ikan nila sebanyak 800 ekor/2.000 m² sebesar 315,50 gram.

Secara statistik bobot rata-rata ikan nila antara perlakuan padat tebar 400 ekor/2.000 m² dan 800 ekor/2.000 m² menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).



Grafik 4.10.
Bobot Rata-Rata Ikan Nila Saat Panen

Performa sintasan ikan nila dari hasil penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.11. Sebagaimana dapat dilihat pada gambar grafik, terlihat sintasan ikan nila dengan padat tebar 400 ekor/2.000 m² lebih tinggi dibandingkan dengan sintasan ikan nila pada perlakuan ikan nila 800 ekor/2.000 m². Namun demikian secara statistik uji t-student tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$).



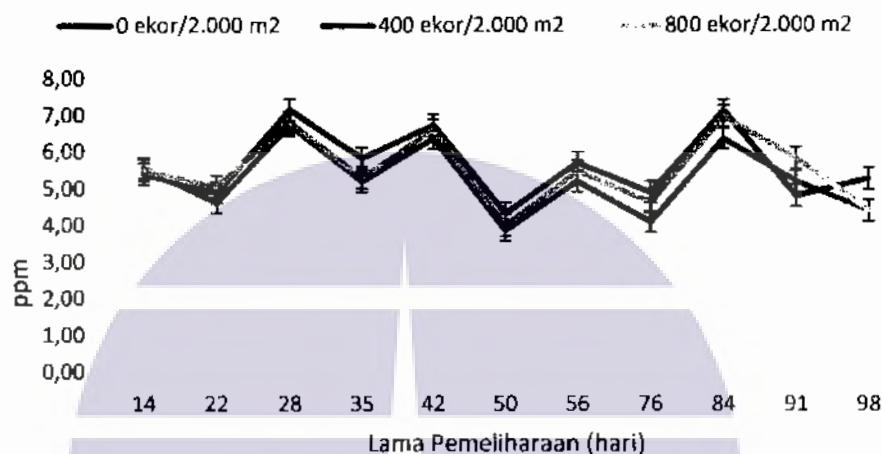
Grafik 4.11.
Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila

Ada perbedaan yang signifikan secara statistik dalam pertumbuhan nila ($P < 0,05$) tetapi tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pertumbuhan udang pada kepadatan ikan yang berbeda (Barraza dan Arturo, 2010). Yi *et al.* (2004) juga melaporkan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan baik dari aspek pertumbuhan maupun sintasan ikan nila dengan sistem polikultur pada padat tebar yang berbeda. Akan tetapi hasil panen menunjukkan perbedaan yang nyata dimana pada padat tebar ikan nila yang lebih tinggi menghasilkan produksi yang lebih baik.

Sebagaimana dengan hasil penelitian yang diperoleh, dimana pada padat tebar ikan nila yang lebih tinggi menghasilkan produktifitas ikan nila yang lebih tinggi pula. Pertumbuhan ikan nila dan sintasan ikan nila pada perlakuan A juga menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan B meskipun belum atau tidak menunjukkan perbedaan yang secara nyata.

B. Performa Kualitas Lingkungan dan Kesehatan Udang Sistem Polikultur

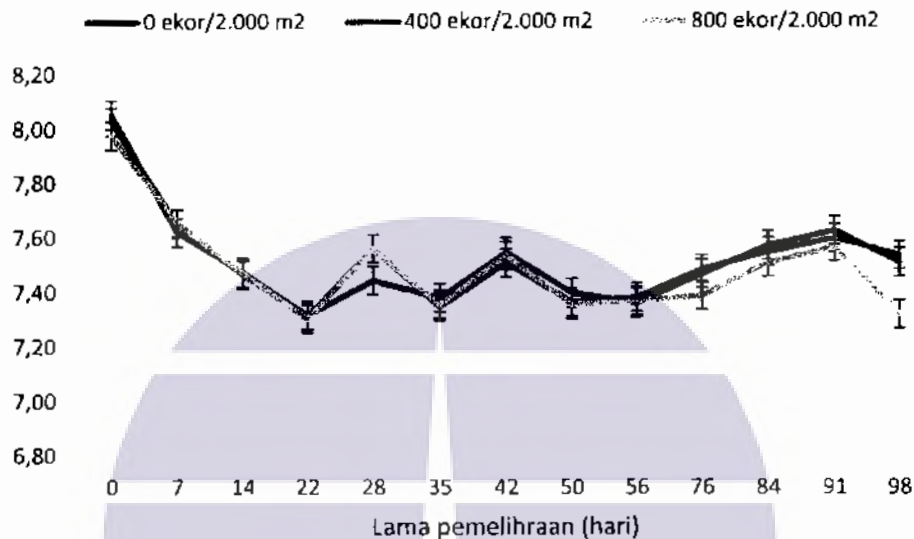
Trend konsentrasi oksigen terlarut selama kegiatan penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.12.



Grafik 4.12.
Dinamika Parameter Oksigen Terlarut Selama Penelitian

Hasil penelitian diperoleh untuk perlakuan C (monokultur) rerata konsentrasi oksigen adalah 5,763 ppm, perlakuan A (polikultur nila 400 ekor/2.000 m²) diperoleh rerata konsentrasi oksigen 5,270 ppm dan untuk perlakuan B (polikultur nila 800 ekor/2.000 m²) diperoleh rerata konsentrasi oksigen 5,559 ppm. Secara statistik rerata konsentrasi oksigen terlarut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p > 5\%$). McGraw *et al.*, (2001) melaporkan jumlah oksigen terlarut akan berpengaruh pada kondisi ikan. Tinggi rendahnya oksigen dipengaruhi oleh fotosintesis fitoplankton. Oksigen pada saat penelitian diatas 4 ppm hal ini dipengaruhi oleh adanya putaran kincir sejumlah 4 unit.

Performa parameter pH selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.13. berikut ini.



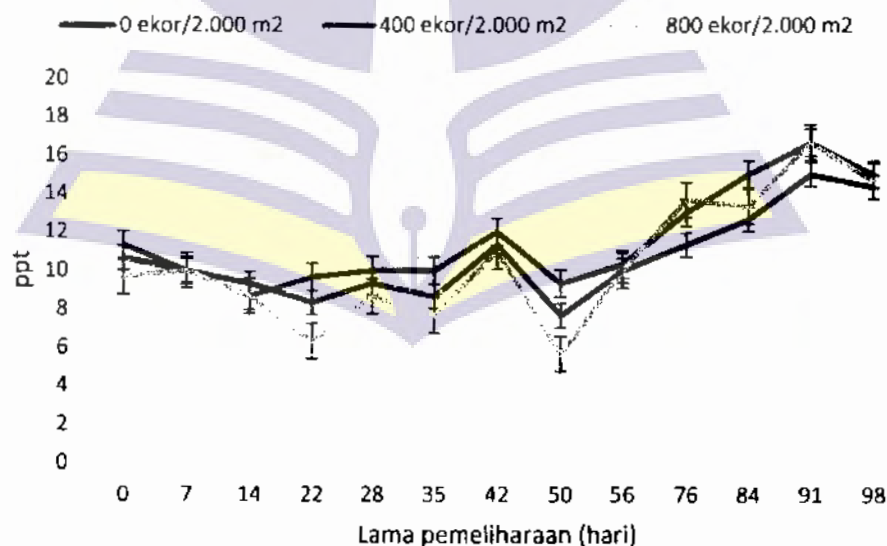
Grafik 4.13.
Dinamika pH Selama Penelitian

Berdasarkan grafik terlihat tidak menunjukkan trend pH yang yang relatif berbeda selama kegiatan. Namun dapat dilihat bahwa pada umur pemeliharaan 70 hari pH pada perlakuan B cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Rerata nilai pH selama penelitian adalah 7,5; 7,5; dan 7,4 berturut-turut untuk perlakuan C, A dan B. Berdasarkan hasil analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara masing-masing perlakuan ($p > 5\%$). Boyd *et al.*, (2011) berpendapat kisaran pH optimal 7 - 8 berperan dalam aktifitas enzim ATP-ase pada juvenil *Litopenaeus vannamei*. Pada awal pemeliharaan nilai pH masih 8 untuk seluruh petak pemeliharaan. Hal ini dikarenakan kualitas air belum stabil dan masih mengalami perubahan. Pembentukan air dipengaruhi dengan aplikasi probiotik

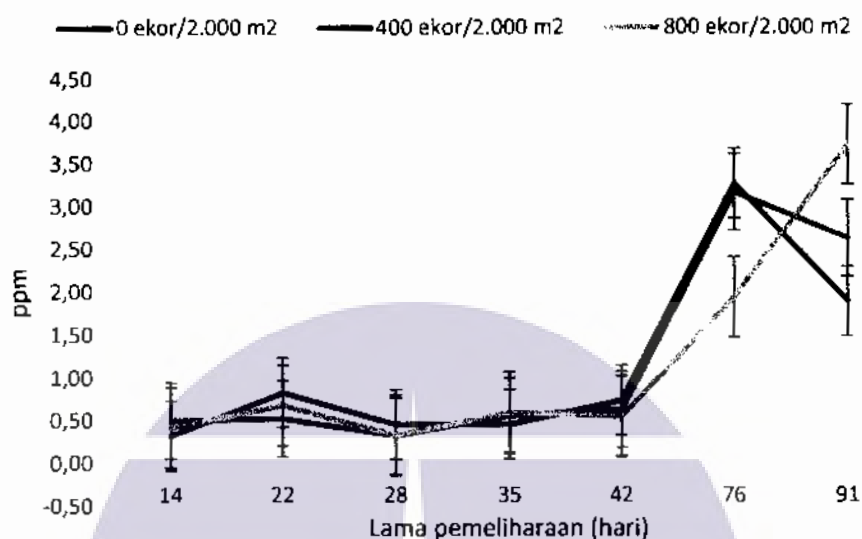
secara rutin serta dominasi fitoplakton. Nilai pH sesuai dengan yang diharapkan berkisar 7-8 samapai akhir pemeliharaan.

Salinitas media selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.14. Berdasarkan grafik terlihat bahwa salinitas media selama pemeliharaan maksimal adalah 17 ppt. Rerata salinitas pada perlakuan C adalah 11,148 ppt; A adalah 12,370 ppt dan perlakuan A adalah 11,259 ppt. Secara statistik nilai salinitas tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) selama penelitian. Utami *et al.*, (2016) berpendapat udang vaname bersifat *eurihaline* yaitu dapat hidup pada kisaran salinitas 0-35. Pada awal pemeliharaan salinitas rendah dalam kondisi musim penghujan dan penambahan dari air sungai Ciwadas. Musim penghujan sampai akhir pemeliharaan semakin berkurang dan penambahan air dari sungai Ciwadas dengan jumlah lebih sedikit. Penambahan air asin hanya menggunakan sumber sumur bor. Hal ini yang berpengaruh terhadap kenaikan nilai pH.



Grafik 4.14.
Salinitas media Selama Penelitian

Konsentrasi fosfat selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.15.

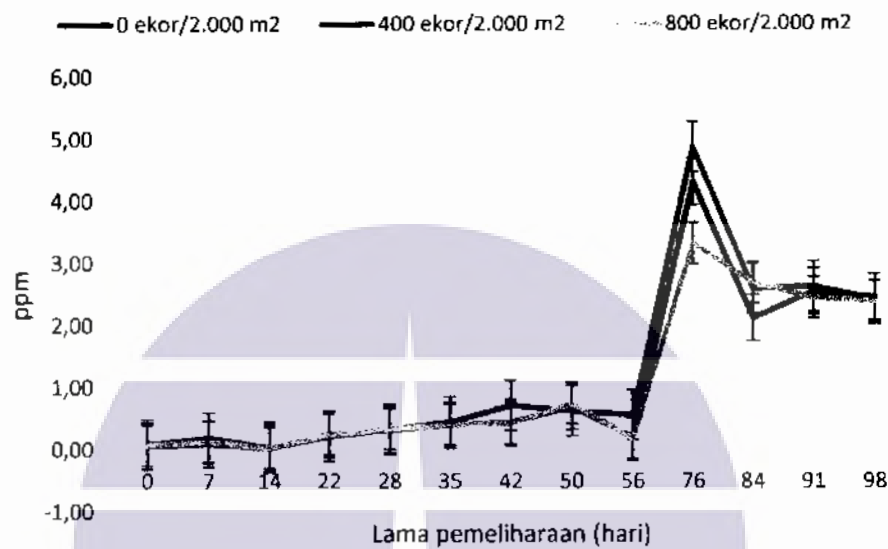


Grafik 4.15.
Dinamika Konsentrasi fosfat Selama Penelitian

Berdasarkan grafik terlihat hingga usia pemeliharaan 42 hari kecenderungan konsentrasi fosfat relatif sama, namun setelah umur pemeliharaan 42 kecenderungan konsentrasi phopat pada perlakuan B cenderung terus naik hingga akhir pemeliharaan. Pada perlakuan A dan C setelah umur 76 hari kecenderungan konsentrasi fosfat kembali turun. Perubahan konsentrasi kandungan fosfat di tambak dipengaruhi dekomposisi sedimen maupun senyawa-senyawa organik. Fosfat pada awal masa budidaya udang vaname di tambak cenderung lebih rendah dibandingkan pada akhir masa budidaya (Fahrur *et al.*, 2014).

Rerata konsentrasi fosfat selama pemeliharaan berturut-turut untuk perlakuan C adalah 1,365 ppm; perlakuan A 1,464 ppm dan perlakuan B adalah 1,431 ppm. Secara statistik konsentrasi fosfat selama pemeliharaan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$).

Kecenderungan atau *trend* konsentrasi nitrit (NO_2) selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.16.



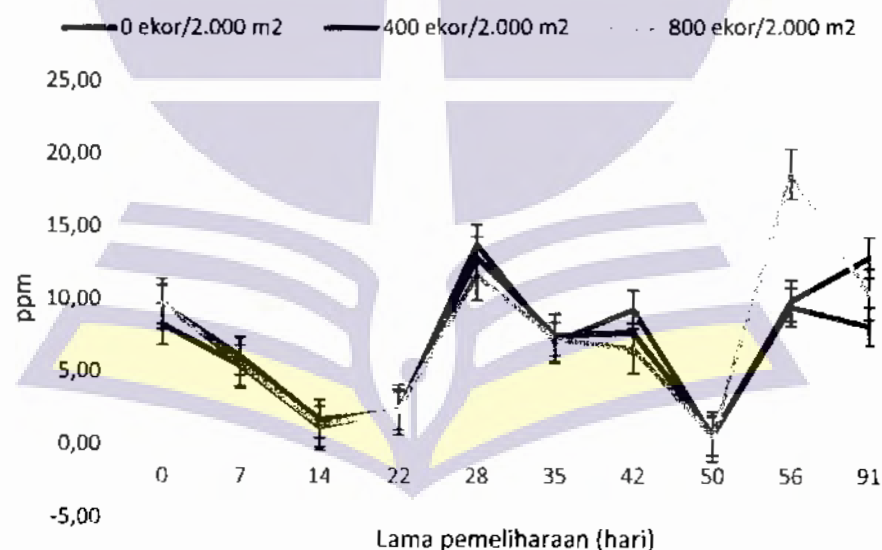
Grafik 4.16.
Trend Konsentrasi Nitrit (NO_2) Selama Penelitian

Berdasarkan pada Grafik 4.16 dapat dilihat konsentrasi nitrit terus naik seiring dengan umur pemeliharaan dan mulai naik secara signifikan pada umur pemeliharaan 56-70 hari. Hal ini dipengaruhi oleh penurunan kandungan bakteri yang terjadi pada hari ke 56, sehingga menyebabkan kenaikan kandungan nitrit, nitrat dan TAN. Kenaikan nitrit, nitrat dan TAN diduga karena proses nitrifikasi dan denitrifikasi tidak berjalan dengan sempurna. Tinggi atau rendahnya nilai nitrit ini mungkin disebabkan teroksidasinya amoniak oleh mikroorganisme melalui proses nitrifikasi atau hasil reduksi senyawa nitrat melalui proses denitrifikasi. Proses kimia ini berlangsung karena terdapatnya amoniak dari sisa metabolisme biota pemeliharaan yang bereaksi dengan air sehingga akan menghasilkan amonium. Amonium bereaksi dengan oksigen menjadi nitrit melalui bakteri

Nitrosomonas. Selanjutnya nitrit dalam air bereaksi dengan oksigen menjadi nitrat melalui bakteri *Nitrosobacter*. Pada keadaan tidak ada oksigen maka nitrat akan berubah menjadi nitrit dan nitrogen bebas (Boyd dan Tucker, 1998c)

Rerata konsentrasi nitrit selama penelitian berturut-turut untuk perlakuan C adalah 1,499 ppm; perlakuan A adalah 1,689 ppm dan perlakuan B adalah 1,439 ppm. Berdasarkan nilai rerata tersebut terlihat pada sistem polikultur udang-nila dengan padat tebar 800 ekor/2.000 m² (perlakuan B) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Akan tetapi secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p>5\%$).

Konsentrasi nitrat (NO₃) selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.17. berikut ini.



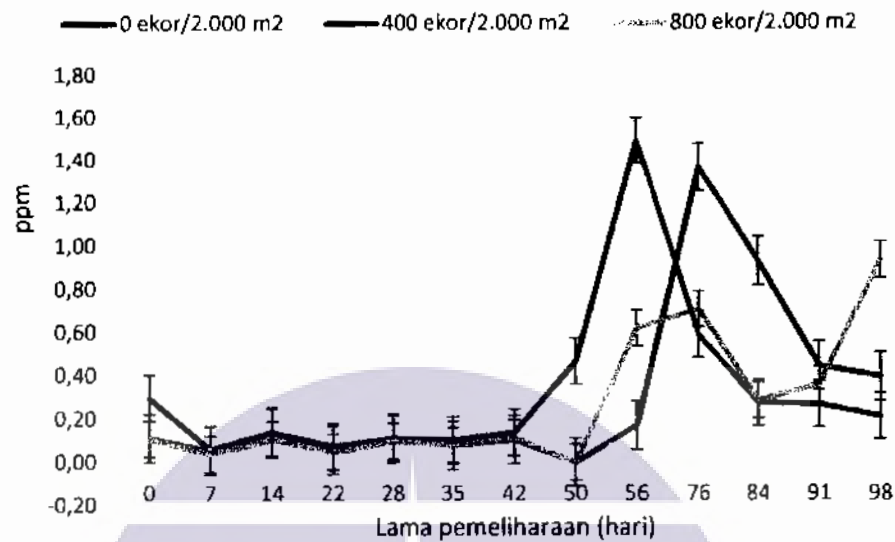
Grafik 4.17.
Konsentrasi Nitrat Selama Penelitian

Berdasarkan Grafik 4.17, terlihat sejak awal pemeliharaan konsentrasi nitrat pada semua perlakuan terlihat menunjukkan kecenderungan atau *trend* yang sama.

Namun hingga umur pemeliharaan 56 hari konsentrasi nitrat pada semua perlakuan naik secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dipengaruhi kandungan nitrit yang mengalami kenaikan selama proses budidaya, sejalan dengan kondisi perairan dengan air media budidaya selama pemeliharaan. Kandungan nitrat dalam budidaya yang optimal 0,25-1,0 ppm (Boyd dan Tucker, 1998c). Kelebihan nitrat dapat berpengaruh bagi pertumbuhan fitoplankton menjadi tidak stabil dan didominasi oleh makro alga (ganggang dan lumut).

Rerata nilai konsentrasi nitrat selama penelitian untuk perlakuan C adalah 8,569 ppm; perlakuan A adalah 8,037 ppm; dan perlakuan B adalah sebesar 9,158 ppm. Berdasarkan hasil terlihat bahwa rerata konsentrasi nitrat pada perlakuan B, yaitu polikultur nila 800 ekor/2.000 m² lebih tinggi dibandingkan pada konsentrasi nitrat pada perlakuan lainnya. Namun demikian berdasarkan hasil analisis statistik belum menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$).

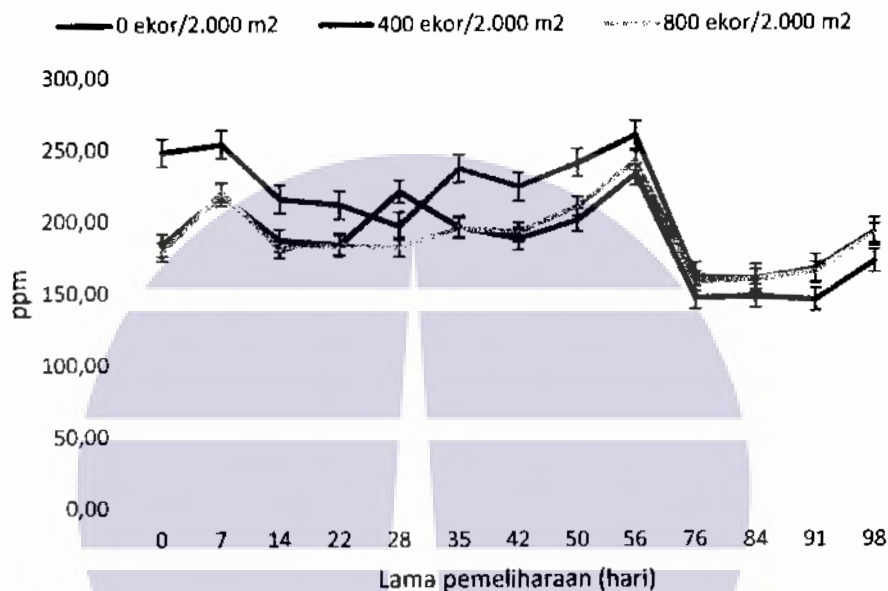
Konsentrasi total ammonia (TAN) selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.18. Berdasarkan Grafik 4.18 tersebut, terlihat bahwa *trend* konsentrasi TAN pada perlakuan B selalu lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya terutama pada umur pemeliharaan 50 hari hingga panen.



Grafik 4.18.
Konsentrasi Total Ammonia Selama Penelitian

Rerata konsentrasi total ammonia selama penelitian pada perlakuan kontrol (C) adalah 0,400 ppm; perlakuan A adalah 0,406 ppm dan perlakuan B adalah 0,354 ppm. Berdasarkan hasil terlihat konsentrasi rerata total ammonia pada perlakuan B yaitu polikultur nila 800 ekor/2.000 m² lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Namun demikian berdasarkan hasil analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$). Fitzsimmons dan Shahkar (2017) juga melaporkan kecenderungan konsentrasi total ammonia atau TAN lebih tinggi pada sistem monokultur dibandingkan sistem polikultur. Hal yang sama juga diperoleh selama penelitian meskipun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini diduga karena proses nitrifikasi pada sistem polikultur lebih berjalan secara efektif dibandingkan pada sistem monokultur, sehingga nitrogen tidak terakumulasi dalam bentuk total ammonia namun pada senyawa turunannya terutama nitrat.

Dinamika total alkalinitas dapat dilihat pada Grafik 4.19. Berdasarkan grafik 4.19, terlihat total alkalinitas selama penelitian menunjukkan trend yang sama pada masing-masing perlakuan.

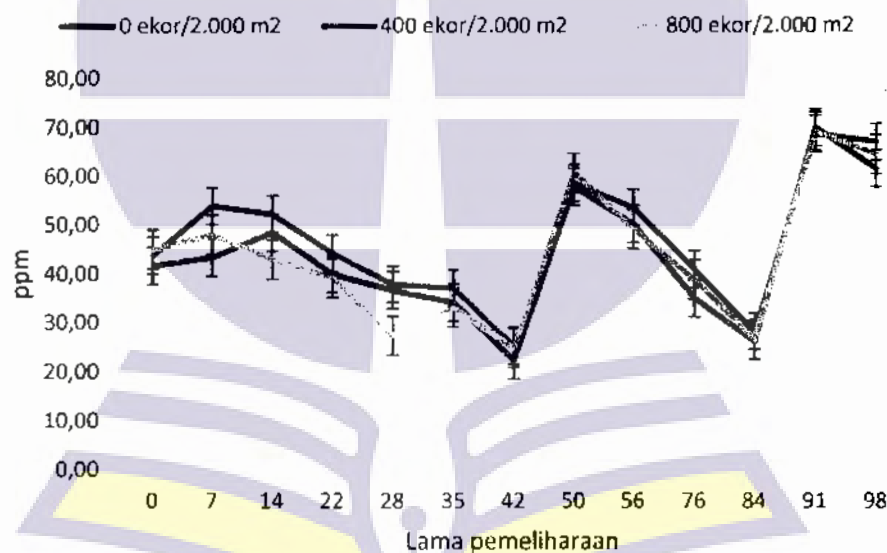


Grafik 4.19.
Dinamika Konsentrasi Alkalinitas Selama Penelitian

Secara rata-rata nilai total alkalinitas untuk masing-masing perlakuan adalah sebagai berikut 182,778 ppm untuk perlakuan C, 203,704 ppm untuk perlakuan A dan 187,815 ppm untuk perlakuan B. Secara statistik nilai total alkalinitas tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$). Nilai alkalinitas pada tambak tidak selalu dalam keadaan stabil. Salah satu contoh kasus yang terjadi di tambak yaitu terjadi turunnya nilai alkalinitas yang menyebabkan pH air media juga ikut turun. Selain menurunnya pH, dampak lain dari turunnya nilai alkalinitas juga mempengaruhi kesuburan media budidaya dan daya racun. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd dan Tucker (1998c), yang menyatakan bahwa alkalinitas berpengaruh terhadap kesuburan perairan dan daya racun.

Fitzsimmons dan Shahkar (2017) juga melaporkan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata keseluruhan dan konsentrasi alkalinitas total akhir antara perlakuan pada sistem polikultur. Namun, konsentrasi total alkalinitas cenderung lebih tinggi pada sistem monokultur udang dibandingkan dengan sistem polikultur sebagaimana hasil penelitian yang diperoleh. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lebih tingginya kebutuhan bikarbonat pada sistem polikultur oleh bakteri maupun plankton dalam proses biokimianya.

Dinamika total bahan organik selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.20. berikut ini.

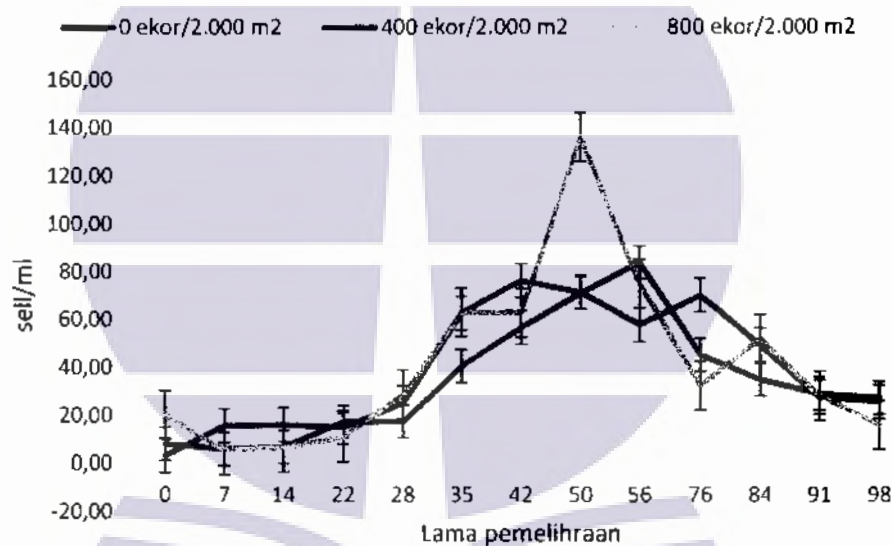


Grafik 4.20.
Dinamika Total Bahan Organik Selama Penelitian

Berdasarkan Grafik 4.20, terlihat konsentrasi total bahan organik pada semua perlakuan menunjukkan *trend* yang sama selama penelitian. Rerata konsentrasi total bahan organik pada tiap-tiap perlakuan adalah 43,724 ppm untuk perlakuan C; 46,351 ppm untuk perlakuan A; dan 43,786 ppm untuk perlakuan B. Berdasarkan

hasil terlihat konsentrasi rata-rata total bahan organik pada perlakuan A lebih tinggi secara nyata ($p < 5\%$) dibandingkan pada perlakuan lainnya. Hasil degradasi limbah organik juga dapat bersifat toksik terhadap udang pada level tertentu (Yuvanatemiya, 2007). Penanganan air limbah dengan sistem oksidasi sedimentasi tambak dapat mengurangi pergantian air (Hopkins *et al.*, 1995) misalnya dengan resirkulasi atau pengurangan input nitrogen dan fosfor dari pakan. Kandungan bahan organik yang baik bagi udang adalah 55-100 ppm (Adiwijaya, 2003). Apabila bahan organik tinggi maka dapat menjadi senyawa yang bersifat racun bagi udang. Hal ini dapat disebabkan karena adanya sisa pakan yang tidak dikonsumsi, feses udang, kematian plankton, tanaman air dan bahan organik yang masuk pada saat penambahan air. Kandungan bahan organik yg meningkat, maka perlu dilakukan penurunan yaitu dengan cara pergantian atau penambahan air dari petak tandon. Cara ini dapat dilakukan kalau petak tandon kandungan bahan organiknya lebih rendah. Cara lain adalah dengan penebaran probiotik jenis *Bacillus sp* dan *Rodobacter sp* secara rutin tiap 3 hari sekali dengan dosis 1 - 2 ppm untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Perlakuan lain untuk mencegah terjadinya proses tersebut dengan membuat kondisi aerob dengan mempertahankan oksigen terlarut tetap tinggi yaitu lebih dari 4 ppm. . Ketika salah satu strain *Bacillus spp* ditambahkan ke tambak dengan kepadatan tinggi dapat mendegradasi bahan organik lebih cepat dari pada situasi pada kondisi normal. *Bacillus* juga melakukan proses denitrifikasi dimana limbah organik dapat dipecahkan, hal ini sangat efektif khususnya pada situasi dasar tambak (Qin *et al.*, 2016)

Konsentrasi plankton selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.21. berikut ini. Berdasarkan Grafik 21. terlihat *trend* grafik kelimpahan plankton pada semua perlakuan menunjukkan *trend* kenaikan dan penurunan yang sama selama pemeliharaan. Fitoplankton hanya bisa hidup di tempat yang mempunyai sinar yang cukup, hal ini berkaitan dengan proses fotosintesa, sehingga fitoplankton lebih banyak dijumpai pada daerah permukaan perairan, atau daerah-daerah yang kaya akan nutrisi (Bhupender dan Kumar, 2015)

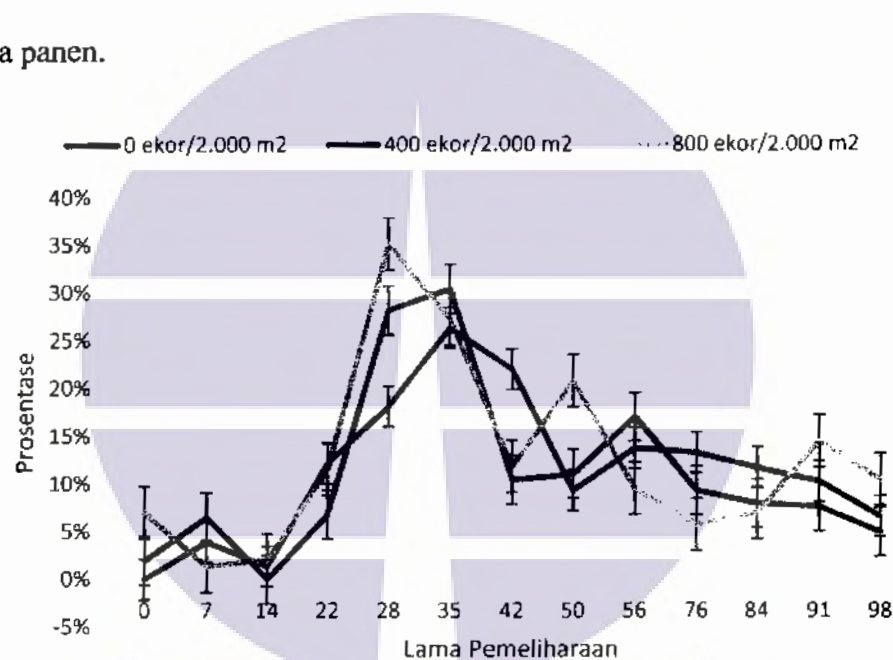


Grafik 4.21.
Kelimpahan Plankton Selama Penelitian

Rerata kelimpahan plankton pada masing-masing perlakuan adalah 1,654 sel/ml untuk perlakuan C; 1,690 sel/ml untuk perlakuan A dan 1,728 sel/ml untuk perlakuan B. Berdasarkan hasil, meskipun rerata kelimpahan plankton pada perlakuan B lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, akan tetapi secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$). Kelimpahan plankton pada hari ke 50-56 mengalami kenaikan. Hal ini diduga disebabkan kandungan

nitrat yang mengalami peningkatan. Nitrat merupakan sumber N yang digunakan untuk proses pertumbuhan fitoplankton.

Kelimpahan plankton dari jenis alga hijau biru atau *blue green alga* (BGA) dapat dilihat pada Grafik 4.22. Berdasarkan grafik terlihat bahwa prosentase BGA cenderung naik hingga umur pemeliharaan 28 hari, setelah itu cenderung turun hingga panen.

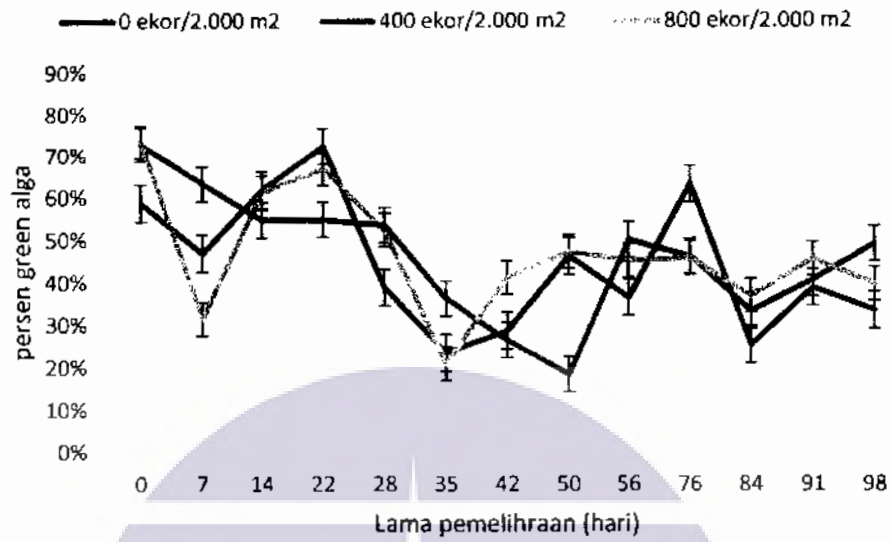


Grafik 4.22.
Kelimpahan *blue green alga* (BGA) Selama Penelitian

Rerata prosentase BGA dari hasil penelitian adalah 16% untuk perlakuan B; 15% untuk perlakuan A; 14% untuk perlakuan C. Secara statistik nilai rerata ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$). Plankton tersebut yaitu jenis *Oscillatoria* yang masuk golongan *Blue Green Algae*. Plankton jenis ini dapat menyebabkan racun pada media budidaya. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd dan Tucker (1998c), yang menyatakan bahwa racun dapat dihasilkan dari jenis Blue Green Algae (BGA). Tumbuhnya fitoplankton ini mungkin disebabkan karena BGA

mempunyai sifat daya apung. Daya apung ini sangat berhubungan dengan sifat fototropik dalam lingkungan eutropik pada suhu dan cahaya yang kuat. Pada keadaan intensitas sinar matahari (iradiasi) tinggi maka fotosintesis juga tinggi sehingga tekanan turgor sel naik yang menyebabkan vakuola gas dalam sel mengempis akibatnya daya apung menurun, tetapi sebaliknya ketika iradiasi rendah maka fotosintesis rendah sehingga tekanan turgor sel turun dan vakuola gas meningkat, akibatnya daya apung meningkat.

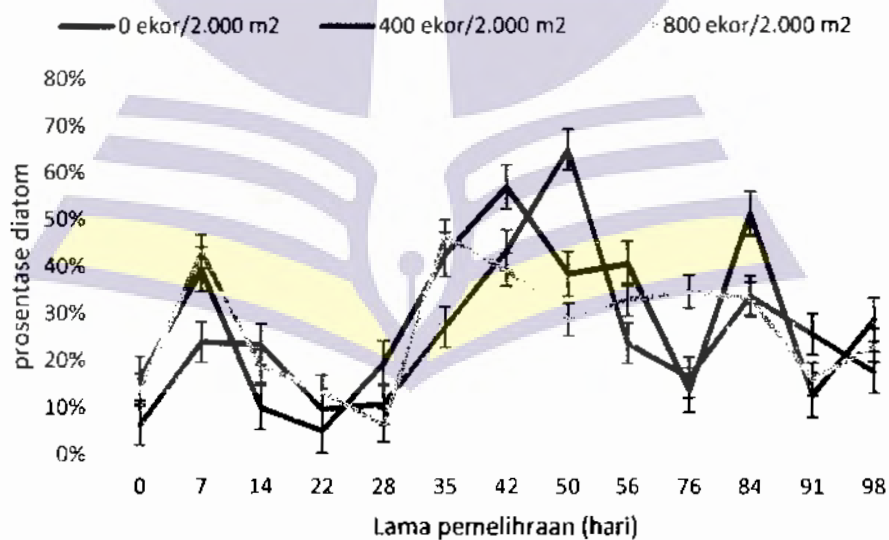
Prosentase alga hijau selama penelitian dapat dilihat pada Grafik 4.23. Berdasarkan Grafik 4.23 terlihat prosentase alga hijau tidak menunjukkan *trend* yang fluktuatif selama pemeliharaan. Rerata prosentase alga hijau selama penelitian untuk perlakuan C adalah 44%; 46% untuk perlakuan A dan 47% untuk perlakuan B. Hasil analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) untuk masing-masing perlakuan. Alga hijau merupakan produsen primer yang mampu menyerap nutrisi hasil degradasi bahan organik oleh mikroba serta dapat menghasilkan oksigen. Alga hijau berfungsi sebagai penyeimbang kualitas air (*water stability*). Keberadaan alga hijau yang stabil dalam air akan berpengaruh positif terhadap kualitas media pemeliharaan.



Grafik 4.23.
Prosentase Alga Hijau Selama Penelitian

Prosentase plankton dari jenis diatom selama penelitian dapat dilihat pada

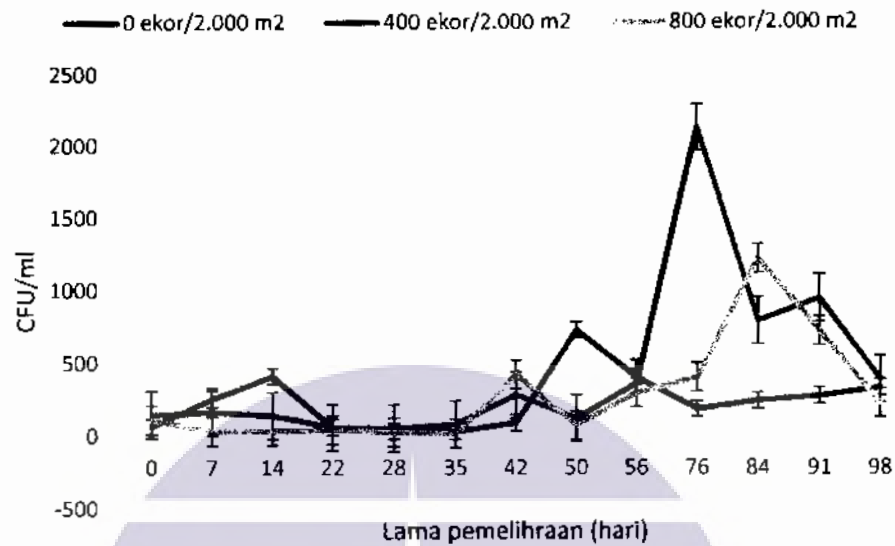
Gambar 4.24.



Grafik 4.24.
Dinamika Prosentase Diatom Selama Penelitian

Prosentase diatom selama pemeliharaan menunjukkan trend yang fluktuatif. Rerata prosentase diatom adalah 26% untuk perlakuan B; 23% untuk perlakuan A dan 26% untuk perlakuan C. Hasil analisis statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) untuk masing-masing perlakuan. Fitoplankton sebagai pakan alami mempunyai peran ganda yaitu berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan dasar dalam mata rantai makanan di perairan atau yang disebut sebagai produsen primer. Indeks Keanekaragaman (*Diversitas*) fitoplankton yang kurang dari 1 menunjukkan perairan tersebut berada dalam kondisi komunitas fitoplankton yang tidak stabil akibat ketidakstabilan kondisi lingkungan perairan, bisa juga kondisi lingkungan perairan kurang subur (Setijaningsih, 2011).

Kelimpahan total vibrio selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.25. Berdasarkan Grafik 4.25 dapat dilihat bahwa *trend* kelimpahan vibrio mulai naik pada umur pemeliharaan 40 hari. *Trend* total vibrio pada perlakuan polikultur terlihat memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol sejak pada umur pemeliharaan 70 hari.

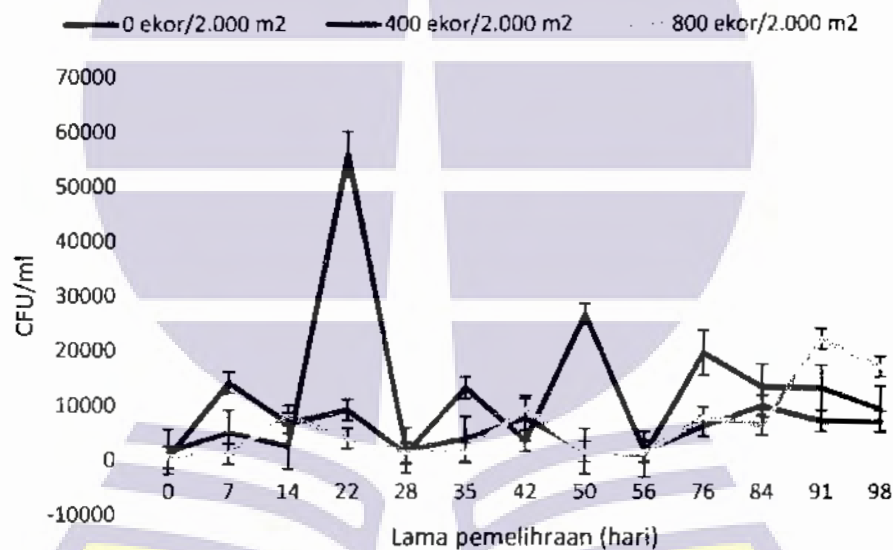


Grafik 4.25.
Kelimpahan Total Vibrio Selama Penelitian

Rerata kelimpahan total bakteri vibrio untuk masing-masing perlakuan adalah 612 CFU/ml pada perlakuan B; 574 CFU/ml pada perlakuan A dan 259 CFU/ml untuk perlakuan C. Secara statistik kelimpahan total vibrio tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) antara perlakuan. Perbedaan kepadatan ini mungkin disebabkan karena pada petak pemeliharaan tidak menggunakan air secara langsung dari saluran umum. Kepadatan bakteri yang ada tidak begitu membahayakan karena tidak melebihi 10^4 cfu/ml yang ditandai dengan kesehatan udang yang masih bagus hingga umur 100 hari. Hal ini sesuai dengan pendapat Taslian *et al.*, (2004), bakteri penyebab penyakit pada budidaya udang ditambak sebagian besar didominasi oleh genus *Vibrio* sp. dengan kepadatan total sekitar 10^4 cfu/ml. Selain kepadatan bakteri yang masih rendah, kesehatan udang mungkin ditunjang oleh penggunaan probiotik oleh petambak, meskipun tidak berdampak secara langsung. Probiotik yang digunakan dalam memperbaiki kualitas air dan tanah dasar salah satunya

mengandung bakteri jenis *Rhodobacter* sp. Bakteri jenis ini dapat melakukan fotosintesis pada keadaan anaerob yang masih terdapat cahaya matahari.

Kelimpahan total bakteri selama pemeliharaan dapat dilihat pada Grafik 4.26. berikut ini. Berdasarkan grafik 4.26. kelimpahan total bakteri selama penelitian dari masing-masing perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang jelas. Nilai rerata kelimpahan total bakteri adalah 8.539 CFU/ml untuk perlakuan C, 7.980 CFU/ml untuk perlakuan A dan 7.656 CFU/ml pada perlakuan B. Secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) antara perlakuan.



Grafik 4.26.
Kelimpahan Total Bakteri Selama Penelitian

Dari semua parameter kualitas air yang diperoleh selama penelitian tidak berbedanya nyata dengan perlakuan. Kondisi kualitas air dalam ambang batas normal. Namun dari data penilaian kualitas air terdapat parameter kimia berupa nitrit dan nitrat yang jauh diatas ambang batas baik menurut Kepmen LH Nomer 51 TH 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota maupun SNI 01-7246-2006

tentang budidaya semi intensif pada pembesaran udang vaname. Dengan adanya parameter nitrit dan nitrat yang mengalami kenaikan maka proses nitrifikasi dapat berjalan dengan sempurna pada budidaya polikultur. Dalam proses budidaya pergantian air dilakukan sedikit demi sedikit. Kualitas air mengalami perubahan pada lama pemeliharaan 28-35 hari. Penambahan volume air dilakukan setelah pemeliharaan 30 hari sebanyak 3-5%. Penambahan berikutnya dilakukan setiap 10 hari hingga akhir pemeliharaan.

Hasil yang diperoleh dengan konsep budidaya udang vaname dengan konsep polikultur mempunyai keuntungan ekologis dan ekonomis. Keuntungan ekologis ikan nila pada budidaya polikultur dengan udang berperan dapat mengendalikan pertumbuhan ganggang atau makroalga yang berlebihan. Peranan ikan nila pada penelitian ini diduga juga dapat membuat lingkungan perairan sehat sehingga udang vaname dapat tumbuh dengan normal. Tendencia *et al.* (2006) melaporkan bahwa keberadaan ikan tilapia di air menghambat secara langsung pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi*. Pengetahuan mekanisme tentang bagaimana sistem dapat mereduksi angka *Vibrio harveyi* baru sedikit, penebaran ikan nila pada tingkat biomas tidak kurang dari 300 g/m³ efisien menghambat pertumbuhan bakteri *luminous* pada air pemeliharaan udang pada biomas 80 g/m³ tanpa pertumbuhan alga.

Belum banyak yang mengungkap peranan ikan nila dalam menghambat serangan penyakit viral pada tambak udang. Namun demikian dari peranan ikan nila dalam menghambat patogen *Vibrio* seperti yang banyak dilaporkan peneliti, menunjukkan budidaya polikultur dengan ikan nila mampu membuat kondisi air

sehat sehingga udang juga sehat dan mempunyai ketahanan yang tinggi dari serangan penyakit viral. Sehingga penelitian budidaya polikultur udang vaname semi intensif dan ikan nila dapat berhasil baik sampai ukuran konsumsi. Hasil penelitian budidaya udang vaname semi intensif dengan teknologi polikultur dengan ikan nila berhasil panen. Selama masa pemeliharaan udang 100 hari dan ikan 70 hari. Hal ini berbeda karena ikan yang baru masuk ke media pemeliharaan setelah udang lama pemeliharaan 20 hari. Hal ini bertujuan agar udang terlebih dahulu adaptasi dan tumbuh terlebih dahulu. Sehingga tidak terganggu SR nya apabila ditebahi ikan nila. Selama pemeliharaan tidak ditemukan tanda-tanda terserang penyakit virus, baik dari hasil pengamatan secara visual maupun secara laboratorium menggunakan analisa PCR (Lampiran 1,2 dan 3). Penggunaan benih yang berkualitas dan bebas infeksi virus, serta pengelolaan lingkungan yang baik dengan penggunaan biosekuriti pada penelitian ini mampu mencegah infeksi dari penyakit dari lingkungan. Pada akhir pemeliharaan dilakukan panen secara bergantian sebanyak 9 petak tambak dengan produksi udang vaname dan ikan nila.

Tingginya intensitas pertukaran air sering diadopsi oleh pembudidaya untuk memperbaiki masalah kualitas air atau ganti air ketika dirasakan telah timbul masalah. Sebaliknya, pergantian air dengan intensitas sedang sangat disarankan untuk mengurangi risiko penyebaran polutan lintas-lahan dan transfer patogen, serta mengurangi dampak lingkungan dari limbah tambak (Hopkins *et al.* 1995). Udang sangat peka terhadap perubahan lingkungan tambak, kondisi kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup, terganggunya metabolisme dan pertumbuhan udang. Kualitas air media

pemeliharaan berdasarkan parameter fisika, kimia dan biologi air dapat digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan tambak.

Muangkeow *et al.* (2011) melaporkan bahwa konversi nitrogen dan fosfor menjadi total biomassa hewan yang dipanen secara signifikan lebih tinggi di hadapan dari pada dengan tidak adanya nila. Selanjutnya dikatakan adanya ikan nila cenderung meningkatkan konsentrasi total phospat di air. Hal ini kemungkinan karena terjadinya resuspensi partikel dasar tambak oleh pergerakan ikan nila.

Fitzsimmons dan Shahkarm (2017) menyatakan polikultur nila dengan udang mendorong pengembangan komunitas mikroba (bakteri, alga, dan jamur) yang lebih dekat dengan biota alami yang ditemukan di estuara dan habitat udang asli lainnya. Selanjutnya Casé *et al.* (2008) mengatakan terjadinya kecenderungan dominansi alga hijau biru (*Cyanophyceae*) pada sistem polikultur karena dapat dijelaskan dengan keunggulan kompetitif yang dinikmati oleh organisme ini di dalam air dengan kekeruhan tinggi, serta efek dari peningkatan konsentrasi nutrisi. Namun demikian Fitzsimmons dan Shahkar (2017) *Tilapia*, sebagai pengumpan filter, dapat mengurangi biomassa fitoplankton yang berlebihan di tahap selanjutnya dari budidaya tambak dan mendaur ulang nutrisi secara efektif.

C. Performa Aspek ekonomi sistem polikultur

Hasil analisis aspek ekonomi budidaya sistem polikultur udang vaname-nila dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1.
Analisis Ekonomi Budidaya Sistem Polikultur Udang-Nila

PERL.	A (Nila 400 ekor/2.000 m ²)		B (Nila 800 ekor/2.000 m ²)		C (monokultur udang)		ANOVA
	Rerata	St. Dev.	Rerata	St. Dev.	Rerata	St. Dev.	
Bea Opr.	58.712.196	261.672	58.278.203	637.063	55.518.146	4.556.224	p>5%
Pend. Opr.	104.016.539	10.104.309	101.636.799	6.414.071	102.914.423	29.853.753	p>5%
Keunt. Opr.	45.406.965	10.100.350	43.358.596	5.803.680	47.396.277	25.336.033	p>5%
R/C rasio	1,77	0,17	1,74	0,09	1,83	0,41	p>5%
HPP	47.113	3.433	45.264,05	1.988	43.685	6.541	p>5%

Sumber: Hasil Penelitian

Secara rata-rata dari keuntungan operasional pada perlakuan A dan B lebih rendah dengan biaya operasional yang lebih tinggi. Pendapatan oprasional perlakuan A dan B lebih stabil bila dibandingkan dengan perlakuan C. Namun hasil tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p > 5\%$) secara statistic.

1. *Net Present Value* (NPV)

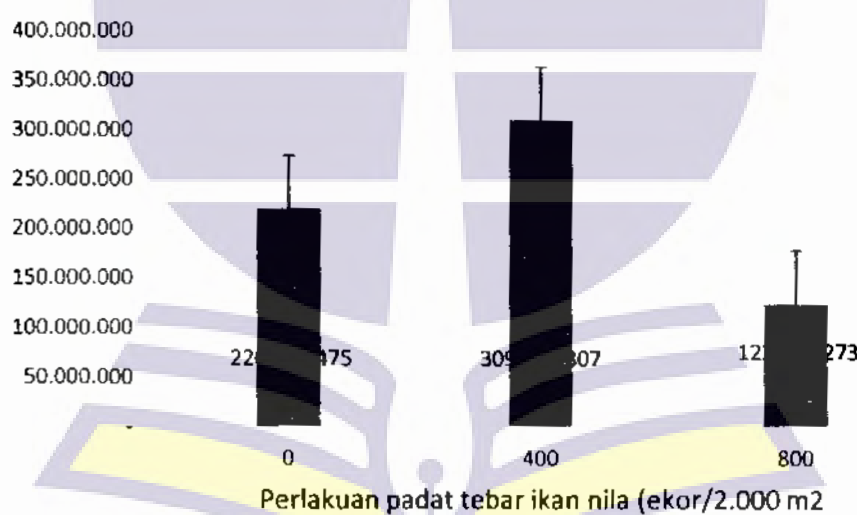
NPV (*Net Present Value*) merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini. Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat/benefit dari proyek yang direncanakan.

Kriteria:

- $NPV > 0$ (nol) → usaha/proyek layak (*feasible*) untuk dilaksanakan

- $NPV < 0$ (nol) → usaha/proyek) /p y tidak layak (*feasible*) untuk dilaksanakan
- $NPV = 0$ (nol) → usaha/proyek berada dalam keadaan BEP dimana $TR=TC$ dalam bentuk present value.

Untuk menghitung NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan benefit dari proyek yang direncanakan. Nilai NPV pada penelitian teknologi budidaya polikultur semi intensif udang vaname-ikan nila dilihat dari aspek teknis dan ekonomis yang disajikan dalam Grafik 4.27.



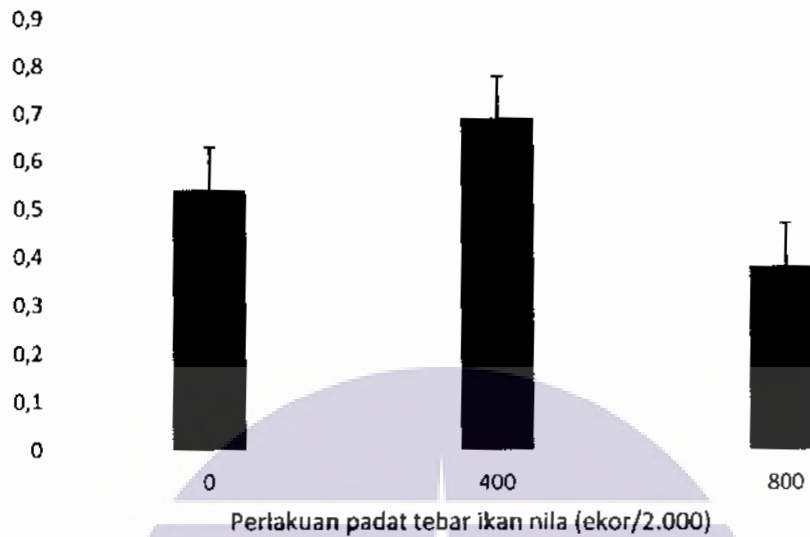
Grafik 4.27.
Perbandingan Nilai Rerata NPV Ratio Setiap Perlakuan

Nilai NPV pada setiap perlakuan menunjukkan nilai positif. Secara berurutan perlakuan A, B dan C memiliki nilai NPV sebesar Rp. 220.090.475, 309.145.807 dan 123.185.273. Penghitungan NPV pada penelitian ini diasumsikan dihitung hingga tahun ke 5 (lima) pemeliharaan.

Dari hasil perhitungan dapat ditarik kesimpulan bahwa pada semua perlakuan nilai NPV dianggap layak karena memiliki nilai positif >0 . Hal ini berarti investasi yang dilakukan akan memberikan manfaat. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa nilai NPV pada perlakuan dengan nilai dengan padat tebar nilai 400 ekor/2.000 m² menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan dengan padat tebar nilai 800 ekor/2.000 m² dan petak kontrol. Selanjutnya petak kontrol memiliki nilai terbaik kedua disusul dengan petak perlakuan polikultur udang dan nilai dengan padat tebar nilai 800 ekor/2.000 m². Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai NPV akan lebih baik pada polikultur udang dan nilai dengan padat tebar nilai 400 ekor/2.000 m².

2. IRR (*investment rate of return*)

Investment rate of return (IRR) adalah metode perhitungan investasi dengan menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih dimasa datang. Penghitungan IRR memperhatikan nilai waktu dari uang dan menggunakan arus kas sebagai dasar perhitungan sebagai metrik yang digunakan dalam penganggaran modal untuk memperkirakan profitabilitas investasi potensial. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar daripada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain. IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh seorang investor. Nilai IRR pada penelitian ini disajikan dalam Grafik 4.28.



Grafik 4.28.
Perbandingan Nilai Rerata IRR Setiap Perlakuan

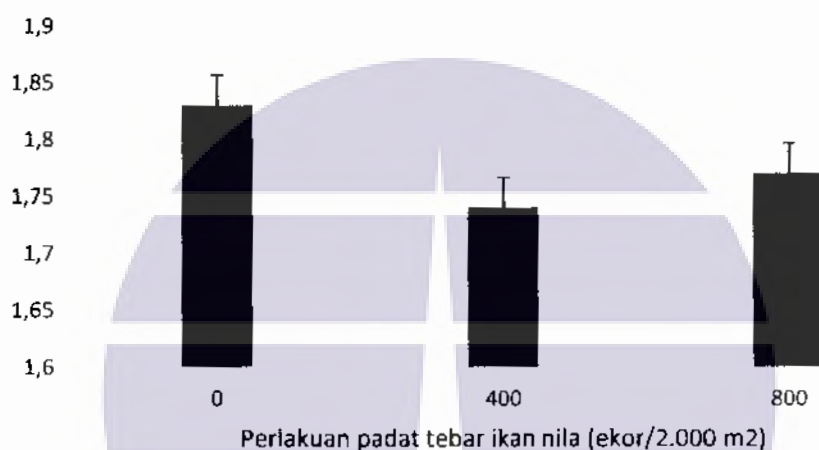
Nilai IRR yang diperoleh oleh masing-masing adalah 0,54 untuk perlakuan pada petak monokultur dan 0,69 untuk padat tebar ikan nila 400 ekor/2.000 m², serta 0,38 untuk padat tebar ikan nila 800 ekor/2.000 m².

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa nilai IRR pada padat tebar ikan nila 400 ekor/2.000 m² menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan padat tebar ikan nila 800 ekor/2.000 m² dan petak kontrol. Selanjutnya petak kontrol memiliki nilai terbaik kedua disusul dengan petak perlakuan polikultur udang dan nila dengan padat tebar nila 800 ekor/2.000 m². Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai IRR akan lebih baik pada polikultur udang dan nila dengan padat tebar nila 400 ekor/2.000 m².

3. B/C (*benefit per cost*) Rasio

Rasio keuntungan dan biaya (B/C ratio) merupakan perbandingan antara nilai keuntungan yang diperoleh dalam satu periode usaha dengan biaya produksi yang

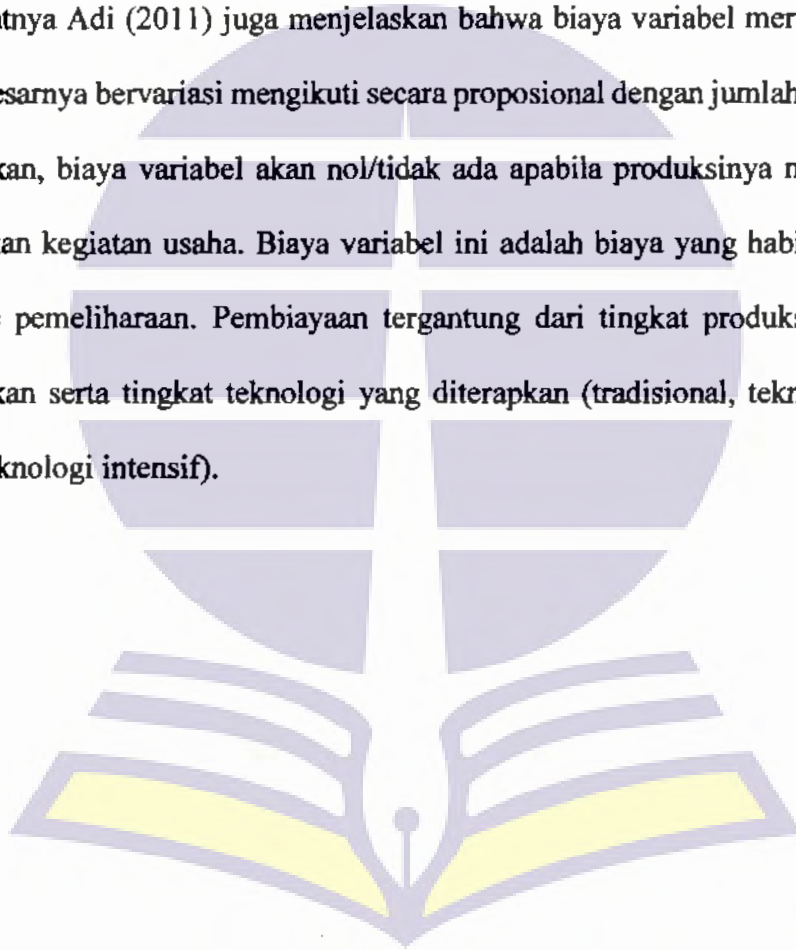
dikeluarkan. Nilai B/C ratio dapat dijadikan parameter kelayakan suatu usaha. Nilai B/C ratio yang baik adalah >1 dan semakin kecil nilai ratio maka semakin besar kemungkinan suatu usaha mengalami kerugian. Grafik perbandingan nilai rerata B/C ratio setiap perlakuan disajikan pada Grafik 4.29.



Grafik 4.29
Perbandingan Nilai Rerata B/C Ratio Setiap Perlakuan

Nilai B/C ratio merupakan parameter ekonomi utama dalam menentukan layak tidaknya suatu usaha termasuk budidaya perikanan dilanjutkan. Nilai B/C ratio pada kegiatan budidaya perikanan umumnya dipengaruhi berbagai faktor baik eksternal maupun internal. Faktor eksternal yaitu jenis komoditas, pangsa pasar daya serap pasar, sedangkan faktor internal berkaitan dengan kinerja pertumbuhan komoditas tersebut serta tingkat resiko kegagalan usaha akibat kematian ikan (sintasan). Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan polikultur udang dan nila dengan padat tebar nila 400 ekor/2.000 m² merupakan perlakuan yang optimal secara ekonomis pada kegiatan budidaya udang semi intensif.

Polikultur nila meningkatkan pemanfaatan pakan, meningkatkan kualitas air, meningkatkan hasil total dan keuntungan (Wang dan Lu, 2016). Investasi lebih lanjut akan meningkatkan keuntungan ini. Penelitian tentang polikultur nila di Cina juga dirangkum dan membahas bahwa polikultur dalam sistem semi-intensif adalah cara untuk meningkatkan keberlanjutan untuk budidaya nila (Wang dan Lu, 2016). Selanjutnya Adi (2011) juga menjelaskan bahwa biaya variabel merupakan biaya yang besarnya bervariasi mengikuti secara proporsional dengan jumlah produk yang dihasilkan, biaya variabel akan nol/tidak ada apabila produksinya nol atau tidak dilakukan kegiatan usaha. Biaya variabel ini adalah biaya yang habis dalam satu periode pemeliharaan. Pembiayaan tergantung dari tingkat produksi yang akan dihasilkan serta tingkat teknologi yang diterapkan (tradisional, teknologi madya serta teknologi intensif).



BAB V

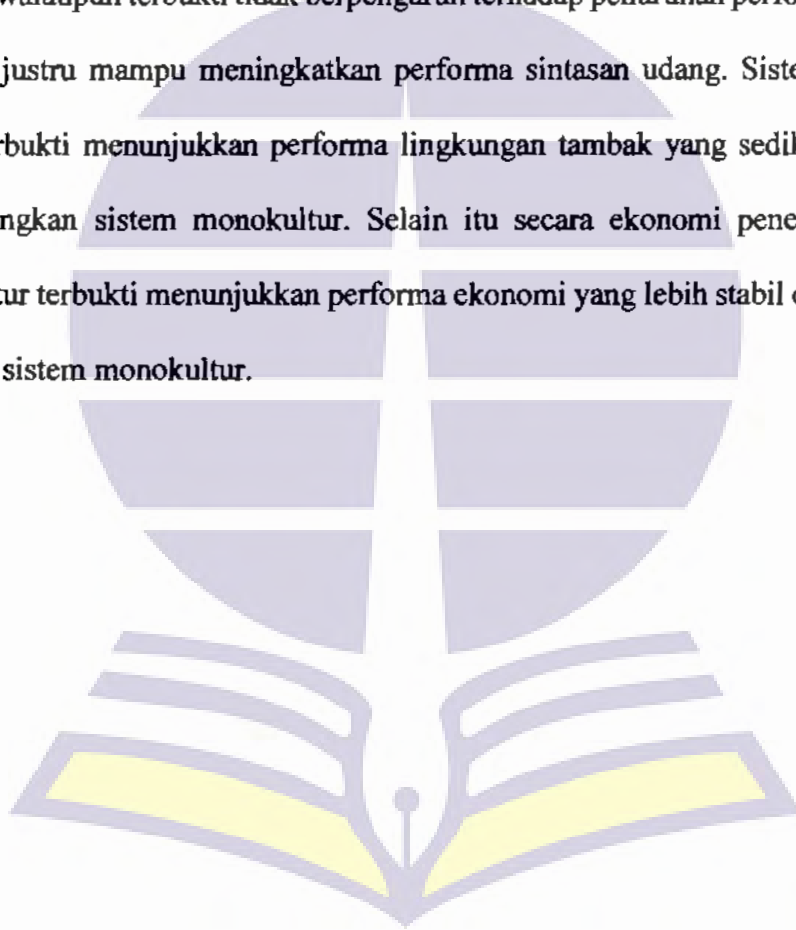
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa secara umum penambahan ikan nila tidak berpengaruh nyata terhadap performa produksi udang karena dengan adanya penambahan ikan nila tidak mempengaruhi pertumbuhan, bobot individu dan harga udang. Namun demikian pada perlakuan dengan sistem polikultur nila 800 ekor/2.000 m² menunjukkan performa sintasan udang yang sedikit lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, meski tidak berbeda secara nyata. Sistem polikultur secara umum tidak berpengaruh secara nyata terhadap kualitas air dan status kesehatan udang dalam kondisi optimal. Namun demikian pada sistem polikultur dengan padat tebar nila 800 ekor/2.000 m² perlakuan B mengindikasikan performa kualitas lingkungan yang lebih baik meskipun belum berbeda secara nyata terutama dari proses nitrifikasi yang lebih bekerja. Berdasarkan aspek ekonomi, tidak menunjukkan perbedaan yang nyata untuk biaya operasional, pendapatan operasional, keuntungan operasional, rasio pendapatan dan biaya (RC rasio), untuk harga pokok penjualan antara sistem polikultur dan monokultur. Namun demikian pada sistem polikultur udang vaname-nila menunjukkan performa ekonomi yang lebih stabil dibandingkan dengan sistem monokultur meski tidak menunjukkan perbedaan secara nyata.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sistem budidaya secara polikultur udang vaname-ikan nila dengan padat tebar dan strategi penebaran dan manajemen budidaya (manajemen pemberian pakan) yang tepat perlu dikembangkan di masyarakat dengan cara penyuluhan atau pendampingan teknis karena walaupun terbukti tidak berpengaruh terhadap penurunan performa produksi udang, justru mampu meningkatkan performa sintasan udang. Sistem polikultur juga terbukti menunjukkan performa lingkungan tambak yang sedikit lebih baik dibandingkan sistem monokultur. Selain itu secara ekonomi penerapan sistem polikultur terbukti menunjukkan performa ekonomi yang lebih stabil dibandingkan dengan sistem monokultur.



Daftar Pustaka

- Adi, V. Ap. Spto. 2011. *Analisa usaha perikanan budidaya*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.
- Adiwijaya, 2003. Budidaya udang vaname (*litopenaeus vannamei*). Sistem tertutup yang ramah lingkungan. Depertemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara, 29 hlm
- Alfiansah, Y.R., Hassenrück, C., Kunzmann, A., Taslihan, A., Harder, J., & Gärdes, A., 2018. *Bacterial abundance and community composition in pond water from shrimp aquaculture systems with different stocking densities* 9, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02457>
- Alifuddin M, Dana D, Malole MB, & Pararibu FH. 2003. Pathogenesis infeksi White Spot Syndrome Virus (WSSV) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab). *J. Akuakultur Indonesia* 2: 85-92.
- Avnimelech, Y., 1999. *Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems*. *Aquaculture* 176, 227–235. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00085-X](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00085-X)
- Avnimelech, Y., & Ritvo, G., 2003. Shrimp and fish pond soils : processes and management. *Aquaculture* 220, 549–567. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00641-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00641-5)
- Barraza, H., & Arturo, C., 2010. *Analyses of Productivity of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus), Red Tilapia (O. niloticus X O. mossambicus) and Pacific White Shrimp (Litopenaeus vannamei) Polyculture in a Recirculating System In the Graduate College. The University of Arizona.*
- BFAR-NFFTC, 2000. *Basic biology of Tilapia*. NFFTC Aqua-Leaflet No. 2000-06.
- Bhatnagar, A., & Devi, P., 2013. *Water quality guidelines for the management of pond fish culture* 3, 1980–2009. <https://doi.org/10.6088/ijes.2013030600019>.
- Bhupender, J., & Kumar, K.A., 2015. Phytoplankton diversity of a Desert Village Pond in Bikaner Rajasthan, *International Research Journal of Environment Sciences*, 4, 43–45.
- Boyd, C.E., 1998a. Water quality for pond aquaculture. *International Center for Aquaculture and Aquatic Environment*, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3>
- Boyd, C.E., 1998b. Pond water aeration systems. *Aquacultural Engineering* 18, 9–40.

Boyd, C.E., & Tucker, C.S., 1998c. *Pond aquaculture water quality management*, 1st ed., New York: Springer Science+Business Media.

Boyd, C.E., 2000. *Water quality an introduction*. New York; Kluwer Academic Publishers

Boyd, C.E., 2004. *Farm-Level Issues in Aquaculture Certification* : Tilapia 1–29.

Boyd, C.E., Jory, D.E., & Chamberlain, G.W., 2006. *Operating procedures for shrimp farming*, Aquaculture.

Boyd, C.E., Tucker, C.S., & Viriyatum, R., 2011. Interpretation of pH, acidity, and alkalinity in aquaculture and fisheries. *N. Am. J. Aquac.* 73, 403–408. <https://doi.org/10.1080/15222055.2011.620861>.

Boyd, C.E., 2014. *The role and management of bottom soils in aquaculture ponds*. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program. Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331-1641

Boyd, C.E., 2015. *Water quality an introduction S*, Second. ed., Switzerland: Springer International Publishing.

BPS 2017. *Produksi perikanan budidaya menurut provinsi dan komoditas utama*. Diambil dari <https://www.bps.go.id/dynamictable>

Bunting, S.W., 2013. *Principles of Sustainable Aquaculture Promoting Social, Economic and Environmental Resilience*, 1st ed. Routledge, Milton Park, Abington, Oxon, OX14 4 RN.

Casé, M., Leça, E.E., Leitão, S.N., SantAnna, E.E., Schwamborn, R., & de Moraes Junior, A.T., 2008. *Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds*. *Mar. Pollut. Bull.* 56, 1343–1352. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.02.008>

Chang P, Lo C, Wang Y, & Kou H. 1996. Identification of white syndrome virus associated baculovirus target organs in the shrimp *Penaeus monodon* by in situ hybridization. *Dis Aquat Organ.* 27: 131-139.

Chithambaran, S., Harbi, M., Broom, M., Khobrani, K., Ahmad, O., Fattani, H., Sofyani, A., & Ayaril, N., 2017. Green water technology for the production of pacific white shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone, 1931). *Indian J. Fish.* 64. <https://doi.org/10.21077/ijf.2017.64.3.63656-07>

CIBA, 2006. *Training Manual on Shrimp Farming*.

Effendie, M.I., 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta; Yayasan Pustaka Nusantara

El-Sayed. A.F.M. 2006. *Tilapia Culture*. CABI Publishing. pp 277

Esparza-Leal, H.M., Amaral Xavier, J.A., & Wasielesky, W., 2016. Performance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae reared in indoor nursery tanks under biofloc conditions at different salinities and zero-water exchange. *Aquac. Int.* 24, 1435–1447. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0001-5>

Fahrur, M, Makmur, dan Undu. M.C. 2014. *Konsentrasi nitrogen terlarut dan fosfat dalam tambak udang vaname litopenaeus vannamei) sistem super intensif*. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2014. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Sulawesi Selatan

FAO, 2012. *Cultured Aquatic Species Information Programme Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)*. Food Agric. Organ. United Nations.

FAO, 2007. *Cultured Aquatic Species Information Programme Penaeus vannamei (Boone, 1931)*.

Farfante, I.P., 1988. *Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas*.

Fitzsimmons, K.M., & Shahkar, E., 2017. *Tilapia – Shrimp Polyculture*, in: *Perschbacher, P.W., Stickney, R.R. (Eds.), Tilapia in Intensive Co-Culture First Edition*. John Wiley & Sons, Ltd.

Fraga-Maicá, P., Regina de Borba, M., Germano-Martins, T., & Wasielesky-Junior, W., 2014. *Effect of salinity on performance and body composition of Pacific white shrimp juveniles reared in a super-intensive system*. *Rev. Bras. Zootec.* 43, 343–350. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000700001>.

Gilda, D., Eduardo, M., Roselyn, C., & Nicolas, G., 2002. *Vibrio harveyi and the 'green water culture' of Penaeus monodon*. *Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center Tigbauan, Iloilo 5021, Philippines*. Negros Prawn Producers Marketing Cooperative, Inc. NEDF Bldg., Bacolod City, Philippines

Gu, D., Hu, Y., Wei, H., Zhu, Y., Mu, X., Luo, D., Xu, M., & Yang, Y., 2017. Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.), in: *Biological Invasions and Its Management in China.*, Singapore: Springer Singapore, pp. 77–89. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3427-5_5

Hargreaves, J.A., 1998. *Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds*. *Aquaculture* 166 1998 181–212.

Hernández-Barraza, C., Cantú, D.L., Osti, J.L., Fitzsimmons, K., & Nelson, S., 2013. Productivity of polycultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a recirculating system. *Isr. J. Aquac. - Bamidgah* 65.

Hidayani, A., Asmi, C., Malina, Bunga, R. Tampangallo dan Achmad, F. Fathurrahman I. 2015. Deteksi distribusi WSSV pada berbagai organ udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan)*, Vol.25 (1), 1-6.

Holthuis, L.B., 1980. *FAO Species Catalogue Vol.1- Shrimp and Prawns of The World An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.

Hopkins, J.S., DeVoe, M.R., & Holland, A.F., 1995. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the Continental United States. *Estuaries* 18, 25-42.

Huisman, E.A. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Department of Aquaculture, Wageningen University, The Netherlands. hlm 100.

Iwashita, M.K.P., Addo, S., & Terhune, J.S., 2015. *Feed and feeding practices in aquaculture*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100506-4.00009-X>.

Johnson S.K. 1995. *Handbook of shrimp diseases*. department of wildlife and fisheries sciences. Texas A&M University.

Kepmen LH Nomer 51 TH 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota

Kordi, K.M.G.H. 2010. *Budidaya udang laut*. Yogyakarta: Lily Publisher.

Kusnendar, E. K., Coco K., & Erik S., 1999. *Sistem resirkulasi tertutup pada budidaya udang windu*. Paket teknologi. Direktorat Perikanan. Jakarta. Balai Budidaya Air Payau. Jepara. 22 p.

Maarif.M.S dan Sasmaharjo. A. 2000. Strategi peningkatan produktifitas udang tambak. *J.II.Pert. Indon*. Vol. 9(2).

McGraw, W., Teichert-Coddington, D.R., Rouse, D.B., & Boyd, C.E., 2001. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. *Aquaculture* 199, 311-321. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00530-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00530-0)

Mostofa, K.M.G., Liu, C., Mottaleb, M.A., & Wan, G., 2013. *Dissolved organic matter in natural waters*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-32223-5>.

Muangkeow, B., Ikejima, K., Powtongsook, S., & Gallardo, W., 2011. Growth and nutrient conversion of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) and Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. in an integrated closed recirculating system shrimp in integrated systems include bivalves and. *Aquac. Res.* 42, 1246–1260. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02713.x>.

Munsiri, P., Boyd, C.E., & Hajek, B.F., 1995. Physical and chemical characteristics of bottom soil profiles in ponds at Auburn, Alabama, USA and a proposed system for describing pond soil horizons. *J. World Aquac. Soc.* 26, 346–377. <https://doi.org/10.1111%2Fj.1749-7345.1995.tb00831.x>.

NACA and MPEDA, 2003. Shrimp health management extension manual. the marine product export development authority, Bangkok, Thailand; Cochin, India. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0001-5>.

Panjaitan, A.S., 2012. *Pemeliharaan larva udang vaname (litopenaeus vannamei, boone 1931) dengan pemberian fitoplankton yang berbeda*. Tesis Universitas Terbuka.

Philpinaq., 2007. *Water quality criteria and standards for freshwater and marine aquaculture*. Mitigating impact from aquaculture in philippines.

Pillay, T. V. R., & Kutty, M. N., 2005. *Aquaculture principles and practices*. Second Edition.. India: Blackwell Publishing Ltd.

Popma, T., & Masser, M., 1999. Tilapia life history and biology. *Southern Regional Aquaculture Center Publication No. 283*

Qin, Y., Hou, J., Deng, M., Liu, Q., & Wu, C., Ji, Y., 2016. Bacterial abundance and diversity in pond water supplied with different feeds. *Nat. Publ. Gr.* 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep35232>.

Reily, M, 2018. *Indonesia berpotensi jadi eksportir udang terbesar dunia* Diambil dari <https://katadata.co.id/berita>

Remen, M., Nederlof, M.A.J., Folkedal, O., Thorsheim, G., Sitjà-Bobadilla, A., Pérez-Sánchez, J., Oppedal, F., & Olsen, R.E., 2015. Effect of temperature on the metabolism, behaviour and oxygen requirements of *sparus aurata*. *Aquac. Environ. Interact.* 7, 115–123. <https://doi.org/10.3354/aei00141>.

Rios, K., 2013. Nitrogen and phosphorus dynamics in the biofloc production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, 44, 30–41.

Setijaningsih, L., 2011. Keanekaragaman plankton pada budidaya ikan nila best (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan c-organik, in: *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2011*. pp. 1019–1030.

Simão, B.R., Brito, L.O., Sandro, A., Maia, C., & Miranda, L.C., 2013. Stocking densities and feeding strategies in shrimp and tilapia polyculture in tanks 1088–1095. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800039>.

Supito; Taslihan A., & Callinan R.B, 2006, *Petunjuk teknik penerapan bmps (best management practices) pada budidaya udang windu (Penaeus monodon)*, kerjasama ACIAR dan BBPBAP Jepara, *Ditjetkan Budidaya*, Departemen Kelautan dan Perikanan, 25 Hal.

Taslihan, A. Ani W, Retna H, S.M, & Astuti 2004. *Pengendalian penyakit pada budidaya ikan air payau*, Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.

Taw, N., 2011. *Expanding pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) farming in biofloc system* 30. Blue Archephilago. Asian – Pacific Aquaculture.

Tendencia, E.A., Dela Peña, M.R., Choresca, C.H., Pen, M.R., Jr, & C.H.C., 2006. Effect of shrimp biomass and feeding on the anti- *Vibrio harveyi* activity of *Tilapia sp.* in a simulated shrimp – tilapia polyculture system. *Aquaculture* 253, 154–162. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.004>.

Utami, W, Sarjito, & Desrina, 2016. Effect of salinity on *Vibrio harveyi* infection in whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Volume 5, Nomor 1, Th 2016, Halaman 82-90.

Wang, M., Lu, M., 2016. Tilapia polyculture: a global review. *Aquac. Res.* 47, 2363–2374. <https://doi.org/10.1111/are.12708>.

Wurts, W.A., & Masser, M.P., 2013. *Liming ponds for aquaculture* 1–6. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC)

Yi G. 2004. VP28 of shrimp white spot syndrome virus is involved in the attachment and penetration into shrimp cells. *J Biochem Mol Biol* 27: 726-734.

Yi, Y., & Fitzsimmons, K., 2003. *Tilapia-shrimp polyculture in Thailand* 777–790.

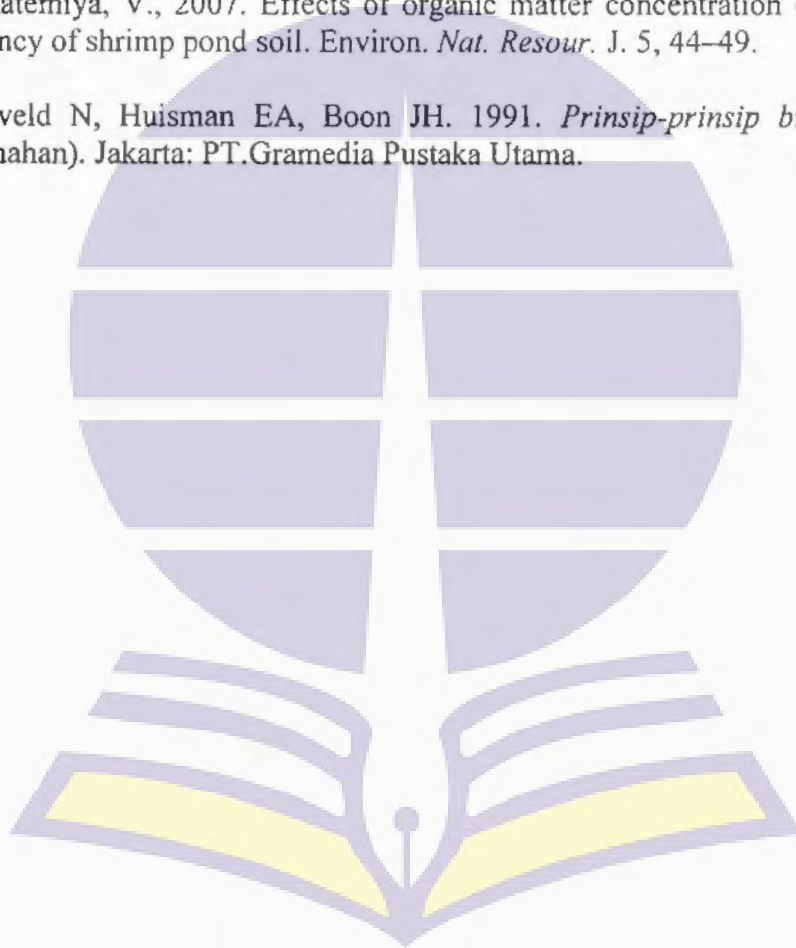
Yi, Y., Fitzsimmons, K., Saelee, W., & Clayden, P., 2004. *Stocking densities of Nile tilapia in shrimp ponds under different feeding strategies*.

Yuan, D., Yi, Y., Yakupitiyage, A., Fitzimmons, K., Diana, J.S., 2010. Effects of addition of red tilapia (*Oreochromis spp.*) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks. *Aquaculture* 298, 226–238. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.011>.

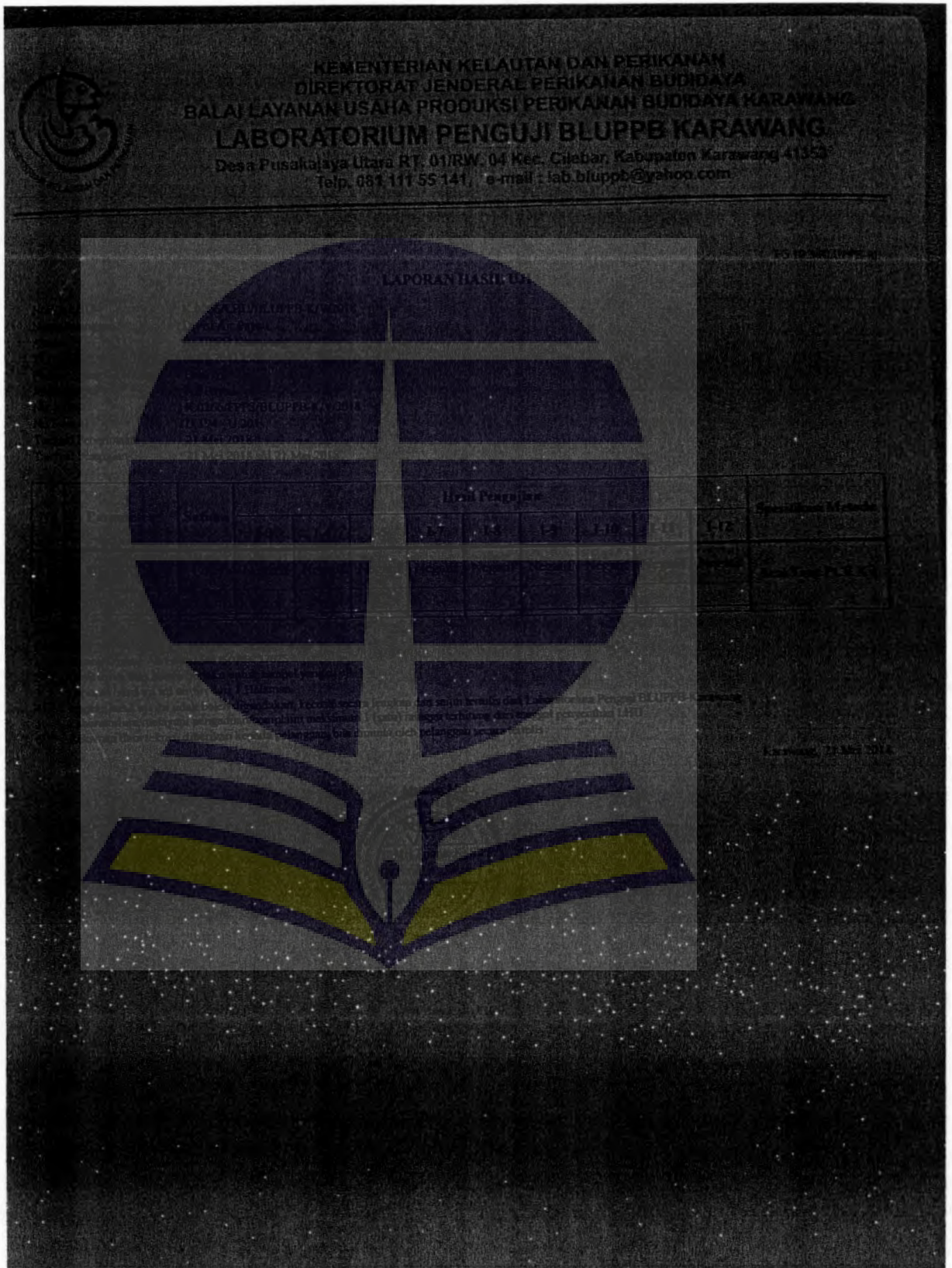
Yue, G.H., Lin, & H.R., Li, J.L., 2016. Tilapia is the fish for next - generation *Aquaculture. Int. J. Mar. Sci. Ocean Technol.* 11–13. <https://doi.org/10.19070/2577-4395-160003>.

Yuvanatemiya, V., 2007. Effects of organic matter concentration on production efficiency of shrimp pond soil. *Environ. Nat. Resour. J.* 5, 44–49.

Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. (terjemahan). Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.



Lampiran 2. Hasil Anlisa PCR Waktu Pemeliharaan 40 Hari Udang Vaname





Lampiran 3. Hasil Anlisa PCR Waktu Pemeliharaan 90 Hari Udang Vaname

Lampiran 4. Rekapitulasi Penggunaan Listrik

1. Kincir Tunggal 1 PK

Bulan	Σ Petak	Jumlah Kincir	Jumlah Hari	Jam/Hari	Σ Jam Terpakai	Total (Kwh) [x1,82]	Harga/ Kwh	Total (Rp)	Jumlah (Rp)
umur 1 - 100	8	3	100	24	57.600 jam	76.032,00 Kwh	1.467,28	#####	
Umur 1-90	2	3	90	24	12.960 jam	17.107,20 Kwh	1.467,28	Rp 25.101.052,42	
Sub Total					70.560 jam	93.139,20 Kwh	1.467,28		Rp 136.661.285,38
Sub Total					70.560 JAM	93.139,20 KWH	1.467,28		136.661.285,38

2. Pompa Submersible 6 inchi

Uraian	Σ Petak	Jumlah Pompa	Jumlah Hari	Jam/Hari	Σ Jam Terpakai	Total (Kwh) [x5,5]	Harga/ Kwh	Total (Rp)	Jumlah (Rp)
Iri Antar Tandon	1	1	85	6	510 jam	2.805,00 Kwh	1.467,28	Rp 4.115.720,40	
Sub Total					510 jam	2.805,00 Kwh	1.467,28		Rp 4.115.720,40

3. Pompa Submersible 8 inchi

Uraian	Σ Petak	Jumlah Pompa	Jumlah Hari	Jam/Hari	Σ Jam Terpakai	Total (Kwh) [x6,00]	Harga/ Kwh	Total (Rp)	Jumlah (Rp)
Pengeringan	12	1	2	3	72 jam	475,20 Kwh	1.467,28	Rp 697.251,46	
Pengisian Air	12	1	2	8	192 jam	1.267,20 Kwh	1.467,28	Rp 1.859.337,22	
Penambahan Air	12	1	6	8	576 jam	3.801,60 Kwh	1.467,28	Rp 5.578.011,65	
Pemanenan	12	1	2	10	240 jam	1.584,00 Kwh	1.467,28	Rp 2.324.171,52	
Pengeringan	12	1	4	4	192 jam	1.267,20 Kwh	1.467,28	Rp 1.859.337,22	
Sub Total					1.272 jam	8.395,20 Kwh	1.467,28		Rp 12.318.109,06

4. Pompa Submersible 2 inchi

Uraian	Σ Petak	Jumlah Pompa	Jumlah Hari	Jam/Hari	Σ Jam Terpakai	Total (Kwh) [x2]	Harga/ Kwh	Total (Rp)	Jumlah (Rp)
Air Asin (Sumur Dalam)	1	1	85	24	2.040 jam	4.080,00 Kwh	1.467,28	Rp 5.986.502,40	
Sub Total					2.040 jam	4.080,00 Kwh	1.467,28		Rp 5.986.502,40

TOTAL BIAYA LISTRIK (1+2+3+4)					74.382 JAM	108.419 KWH	1.467,28		158.001.617,23
--------------------------------------	--	--	--	--	-------------------	--------------------	-----------------	--	-----------------------

Lampiran 6. Dokumentasi Selama Penelitian



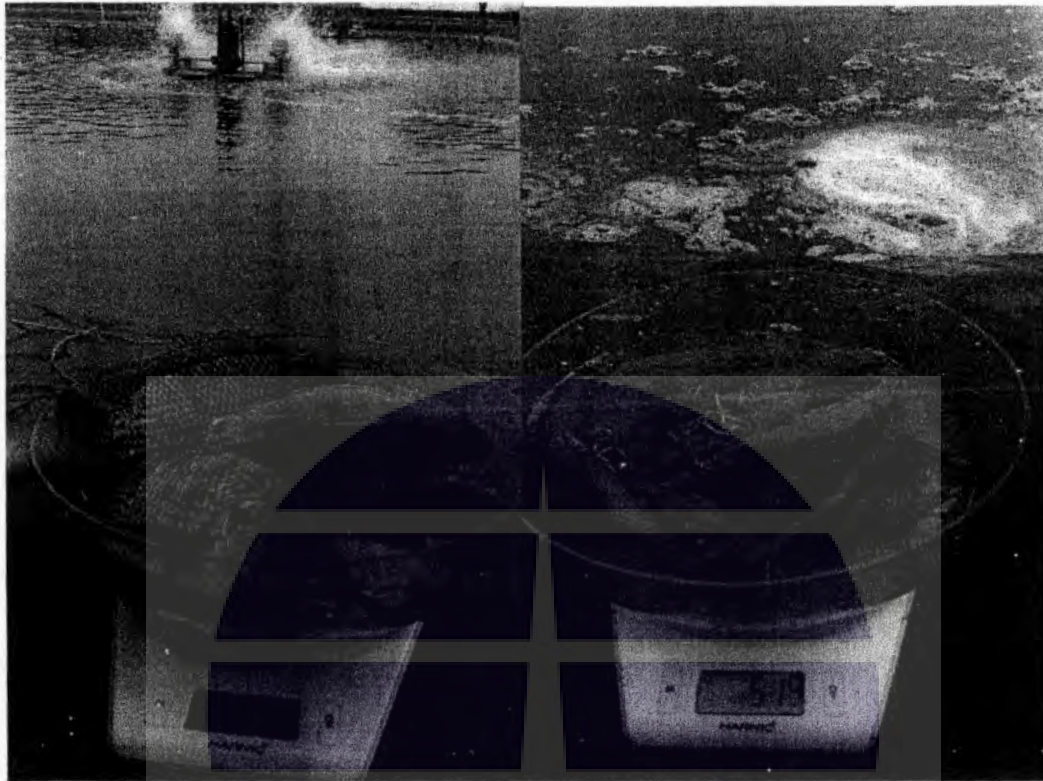
Gambar 6.1. Persiapan Wadah Budidaya



Gambar 6.2. Proses Penebaran Udang Vamane

Gambar 6.3. Penebaran Ikan Nila

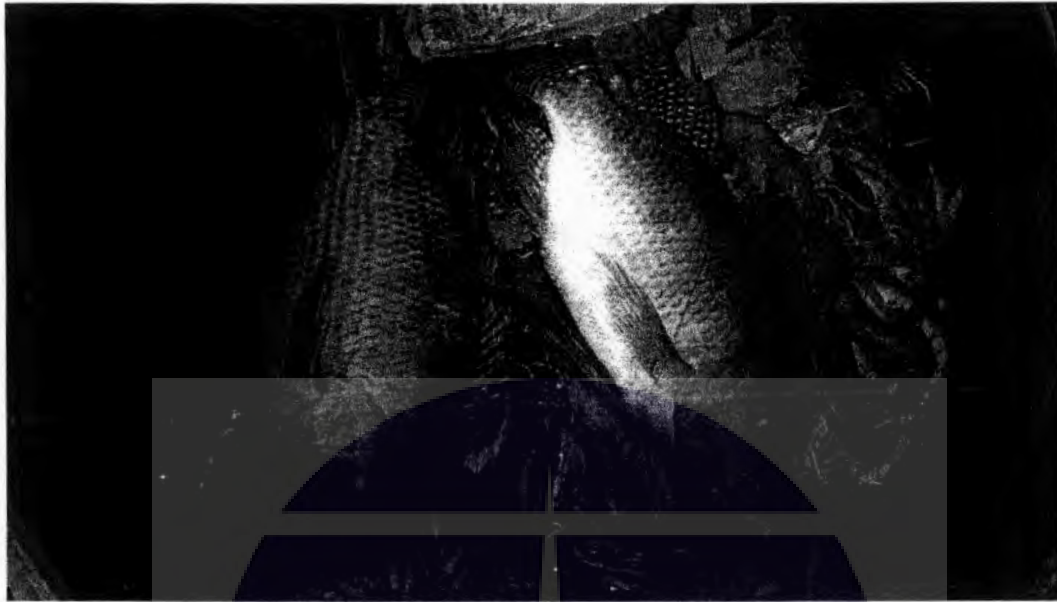




Gambar 6.4. Proses Sampling Selama Penelitian



Gambar 6.5. Proses Panen Total Udang Vaname dan Ikan Nila



Gambar 6.6. Hasil Panen Penelitian



Gambar 6.7. Proses Sortir Udang Vaname

Gambar6.9. Proses Penjualan Ikan Nila



Gambar6.8. Hasil Sortir Udang Vame

