



Tesis - SB142501

**Analisis Produktivitas Budidaya Ikan Nila  
*Oreochromis niloticus* dalam *Rice-Fish Culture  
System* pada Area Bekas Tambang Industri Semen  
di Kabupaten Tuban**

WAHYU KURNIALLAH

NRP. 01311 6500 1 2003

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Dewi Hidayati, M.Si.

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018



## LEMBAR PENGESAHAN

Analisis Produktivitas Budidaya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam *Rice-Fish Culture System* pada Area Bekas Tambang Industri Semen di Kabupaten Tuban

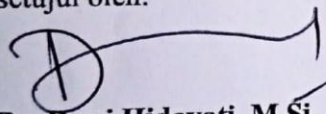
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Sains (M.Si)

di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
Wahyu Kurniallah  
NRP. 01311650012003

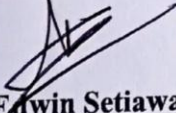
Tanggal Ujian : 17 Desember 2018  
Periode Wisuda: Maret 2019

Disetujui oleh:

  
1. **Dr. Dewi Hidayati, M.Si**

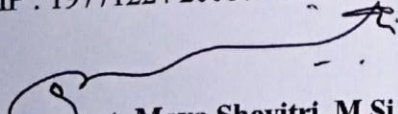
(Pembimbing)

NIP: 19691121 199802 2 001

  
2. **Dr. rer.nat. Edwin Setiawan, M.Sc.**


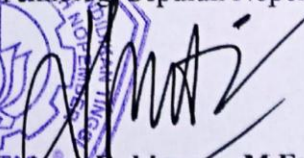
(Penguji I)

NIP : 19771224 200801 1 006

  
3. **Dr. rer.nat. Maya Shovitri, M.Si.**

(Penguji II)

NIP: 19690907 199803 2 001

  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Dekan  
  
**Prof. Dr. Agus Rubivanto, M.Eng Sc**  
NIP. 196306051989031003

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

# **Analisis Produktivitas Budidaya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam *Rice-Fish Culture System* pada Area Bekas Tambang Industri Semen di Kabupaten Tuban**

Nama Mahasiswa : Wahyu Kurniallah  
NRP : 01311 6500 1 2003  
Pembimbing : Dr. Dewi Hidayati, M.Si

## **ABSTRAK**

Salah satu masalah utama penambangan tanah liat adalah tidak efisiennya pemanfaatan lahan pascatambang yang sudah tidak produktif lagi, misalnya pada lahan *quarry* di Kabupaten Tuban yang memiliki potensi sumber air yang belum termanfaatkan, sedangkan kegiatan masyarakat disekitar lahan kuari adalah bertani padi. Sehingga perlu adanya studi untuk menentukan jenis kegiatan yang menggabungkan aktivitas pertanian, perikanan dan penambangan, salah satunya *Rice-Fish Culture System* (RFCS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian lahan bekas tambang tanah liat sebagai media budidaya berdasarkan analisis produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *Rice-Fish Culture System*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap, terdapat 3 perlakuan pada media budidaya yaitu penggunaan Tanah lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) dengan masing masing perbandingan setiap perlakuan yaitu 1:0 (A), 1:1 (B), dan 0:1 (C/Kontrol) dengan 3 kali ulangan. Setiap kolam memiliki panjang dan lebar 4x3 meter, benih ikan yang digunakan adalah ikan nila (*O. niloticus*) yang berukuran panjang 6,5 cm dan berat 9,12 gram ditebar dengan kepadatan 50 ekor/kolam, pemeliharaan dilakukan selama 40 hari. Pengujian fisik kimia tanah TLBT dan TP digunakan untuk membedakan karakteristik keduanya, dimana tanah dasar kolam merupakan faktor penting dalam budidaya ikan, karena mutu tanah sangat berpengaruh terhadap kualitas air kolam dan kemudian berpengaruh terhadap kehidupan ikan yang dibudidayakan.

Perlakuan penggunaan TP sebagai tanah dasar RFCS memiliki pengaruh yang lebih baik terhadap kualitas air terutama dalam proses dekomposisi bahan organik pada kolam budidaya dari pada TLBT. Berdasarkan hasil tersebut, perlakuan B memberikan nilai produktivitas ikan *O. niloticus* lebih tinggi daripada perlakuan A dengan nilai *Survival Rate* (SR) sebesar  $93,33 \pm 1,15$  %, pertumbuhan panjang mutlak sebesar  $4,1 \pm 0,2$  cm, pertumbuhan bobot mutlak sebesar  $15,2 \pm 0,35$  gram, *Total Weight Gain* (TWG) sebesar  $681,27 \pm 25,31$  gram,

*Average Daily Gain* (ADG) sebesar  $0,38 \pm 0,0088$  gr/hari, *Specific Growth Rate* (SGR) sebesar  $2,46 \pm 0,0358$  %/hari, dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) sebesar  $1,79 \pm 0,024$ . Hasil ini lebih mendekati pada perlakuan C sebagai kontrol.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa budidaya ikan nila merah (*O. niloticus*) menggunakan *Rice-Fish Culture System* dapat disarankan sebagai salah satu upaya reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban

**Kata kunci** : produktivitas, *Oreochromis niloticus*, lahan kuari, *Rice-Fish Culture System*, rehabilitasi, industri semen.

# **Productivity Analysis of *Oreochromis niloticus* in Rice-Fish Culture System in the Former Mining Area of the Cement Industry in Tuban Regency**

By : Wahyu Kurniallah  
NRP : 01311 6500 1 2003  
Supervisor : Dr. Dewi Hidayati, M.Si

## **ABSTRACT**

One of the main problems of clay mining is the inefficient use of post-mining land that is no longer productive, for example in quarry land in Tuban Regency which has untapped water potential, while community activities around the quarry are rice farming. So there is a need for studies to determine the types of activities that combine agricultural, fishery and mining activities, one of which is Rice-Fish Culture System (RFCS). This study aims to determine the suitability of ex-mine clay land as a cultivation medium based on the productivity analysis of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Rice-Fish Culture System.

This study used an experimental method with Completely Randomized Design, there are 3 treatments in the cultivation media, namely the use of Ex-mining Land Soil (EmLS) and Top Soil (TS) with each ratio of each treatment, namely 1: 0 (A), 1: 1 (B), and 0: 1 (C/Control) with 3 replications. Each pond has a length and width of 4x3 meters, the fish juveniles used are red tilapia (*O. niloticus*) which is length 6,5 cm and weight 9,12 gram and was spread at a density of 50 fishes/pond, maintenance was done for 40 days. Testing the soil chemical physicality of EmLS and TS is used to differentiate the characteristics of both, because pond bottom soil is an important factor in fish farming, the quality of the soil is very influential on the quality of pond water and then affects the life of the cultivated fish.

The treatment of the use of TS as a RFCS substrate has a better influence on water quality, especially in the process of decomposition of organic matter in aquaculture ponds than in EmLS. Based on these results, treatment B gave higher productivity value of *O. niloticus* fish than treatment A with Survival Rate (SR) was  $93,33 \pm 1,15\%$ , absolute length growth was  $4,1 \pm 0,2$  cm, absolute weight growth was  $15,2 \pm 0,35$  grams, Total Weight Gain (TWG) was  $681,27 \pm 25,31$  grams, Average Daily Gain (ADG) was  $0.38 \pm 0.0088$  gr / day, Specific Growth

Rate (SGR) was  $2,46 \pm 0,0358$  % / day, and Feed Conversion Ratio (FCR) was  $1,79 \pm 0,024$  . This result was closer to treatment C as a control.

The results obtained from this study indicate that the cultivation of red tilapia (*O. niloticus*) using Rice-Fish Culture System can be suggested as one of the efforts to reclaim and rehabilitate former cement industry mines in Tuban Regency.

**Keywords:** productivity, *Oreochromis niloticus*, quarry land, Rice-Fish Culture System, rehabilitation, cement industry.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wata'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis Produktivitas Budidaya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* dalam *Rice-Fish Culture System* pada Area Bekas Tambang Industri Semen di Kabupaten Tuban”. Pada tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, waktu dan tempat penelitian, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

Proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dorongan dan bimbingan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Dewi Hidayati, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, Bapak Dr.rer.nat. Edwin Setiawan, M.Sc. selaku ketua sidang dan dosen penguji satu, serta Ibu Dr. rer.nat. Maya Shovitri, M.Si selaku dosen penguji dua. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua, atas bimbingan dan dukungan doanya, teman-teman pascasarjana biologi ITS atas kebersamaannya serta seluruh pihak yang telah membantu.

Pada penulisan laporan ini penulis menyadari akan adanya kekurangan-kekurangan akibat dari keterbatasan pengetahuan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak untuk dapat lebih baik di masa yang akan datang. Pada akhirnya kami mengharapkan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 21 Desember 2018

Penulis

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”.*

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
<b>2. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	7
2.1 Tambang Tanah Liat .....	7
2.2 Lahan Kuari ( <i>Quarry Land</i> ) .....	8
2.3 Profil dan Sifat Tanah .....	9
2.3.1 Profil Tanah .....	9
2.3.2 Sifat Kimia Tanah .....	11
2.4 <i>Rice-Fish Culture System</i> (RFC) dan Manfaatnya .....	12
2.5 Biologi Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	14
2.5.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	14
2.5.2 Habitat dan Penyebaran Udang Vaname .....	15
2.5.3 Kebiasaan Makan .....	16
2.6 Ikan Nila Merah Larasati .....	17
2.7 Produktivitas Perikanan .....	19
2.8 <i>Survival Rate</i> (SR) .....	19
2.9 <i>Total Weight Gain</i> (TWG) .....	20
2.10 Pertumbuhan .....	20

2.10.1	Pertumbuhan Panjang Mutlak .....	21
2.10.2	Pertumbuhan Bobot Mutlak .....	21
2.11	<i>Average Daily Gain</i> (ADG) .....	22
2.12	<i>Specific Growth Rate</i> (SGR) .....	22
2.13	<i>Feed Conversion Ratio</i> .....	23
2.14	Kualitas Air .....	24
2.14.1	Suhu .....	24
2.14.2	Tingkat Kecerahan .....	24
2.14.3	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO) .....	24
2.14.4	Derajat Keasaman (pH) .....	25
2.14.5	Amonia .....	25
2.14.6	Nitrit .....	25
2.14.7	Nitrat .....	26
2.14.8	Phospat .....	26
2.14.9	Plankton .....	26
<b>3.</b>	<b>METODA PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.2	Prosedur Penelitian .....	29
3.2.1	Persiapan Lahan.....	29
3.2.2	Persemaian Padi dan Aklimatisasi Benih Ikan .....	32
3.2.3	Penyaluran Sumber Air.....	32
3.2.4	Pengujian Kualitas Tanah Media.....	33
3.2.5	Pengujian Kualitas Sumber Air .....	33
3.2.6	Penanaman Padi di Media Budidaya .....	33
3.2.7	Penebaran Bibit Ikan Nila .....	34
3.2.8	Pemeliharaan Ikan Nila .....	34
3.3	Parameter Penelitian .....	35
3.3.1	Parameter Pengaruh RFCS ke Perairan .....	35
3.3.2	Parameter Produktivitas Ikan Nila .....	36
3.4	Rancangan Penelitian dan Analisa Data .....	37
3.4.1	Rancangan Penelitian .....	37
3.4.2	Analisa Data .....	38

<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
4.1 Hasil Uji Fisik Kimia Tanah Media .....	39
4.2 Hasil Kualitas Air Kolam Kuari (Lahan Bekas Tambang) .....	45
4.3 Parameter Pengaruh RFCS ke Perairan .....	45
4.3.1 Analisis Kualitas Air .....	46
4.3.2 Analisis Kelimpahan Plankton.....	61
4.4 Parameter Produktivitas Ikan Nila .....	68
4.4.1 <i>Survival Rate</i> (SR) .....	69
4.4.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak .....	71
4.4.3 Pertumbuhan Bobot Mutlak .....	73
4.4.4 <i>Total Weight Gain</i> (TWG) .....	75
4.4.5 <i>Average Daily Gain</i> (ADG) .....	76
4.4.6 <i>Spesific Growth Rate</i> (SGR) .....	77
4.4.7 <i>Feed Conversion Rate</i> (FCR) .....	79
4.5 Hubungan Kualitas Kualitas Air dan Produktivitas Ikan .....	80
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	87
5.1 Kesimpulan .....	87
5.2 Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	89
<b>LAMPIRAN</b> .....	103

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Lahan Kuari Hasil Tambang .....	8
2.2 Profil Tanah .....	9
2.3 Tampak Lahan <i>Rice-Fish Culture</i> (RFC) .....	14
2.4 Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758) .....	15
2.5 Ikan Nila Larasati .....	18
2.6 Grafik Pertumbuhan Beberapa Strain Ikan Nila .....	18
3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	29
3.2 Pembuatan Petakan RFCS .....	30
3.3 Tanah Lahan Bekas Tambang .....	30
3.4 Perlakuan Tanah pada Petakan RFCS .....	31
3.5 Bentuk dan Ukuran Caren Keliling pada Petakan RFCS .....	31
3.6 Benih Ikan Nila Merah .....	32
3.7 Penanaman Padi pada Kolam RFCS .....	33
3.8 Pakan Pelet CP Prima T 78-2 .....	34
3.9 Denah Penelitian .....	37
4.1 Nilai Suhu Air Pagi Hari .....	47
4.2 Nilai Suhu Air Sore Hari .....	48
4.3 Nilai Oksigen Terlarut Pagi Hari .....	50
4.4 Nilai Oksigen Terlarut Sore Hari .....	51
4.5 Tingkat Kecerahan pada Kolam RFCS .....	52
4.6 Nilai pH pada Kolam RFCS .....	54
4.7 Nilai Amonia pada Kolam RFCS .....	55
4.8 Nilai Nitrit pada Kolam RFCS .....	57
4.9 Nilai Nitrat pada Kolam RFCS .....	58
4.10 Nilai Fosfat pada Kolam RFCS .....	60
4.11 Kelimpahan Fitoplankton pada Kolam RFCS .....	62
4.12 Genus Fitoplankton dalam Kolam RFCS .....	64
4.13 Kelimpahan Zooplankton pada Kolam RFCS .....	66
4.14 Genus Zooplankton dalam Kolam RFCS .....	68

4.15 <i>Survival Rate</i> Ikan Nila Merah pada Kolam RFCS .....	69
4.16 Grafik Hasil <i>Survival Rate</i> Ikan pada Kolam RFCS .....	70
4.17 Pertumbuhan Panjang Ikan Nila Merah pada Kolam RFCS .....	71
4.18 Grafik Hasil Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan pada Kolam RFCS ..	72
4.19 Pertumbuhan Bobot Ikan Nila Merah pada Kolam RFCS .....	73
4.20 Grafik Hasil Bobot Mutlak Ikan pada Kolam RFCS .....	74
4.21 Grafik Hasil <i>Total Weight Gain</i> Ikan pada Kolam RFCS .....	75
4.22 Grafik Hasil <i>Average Daily Gain</i> Ikan pada Kolam RFCS .....	76
4.23 Grafik Hasil <i>Spesific Growth Rate</i> Ikan pada Kolam RFCS .....	78
4.24 Grafik Hasil <i>FeedConversion Ratio</i> Ikan pada Kolam RFCS .....	79
4.25 Perbedaan Ukuran Ikan Nila Merah Tebar dan Panen .....	85



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Batas Kisaran Nilai pH Tanah .....	11
2.2 Kriteria Penilaian Sifat – Sifat Kimia Tanah .....	12
2.3 Persyaratan Kualitas Air Ikan Nila .....	16
2.4 Benih Ikan Nila Hitam ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Kelas Benih Sebar ....	19
3.1 Parameter Kualitas Air .....	35
3.2 Parameter Produktivitas Ikan Nila.....	37
4.1 Hasil Uji Fisik Kimia TLBT dan TP .....	39
4.2 Kriteria Jenis Tanah yang Sesuai untuk Pertambakan .....	44
4.3 Hasil Uji Kualitas Air Kolam Kuari .....	46
4.4 Kisaran Nilai Kualitas Air Kolam RFCS .....	46
4.5 Rata-Rata Kelimpahan dan Kontribusi Filum Fitoplankton .....	63
4.6 Rata-Rata Kelimpahan dan Kontribusi Filum Zooplankton .....	67

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja .....	103
2. Data dan Analisis Statistik Suhu .....	104
3. Data dan Analisis Statistik Oksigen Terlarut .....	108
4. Data dan Analisis Statistik Kecerahan .....	112
5. Data dan Analisis Statistik pH .....	114
6. Data dan Analisis Statistik Amonia .....	116
7. Data dan Analisis Statistik Nitrit .....	118
8. Data dan Analisis Statistik Nitrat .....	120
9. Data dan Analisis Statistik Fosfat .....	122
10. Data dan Analisis Statistik Fitoplankton .....	124
11. Data dan Analisis Statistik Zooplankton .....	129
12. Data dan Analisis Statistik <i>Survival Rate</i> Ikan Nila .....	132
13. Data dan Analisis Statistik Pertumbuhan Panjang Ikan Nila .....	134
14. Data dan Analisis Statistik Pertumbuhan Bobot Ikan Nila .....	138
15. Data dan Analisis Statistik <i>Total Weight Gain</i> .....	142
16. Data dan Analisis Statistik <i>Average Daily Gain</i> .....	143
17. Data dan Analisis Statistik <i>Specific Growth Rate</i> .....	144
18. Data dan Analisis Statistik <i>FeedConversion Ratio</i> .....	145
19. Dokumentasi Penelitian .....	146

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Tuban merupakan daerah yang memiliki kawasan batuan karst dengan luasan sekitar 1500 km<sup>2</sup> (Rahmadi dan Wiantoro, 2008), kawasan ini dimanfaatkan untuk melakukan penambangan batu kapur maupun tanah liat sebagai bahan baku utama produksi semen. Bappenas (2013) melaporkan pertumbuhan produksi semen Indonesia meningkat 6,7% pada triwulan I tahun 2013 (12.694,9 ribu ton) dibandingkan tahun 2012 pada triwulan yang sama (11.896,3 ribu ton). Tingginya produksi semen tersebut meningkatkan permintaan bahan baku.

Penggalian adalah aktivitas utama yang terkait dengan pembuatan semen (WBCSD, 2011). Sistem penambangan yang digunakan yaitu tambang terbuka dengan metode kuari (*quarry*) yang biasanya diterapkan untuk menambang batuan atau endapan mineral industri yang terletak pada suatu daerah yang relatif datar (Parascita *et al.*, 2015). Penambangan tanah liat mengakibatkan terdegradasinya lahan sehingga mengubah topografi dan komposisi tanah permukaan yang membuat cekungan-cekungan di permukaan bumi dan berisi air (Herjuna, 2011).

Salah satu masalah utama penambangan tanah liat adalah tidak efisiennya pemanfaatan lahan pascatambang yang sudah tidak produktif lagi, seperti kurangnya upaya reklamasi dan rehabilitasi lahan pasca-produksi yang terjadi di Rusia dan Ghana (Peshkova *et al.*, 2016). Rehabilitasi adalah proses pengembangan lahan sesuai dengan fungsi awalnya baik secara lingkungan maupun estetika, pada bidang penambangan dan pabrik semen rehabilitasi merupakan proses yang berkelanjutan selama tahap operasi (WBSCD, 2005).

Beberapa contoh pemanfaatan lahan kuari pada lahan bekas tambang di beberapa negara yaitu restorasi hutan tropis di Kosta Rika dengan penanaman 6.000 pohon untuk menghutankan 12 hektar tambang tanah liat dan 50 hektar direhabilitasi melalui regenerasi alami. Kemudian pemulihan kuari pabrik semen Bamburi (Kenya) selama 40 tahun terakhir menghasilkan kayu sebagai *biofuel*,

budidaya ikan sebagai sumber pangan yang berkelanjutan, pembibitan, tempat perlindungan bagi spesies hewan lokal dan fasilitas pendidikan untuk lokal. Proyek rehabilitasi kuari kapur Sitapuram yang terletak di Dondapadu, di Distrik Nalgonda, di India Tenggara yaitu mengubah lubang tambang menjadi danau, yang meliputi kolam kecil dan waduk air besar. Ketersediaan air ini bermanfaat bagi masyarakat lokal yang sering menghadapi kelangkaan air dan dapat menggunakannya untuk irigasi pertanian dan budidaya ikan (WBCSD, 2011).

Kuari lahan bekas tambang tanah liat pada area industri semen di Kabupaten Tuban telah menjadi kolam resapan air. Pengelolaan disekitar lahan kolam adalah dengan melakukan penanaman pohon jati dan lamtoro yang merupakan hasil kerjasama antara perusahaan semen dan pihak Perhutani. Namun pengelolaan ini belum dapat dirasakan manfaatnya langsung bagi masyarakat sekitar yang sebagian besar merupakan petani sawah. Berdasarkan potensi yang dimiliki yaitu melimpahnya sumberdaya air dan kegiatan utama masyarakat yaitu dalam bertani padi, maka perlu adanya studi untuk menentukan jenis kegiatan yang menggabungkan aktivitas pertanian, perikanan dan penambangan. Salah satu kegiatan yang berpotensi untuk dilakukan adalah *Rice-Fish Culture System* (RFCS).

*Rice-Fish Culture System* adalah pemeliharaan padi dan ikan secara bersamaan dan satu pilihan terbaik untuk meningkatkan produksi pangan dari lahan terbatas melalui pertanian ekologi. Manfaat minapadi adalah menghasilkan ikan tambahan di sawah, ikan mengendalikan gulma dan hama di sawah, memungkinkan pengelolaan hama terpadu (PHT), dan pemupukan dari kotoran ikan yang meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman padi (Tsuruta *et al.*, 2011). Jenis ikan yang yang dibudidayakan dengan sistem minapadi sebagian besar adalah ikan nila (Lantarsih, 2016). Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mampu mencerna makanan secara efisien, memiliki pertumbuhan yang cepat, resisten terhadap penyakit, daya adaptasi luas dan toleransinya yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan (Djunaedi *et al.*, 2016).

Budidaya minapadi merupakan usahatani inovatif dimana padi merupakan usaha utama sedangkan budidaya ikan merupakan usaha untuk menjamin tambahan pendapatan petani (Rahman *et al.*, 2012). Oleh karena itu perlu

diketahui produktivitas dari ikan yang dibudidayakan pada sistem minapadi tersebut, menurut Sujaya *et al.* (2018), produktivitas didefinisikan sebagai rasio dari *output* terhadap *input*.

Produktivitas ikan budidaya dapat diukur melalui parameter *Total Weight Gain* (TWG) yaitu pertambahan total biomassa ikan yang dibudidayakan (Akinwale dan Faturoti, 2007), namun menurut Alagaraja (1991), beberapa parameter yang ditambahkan dalam penelitian produktivitas biota budidaya. Alatore-Jacome *et al.* (2012) menambahkan parameter *Survival Rate* (SR), pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR).

*Survival rate* adalah persentase ikan yang hidup hingga akhir masa pemeliharaan (Gunadi *et al.*, 2016). Pertumbuhan adalah pertambahan ukuran baik panjang maupun berat pada selang waktu tertentu (Fujaya, 2004). *Average Daily Gain* (ADG) adalah rata-rata pertambahan berat ikan selama masa pemeliharaan yang bernilai mutlak dengan satuan gram/hari, sedangkan untuk merincikan jumlah pertambahan berat perharinya digunakan perhitungan laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*) dalam satuan %/hari (Hossain *et al.*, 2017). Faktor peningkatan produktivitas juga dilihat dari rasio konversi pakan yang merupakan jumlah pakan yang dimakan untuk menghasilkan satu kilogram berat ikan (Iskandar dan Elrifadah, 2015).

Berdasarkan hal tersebut, diharapkan penelitian analisis produktivitas budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *Rice-Fish Culture System* pada area bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban mampu menjadi solusi dalam pemanfaatan area sekitar lahan bekas tambang tanah liat agar tata guna lahannya semakin meningkat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pengelolaan lahan bekas tambang tanah liat di Kabupaten Tuban dalam upaya reklamasi dan rehabilitasi harus mengacu berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Tuban Nomor 09 tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tuban Tahun 2012-2032, visi penataan ruang wilayah Kabupaten

Tuban yaitu terwujudnya ruang wilayah Kabupaten Tuban berbasis industri yang ramah lingkungan dengan penyangga pertanian, perikanan dan penambangan.

Kegiatan yang dilakukan adalah *rice-fish culture system* dan kesesuaian lahan bekas tambang sebagai media budidaya akan dianalisis melalui produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan. Parameter produktivitas yang diukur adalah *Survival Rate* (SR), pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR), serta kualitas air yang meliputi fisika, kimia, dan biologi air (Alatorre-Jacome *et al.*, 2016). Berdasarkan informasi yang telah disampaikan diatas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas air kolam budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *rice-fish culture system* pada lahan bekas tambang industri semen.
2. Bagaimana produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dalam *rice-fish culture system* pada lahan bekas tambang industri semen.
3. Bagaimana potensi lahan bekas tambang industri semen dapat digunakan sebagai media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *rice-fish culture system*.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada miniatur petakan sawah yang berjarak  $\pm 100$  meter dari kolam kuari lahan bekas tambang tanah liat.
2. Miniatur petakan sawah akan dilapisi terpal yang dibentangkan mulai dari dasar kolam hingga ke bagian tertinggi dari dinding kolam untuk mengeliminasi pengaruh lingkungan luar.
3. Produktivitas ikan nila diukur pada usia pembesaran selama 40 hari.
4. Pengambilan sampel ikan nila dan sampel air dilakukan di kolam budidaya dengan *rice-fish culture system*.
5. Pengamatan ini tidak meliputi pengambilan data mengenai pertumbuhan padi yang digunakan dalam *rice-fish culture system*.



#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kualitas air kolam budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *rice-fish culture system* pada lahan bekas tambang industri semen.
2. Mengetahui produktivitas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dalam *rice-fish culture system* pada lahan bekas tambang industri semen.
3. Mengetahui potensi lahan bekas tambang industri semen dapat digunakan sebagai media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam *rice-fish culture system*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada para pemangku kepentingan di sekitar lahan bekas tambang melalui kajian akademis bahwa *Rich-Fish Culture System* dapat digunakan sebagai salah satu upaya dalam reklamasi dan rehabilitasi lahan bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban, sehingga lahan dapat dioptimalkan sesuai dengan visi penataan ruang wilayah Kabupaten Tuban. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi rekomendasi penggunaan lahan yang bermanfaat dalam peningkatan pendapatan bagi masyarakat sekitar.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tambang Tanah Liat**

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara, definisi pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang (Setyowati *et al.*, 2017). Penambangan adalah ekstraksi mineral berharga atau bahan geologi lainnya dari bumi. Tambang adalah jenis tambang terbuka dari batu atau mineral yang diekstraksi (ESAT, 2005).

Tanah liat merupakan suatu bahan tambang yang digunakan untuk campuran bahan baku pembuatan semen, terlebih khusus sebagai sumber  $Al_2O_3$  (Prabowo, 2007). Menurut Peraturan Pemerintah No. 27 tahun 1980 pasal 3 tentang penggolongan bahan galian menyatakan bahwa tanah liat atau lempung termasuk ke dalam bahan galian C, yaitu tidak memerlukan pemasaran internasional, penambangan mudah, dan tidak memerlukan teknologi tinggi karena terdapat dipermukaan bumi.

Peningkatan produksi semen menentukan perlunya pembesaran pertambangan tanah liat dan batu kapur. Tanah liat merupakan sumber daya mineral lunak dan ekstraksi tanah liat hampir sepenuhnya otomatis dengan menggunakan ekskavator (Peshkova *et al.*, 2016). Penambangan tanah liat merupakan salah satu kegiatan pertambangan yang dapat berakibat kerusakan lingkungan. Sistem penambangan yang digunakan yaitu tambang terbuka dengan metode kuari (*quarry*) sehingga membentuk cekungan berbentuk lubang bekas penambangan setelah lahan tersebut selesai ditambang (Parascita *et al.*, 2015). Kerusakan lahan pasca tambang antara lain: perubahan *landscape* yang biasanya menimbulkan cekungan-cekungan, hilangnya unsur tanah, menurunnya kesuburan

tanah, dan perubahan iklim kawasan merupakan dampak operasionalisasi tambang yang harus ditanggulangi (Haridjaja *et al.*, 2011).

## 2.2 Lahan Kuari (*Quarry Land*)

Lahan kuari (*Quarry land*) bekas tambang tanah liat merupakan suatu lahan yang pernah dijadikan lahan tambang. Salah satu lokasi penambangan tanah liat berada di Desa Temandang, Kecamatan Merakurak, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Cekungan yang terjadi akibat proses penambangan dan menjadi penahan air dalam jumlah besar biasanya disebut kolam (Parascita *et al.*, 2015). Pada umumnya lahan kuari memiliki karakteristik berbeda dari kondisi awal sebelum ditambang. Selain merusak kondisi awal tanah, pertambangan juga dapat mempengaruhi kinerja fungsi hidrolis dalam tanah, dan dapat menurunkan tingkat produktivitas tanah (Patiung *et al.*, 2011).

Degradasi lahan tambang meliputi perubahan bentang alam, perubahan kondisi fisik, kimia dan biologi tanah, iklim mikro serta perubahan flora dan fauna (Siswanto *et al.*, 2012). Kerusakan sifat fisika dan kimia tanah diakibatkan oleh penggalian top soil untuk mencapai lapisan bahan tambang yang lebih dalam sehingga mengubah topografi dan komposisi tanah permukaan (Herjuna, 2011). Berdasarkan hal tersebut perlu adanya kegiatan untuk memanfaatkan lahan kuari sebagai upaya reklamasi dan rehabilitasi.



Gambar 2.1 Lahan Kuari Hasil Tambang (dokumentasi pribadi)

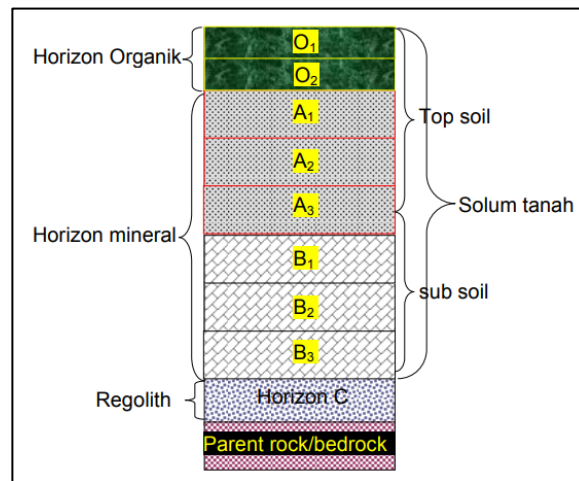
Beberapa contoh pemanfaatan *quarry land* atau kuari pada lahan bekas tambang di beberapa negara yaitu restorasi hutan tropis di Kosta Rika dengan

penanaman 6.000 pohon untuk menghutankan 12 hektar tambang tanah liat dan 50 hektar direhabilitasi melalui regenerasi alami. Selain itu, kuari kapur Sitapuram yang terletak di Dondapadu, di Distrik Nalgonda, di India Tenggara. Proyek rehabilitasi yang dilakukan terdiri dari mengubah lubang tambang menjadi danau, yang meliputi kolam kecil dan waduk air besar. Ketersediaan air ini bermanfaat bagi masyarakat lokal yang sering menghadapi kelangkaan air dan dapat menggunakan waduk untuk irigasi pertanian dan budidaya ikan (WBCSD, 2011).

## 2.3 Profil dan Sifat Tanah

### 2.3.1 Profil Tanah

Penampang tegak dari tanah menunjukkan susunan horizon tanah yang disebut profil tanah. Profil tanah yang sempurna berturut-turut dari atas ke bawah memiliki horizon O, A, B, dan C. Berikut ini adalah gambar profil tanah seperti terlihat pada Gambar 2.2 di bawah ini (Sugiharyanto dan Khotimah, 2009).



Gambar 2.2 Profil Tanah (Sugiharyanto dan Khotimah, 2009)

Keterangan:

1. *Horizon organik:* Lapisan tanah yang sebagian besar terdiri dari bahan organik segar maupun sudah membusuk, terbentuk paling atas di atas horizon mineral.
2. *Horizon mineral:* Lapisan tanah yang sebagian besar mengandung mineral, terbentuk pada horizon A dan B, di atas sedikit horizon C. Horizon ini memiliki ciri sebagai berikut: a) Akumulasi basa, lempung besi, aluminium, dan bahan organik, b) Terdapat residu lempung karena larutnya karbonat dan garam-garam,

c) Hasil perubahan (alterasi) dari bahan asalnya, d) Berwarna kelam, e) Teksturnya berat dan strukturnya lebih rapat.

3. *Regolith*: Lapisan batuan yang cukup besar yang terbentuk oleh pelapukan batuan induk, sementasi, gleisasi, sedimentasi, dan sebagainya.

4. *Lapisan O1*: Lapisan tanah yang mayoritas berwarna kehitaman sesuai dengan vegetasi penutup (pengaruh dari humus). Sering pula dengan bahan asal, misalnya tulang daun, batang, sisa rubuh hewan. Lapisan ini dinamakan juga lapisan mulsa.

5. *Lapisan O2*: Lapisan tanah sisa organikme yang terurai melalui pelapukan sehingga tidak seutuhnya menampilkan lagi bahan asalnya. Lapisan ini disebut juga lapisan humus.

6. *Lapisan A1*: Lapisan tanah yang strukturnya lemah, warna bagian atas masih tersamar-samar dipengaruhi kandungan lapisan organik dan kandungan mineral masih campur dengan bahan organik.

7. *Lapisan A2*: Lapisan tanah yang sudah ditemukan mineral silika tanah (kuarsa  $\text{SiO}_2$ ). Tanah agak gumpal, warna cerah (kepuatan) karena mineral terlarut ke bawah, tekstur kasar, struktur lebih longgar Lapisan ini disebut horizon eluviasi, artinya banyak mengalami pencucian (pada musim hujan air yang meresap ke dalam tanah melarutkan mineral).

8. *Lapisan B1*: Horizon peralihan dimana mineral-mineral bahan induk masih nampak dan pencucian masih kecil.

9. *Lapisan B2*: Horizon yang paling maksimal, karena terjadi akumulasi  $\text{Fe}+\text{Mg}+\text{Al}$ . Tekstur halus (berat), struktur gumpal (paling padat), dan warna coklat-merah.

10. *Lapisan B3*: Horizon peralihan dari B ke C atau R. Butirbutir mineral dari batuan induk masih nampak (percampuran antara B dengan C).

11. *Lapisan C*: Horizon mineral bukan dalam bentuk batuan, tetapi tersusun bahan-bahan tersendiri dan relatif tidak terpengaruh oleh proses perkembangan tanah.

12. *Lapisan R*: Lapisan yang belum terurai, masih dalam bentuk batuan induk (asli) yang disebut juga *parent rock* atau *bedrock*.

13. *Top soil*: Lapisan tanah paling atas yang subur dan banyak mengandung bahan organik.

14. *Sub soil*: Lapisan tanah di bawah lapisan organik dan memiliki profil yang masih jelas dan yang belum berkembang.

15. *Solum tanah*: Tubuh tanah yang mengalami perkembangan secara genetik. Tubuh tanah meliputi lapisan organik sampai di atas lapisan C.

### 2.3.2 Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia seperti pH, kadar abu, kadar N, P, K, kejenuhan basah (KB), dan hara mikro merupakan informasi yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan lahan dan pemupukan pada tanah. Pentingnya pH tanah menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, umumnya unsur hara mudah diserap akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air, menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun dan mempengaruhi perkembangan mikroorganisme. Bakteri, jamur yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman akan berkembang baik pada pH >5,5 apabila pH tanah terlalu rendah maka akan terhambat aktivitasnya (Hardjowigeno, 2007). Adapun batas kisaran nilai pH tanah disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Batas Kisaran Nilai pH Tanah

No	Nilai pH	Kategori
1	< 4,4	Sangat Masam (Ekstrim)
2	4,5 – 5,0	Sangat Masam (Ekstrim)
3	5,1 – 6,5	Asam
4	6,6 – 7,3	Netral
5	7,4 – 8,4	Alkalin
6	8,8 – 9,0	Sangat Alkalin
7	> 9,1	Sangat Alkalin (Ekstrim)

Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1983)

Komponen kimia tanah berperan terbesar dalam menentukan sifat dan ciri tanah umumnya dan kesuburan tanah pada khususnya. Bahan aktif dari tanah yang berperan dalam menyerap dan mempertukarkan ion adalah bahan yang berada dalam bentuk koloidal, yaitu liat dan bahan organik. Kedua bahan koloidal ini berperan langsung atau tidak langsung dalam mengatur dan menyediakan hara

bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman di pengaruhi oleh macam-macam faktor antara lain: sinar matahari, suhu, udara, air dan unsur-unsur hara tanah (N, P, K, dan lain-lain) (Hardjowigeno, 2003). Adapun kisaran nilai sifat-sifat kimia tanah disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Penilaian Sifat – Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia Tanah	Satuan	Tingkatan				
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-Organik	%	< 1.00	1.00-2.00	2.01-3.00	3.01-5.00	> 5.00
Nitrogen	%	< 0.10	0.11-0.20	0.21-0.50	0.51-0.75	> 0.75
C/N		< 5	5-10	11-15	16-25	> 25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> HCl	mg/100g	< 10	10-20	21-40	41-60	> 60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Bray-1	Ppm	< 11	10-15	16-25	26-35	> 35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen	Ppm	< 12	10-25	26-45	46-60	> 60
Kapasitas Tukar Kation (KTK)						
Kalium (K)	me/100g	< 0.1	0.1-0.2	0.3-0.5	0.6-1.0	> 1.0
Natrium (Na)	me/100g	< 0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-1.0	> 1.0
Magnesium (Mg)	me/100g	< 0.4	0.4-1.0	1.1-2.0	2.1-8.0	> 8.0
Kalsium (Ca)	me/100g	< 0.2	0.2-5	5-10	11-20	> 20
Kejenuhan Basa	%	< 20	20-35	36-50	51-70	> 70

Sumber: Pusat Penelitian Tanah (1983)

#### 2.4 Rice-Fish Culture System (RFCS) dan Manfaatnya

Sistem *rice-fish culture system* adalah sistem pemeliharaan ikan di sawah bersama-sama dengan tanaman padi. Usaha ini di maksudkan untuk memanfaatkan tanah seefisien mungkin untuk meningkatkan pendapatan petani yaitu padi dan ikan (Goncalves, 2014). Sistem mina padi merupakan cara pemeliharaan ikan disekeliling tanaman padi (Nuryasri *et al.*, 2015). *Rice-fish culture* adalah pendekatan terpadu dalam produksi pangan untuk meningkatkan makanan dan pendapatan. Sistem ini dapat dipraktekkan dengan investasi kecil dengan memaksimalkan penggunaan sumber daya yang ada (Oumer *et al.*, 2015).



Sistem pertanian terpadu *rice-fish* dikenal ramah lingkungan dan lebih murah karena sumber daya energi didaur ulang secara berkelanjutan dengan hubungan yang saling menguntungkan antar keduanya, ikan memakan hama yang menyerang padi dan mengendalikan pertumbuhan tanaman gulma (Desta *et al.*, 2014). Dengan adanya pemeliharaan ikan di persawahan, selain dapat meningkatkan kesuburan tanah dan air, juga dapat mengurangi hama penyakit pada tanaman padi. Keberadaan ikan dalam sistem minapadi diduga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi (Sudiarta *et al.*, 2016).

Manfaat budidaya ikan padi menghasilkan ikan tambahan di sawah, ikan mengendalikan gulma dan hama di sawah, memungkinkan pengelolaan hama terpadu (PHT), dan pemupukan dari kotoran ikan yang meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman padi. Budidaya minapadi dapat mempertahankan keseimbangan ekologis di sawah dan mungkin tidak hanya menghasilkan hasil yang lebih tinggi tetapi juga sistem pertanian yang lebih berkelanjutan (Tsuruta *et al.*, 2011). Pengenalan akuakultur ke dalam sistem pertanian ini dipromosikan sebagai alternatif berkelanjutan untuk produksi pangan (Mlelwa, 2016).

*Rice-Fish Culture System* selain mengurangi dampak lingkungan dari bahan kimia pertanian dan membantu membuat pertanian padi lebih menguntungkan, manfaat dari sistem minapadi menurut FAO (2016) yaitu:

- Pakan ikan dan lebih sedikit hama.

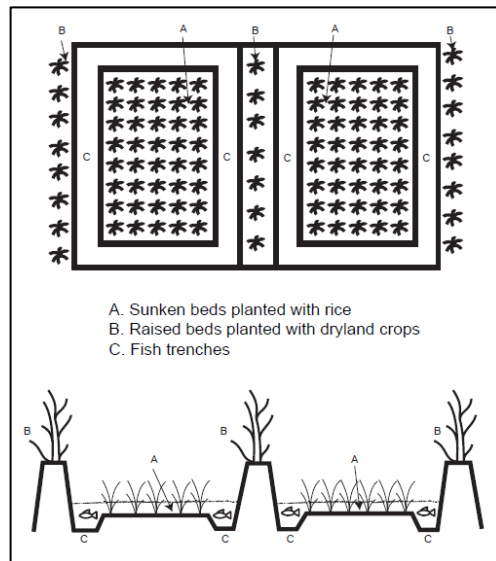
Ikan memakan gulma dan hama, mengurangi kerusakan oleh serangga. Selain meningkatkan budidaya padi, sistem ini juga mengurangi kebutuhan pakan ikan dan mengurangi penggunaan pestisida.

- Pupuk gratis.

Kotoran ikan berfungsi sebagai pupuk, dan pergerakan ikan membantu membalikkan dan melonggarkan tanah, mendorong dekomposisi pupuk dan perkembangan akar.

Salah satu desain dalam sistem minapadi adalah sistem surjan yaitu dengan memanfaatkan tanggul dari sawah untuk menumbuhkan tanaman lahan kering dapat digambarkan sebagai sistem multi-level (Gambar 2.3) yang ditemukan di daerah pesisir dengan drainase yang buruk di Jawa Barat,

Indonesia. Parit, sawah dan tanggul membentuk tiga tingkat untuk ikan, padi dan tanaman lahan kering (Koesoemadinata dan Costa-Pierce, 1992).



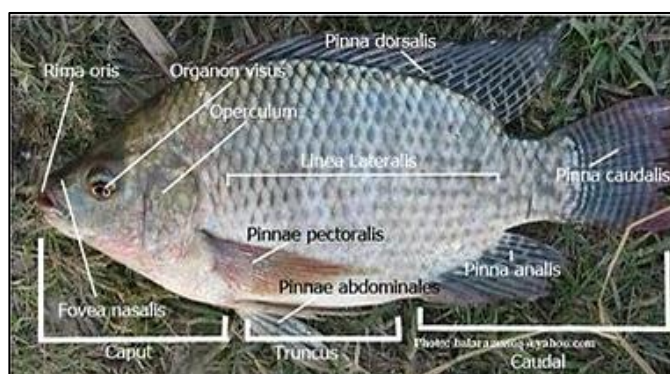
Gambar 2.3 Tampak Lahan *Rice-Fish Culture* (RFC). (a) lahan penanaman padi; (b) tanggul; (c) lahan budidaya ikan (Koesoemadinata dan Costa-Pierce, 1992).

## 2.5 Biologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

### 2.5.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ikan nila merupakan spesies yang berasal dari kawasan Sungai Nil dan danau-danau sekitarnya di Afrika. Klasifikasi ikan nila menurut Froese dan Pauly (2018) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Sub kelas	: Acanthoptherigii
Ordo	: Percomorphi
Sub ordo	: Percoidae
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Species	: <i>Oreochromis niloticus</i>



Gambar 2.4 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758).

Ikan nila merupakan jenis ikan air tawar yang panjang totalnya dapat mencapai 30 cm. Ciri khas pada ikan nila adalah adanya garis vertikal yang berwarna gelap pada sirip ekor sebanyak enam buah. Garis seperti itu juga terdapat pada sirip punggung dan sirip dubur (Suyanto, 1994). Ikan nila memiliki bentuk tubuh ikan nila panjang dan ramping (Gambar 2.4). Gurat sisi (*linea lateralis*) terputus di bagian tengah badan kemudian berlanjut, tapi letaknya lebih ke bawah dari pada letak garis yang memanjang di atas sirip dada. Jumlah sisik pada gurat sisi jumlahnya 34 buah. Tubuh ditutupi dengan sisik cycloid yang relatif besar dan kuat (Ross, 2000). Sirip punggung dan Anal memiliki duri keras dan lunak. Rumus sirip ikan nila (*O. niloticus*) adalah D XVI–XVIII, 12–14; P 12–15, A 9–10, yang berarti sirip dorsal ikan nila terdiri dari 16-18 tulang keras dan 12-14 tulang lunak, sirip perctoral ikan nila terdiri dari 12-15 tulang lunak, dan sirip anal terdairi dari 9-10 tulang lunak. Jumlah duri sirip dan/atau sisik dari spesies yang sama dapat digunakan untuk mengidentifikasi antar strain dan dari satu lingkungan akuatik ke yang lain (El-Sayed, 2006).

### 2.5.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Nila

Ikan nila adalah kelompok ikan air tawar yang berasal secara eksklusif dari Afrika (kecuali Madagaskar) dan dari Palestina (Lembah Yordania dan sungai-sungai pesisir) (El-Sayed, 2006). Nila masuk pertama kali ke Indonesia pada tahun 1969 ke Bogor, yang selanjutnya dikenal dengan ikan nila 69 (Hardiantho, 2007). Habitat ikan nila adalah air tawar, seperti sungai, danau, waduk dan rawa-rawa tetapi karena toleransi ikan nila tersebut sangat luas

terhadap salinitas (*euryhaline*) sehingga dapat pula hidup dengan baik di air payau dan air laut (Kordi, 2010).

Salinitas yang cocok untuk nila adalah 0-35 ppt, pertumbuhan ikan nila secara optimal pada saat salinitas 0-30 ppt. Nila dapat hidup pada salinitas 31-35 ppt, tetapi pertumbuhannya lambat (Mujalifah *et al*, 2018). Ikan ini dapat bertahan hidup dan berkembang biak di dataran rendah hingga dataran tinggi sekitar 500 m dpl (Dana dan Angka 1990). Menurut SNI (2009) kualitas air untuk produksi ikan nila kelas pembesaran di kolam air tenang tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Persyaratan Kualitas Air Ikan Nila

No	Parameter	Satuan	Kisaran
1	Suhu	°C	25-32
2	pH	-	6,5-8,5
3	Oksigen Terlarut	mg/l	≥ 3
4	Amoniak	mg/l	< 0,02
5	Kecerahan	Cm	30-40

Sumber: Standar Nasional Indonesia (2009)

### 2.5.3 Kebiasaan Makan

Ikan nila bersifat omnivora yang cenderung herbivora sehingga lebih mudah beradaptasi dengan jenis pakan seperti plankton hewani, plankton nabati, dan daun tumbuhan yang halus (El-Sayed, 2002). Di perairan alam ikan nila memakan plankton, perifiton, benthos maupun tumbuhan air atau gulma air yang lunak, bahkan cacing pun dimakan (Susanto, 1987). Ikan-ikan kecil diperairan alami mencari makanan di bagian perairan yang dangkal, sedangkan ikan-ikan yang berukuran lebih besar mencari makan di perairan yang dalam. Benih nila dapat memakan alga/ lumut yang menempel di bebatuan tempat hidupnya. Nila juga memakan tanaman air yang tumbuh di kolam budidaya dan juga bisa diberi berbagai pakan tambahan, seperti pelet ketika dibudidayakan (Khairuman dan Amri, 2008).

Haryono (2001) menyatakan bahwa produksi ikan nila yang maksimal memerlukan pemeliharaan yang intensif, yang mana dalam pemeliharaannya

memerlukan pemberian pakan tambahan berupa pellet. Pellet yang diberikan untuk ikan nila harus diimbangi dengan kenaikan berat ikan secara ekonomis, sehingga akan lebih baik apabila bahan pakan yang diberikan berstatus limbah namun masih memenuhi kebutuhan gizi ikan nila.

## **2.6 Ikan Nila Merah Larasati**

Salah satu jenis komoditas yang potensial dibudayakan di tambak dalam rangka pemanfaatan lahan yang tidak produktif adalah ikan Nila, khususnya Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*). Ikan Nila Larasati merupakan benih hibrid generasi ketiga hasil persilangan induk ikan Nila betina strain Gift dengan induk jantan strain Singapura pada kegiatan pemuliaan ikan Nila di Satuan Kerja Perbenihan dan Budidaya Ikan Air Tawar Janti – Klaten (Satker PBIAT, 2009).

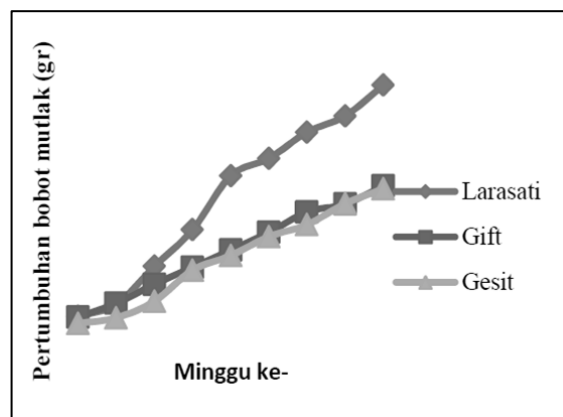
Menurut Syakirin (2013) dalam Djunaedi *et al.* (2016), ikan Nila strain Larasati yang dipelihara pada karamba di sawah yang tidak produktif akibat rob mempunyai pertumbuhan tertinggi dibandingkan dengan ikan strain lain, yaitu Nila Gift dan Sultana. Setiyadi *et al.* (2015), melaporkan bahwa Nila Larasati mendapatkan nilai pertumbuhan tertinggi dibandingkan strain ikan Nila lain. Hal ini menunjukkan bahwa strain benih ikan Nila Larasati memiliki kualitas yang lebih baik sehingga bisa dikatakan lebih unggul dari strain ikan Nila Merah dan ikan Nila Hitam. Hal tersebut didukung oleh pernyataan dari Basuki (2010), bahwa hasil persilangan ikan nila dapat menghasilkan benih yang berkualitas dari pada turunan induknya.

Keunggulan komparatif, terutama pada sifat biologis Ikan nila Larasati memiliki beberapa kelebihan seperti mampu mencerna makanan secara efisien, memiliki pertumbuhan yang cepat serta lebih resisten terhadap penyakit, daya adaptasi yang luas dan toleransinya yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan (Djunaedi *et al.*, 2016). Jangkaru *et al.* (1992) menambahkan pula bahwa pertumbuhan ikan nila berwarna merah memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan ikan nila berwarna hitam. Selain itu, di Indonesia sekarang jenis ikan nila merah yang banyak disukai masyarakat karena dagingnya berwarna lebih putih sehingga mirip dengan daging ikan kakap merah.



Gambar 2.5 Ikan Nila Larasati (Djunaedi, *et al.* 2016)

Salsabila *et al.* (2013) melaporkan budidaya ikan nila dengan sistem minapadi memiliki laju pertumbuhan relatif (RGR) masing-masing strain yaitu Larasati ( $8,94 \pm 1,18$  %/hari), GIFT ( $6,12 \pm 0,23$  %/hari), dan Gesit ( $6,27 \pm 0,49$  %/hari) serta pertumbuhan bobot mutlak meningkat pada minggu ke 4 (hari ke-28) dan minggu ke 5 (hari ke-35) seperti terlihat di Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Grafik Pertumbuhan Beberapa Strain Ikan Nila (Salsabila *et al.*, 2013)

Menurut Rejeki *et al.* (2013), dibandingkan dengan bak beton, pertumbuhan nila di karamba lebih cepat. Di dalam karamba ikan nila larasati dapat mencapai ukuran di atas 250 gram dalam waktu empat bulan dari bobot awal 20 gram, sedangkan di bak beton ikan nila tumbuh relative lebih lambat yaitu bobot awal 50 gram setelah 3 bulan mencapai ukuran sekitar 200 gram walaupun di beri pakan buatan. Nugroho *et al.* (2013) menambahkan bahwa ikan nila mencapai ukuran konsumsi yaitu 125-200 g/ekor. Lama waktu pemanenan juga ditentukan oleh pemilihan benih ikan yang ditebar dalam media budidaya, adapun kelas benih sebar disajikan pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4 Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Kelas Benih Sebar

Kategori	Ukuran (cm)	Umur (hari)
Larva	0,6 – 0,7	7
Kebul	1 – 3	20
Gabar	3 – 5	40
Belo	5 – 8	70
Sangkal	8 – 12	100

Sumber: Standar Nasional Indonesia (2009)

## 2.7 Produktivitas Perikanan

Secara umum produktivitas dapat diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik dengan masukan yang sebenarnya, selain itu juga diartikan sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang dan jasa. Produktivitas mengutarakan cara pemanfaatan secara baik terhadap sumberdaya dalam memproduksi barang (Sinungan, 2005). Menurut FAO (2008), produktivitas adalah tingkat produksi biomassa yang dinyatakan sebagai produksi selama interval waktu tertentu. International Labour Organization (ILO) mendefinisikan produktivitas sebagai berikut: Produktivitas merupakan hasil integrasi 4 elemen utama, yaitu tanah (bangunan), modal, tenaga kerja, dan organisasi.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut di atas secara umum produktivitas mengandung pengertian perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumberdaya yang digunakan. Produktivitas dalam perikanan budidaya biasanya diukur sebagai total biomassa. Namun, dalam banyak kasus diperlukan parameter tambahan untuk sebuah penelitian. Produktivitas dapat diukur melalui parameter *Survival Rate* (SR), pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, *Total Weight Gain* (TWG), *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) (Alatorre-Jacome *et al*, 2016).

## 2.8 *Survival Rate* (SR)

Derajat kelangsungan hidup (SR) adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup hingga akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Menurut Gunadi *et al.* (2016), sintasan (*survival rate*) adalah persentase ikan yang

hidup dari jumlah ikan yang dipelihara selama masa pembesaran tertentu dalam suatu wadah pembesaran.

Sintasan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kualitas air, ketersediaan pakan yang sesuai dengan kebutuhan ikan, kemampuan untuk beradaptasi dan padat penebaran. Tingkat sintasan dapat digunakan dalam mengetahui toleransi dan kemampuan ikan untuk hidup (Effendi 1997). Sintasan sebagai salah satu parameter uji kualitas ikan.

Tingkat kelangsungan hidup ikan nila dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Goddard, 1996):

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

dengan:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah ikan nila yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan nila pada awal penelitian (ekor)

## **2.9 Total Weight Gain (TWG)**

*Total weight gain* adalah perhitungan dari selisih total biomassa pada akhir penelitian dan awal pemeliharaan. Sehingga didapatkan penambahan bobot keseluruhan dalam satu media budidaya. Menurut Akinwale dan Faturoti (2007) parameter *Total Weight Gain* sebagai indikator yang berguna untuk produktivitas sistem. Fungsi kenaikan berat total atau *Total Weight Gain* menunjukkan perolehan biomassa dalam waktu tertentu.

$$TWG = Mt - Mo$$

dengan:

TWG = Pertambahan berat total biomassa

Mt = Total biomassa akhir (gram)

Mo = Total biomassa awal (gram)

## **2.10 Pertumbuhan**

Pertumbuhan adalah penambahan ukuran baik panjang maupun berat. Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor genetik, hormon, dan lingkungan. Faktor



lingkungan yang paling penting adalah zat hara. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal yang meliputi genetik dan kondisi fisiologis ikan serta faktor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. Faktor eksternal tersebut yaitu komposisi kualitas kimia dan fisika air, bahan buangan metabolik, ketersediaan pakan, dan penyakit (Fujaya, 2004).

Besarnya nilai pertumbuhan dalam usaha pembesaran ikan merupakan salah satu parameter yang utama. Pertumbuhan ada dua macam, yaitu pertumbuhan mutlak dan pertumbuhan relatif. Pertumbuhan mutlak ialah pertambahan bobot rata-rata atau panjang rata-rata ikan pada selang waktu tertentu. Pertumbuhan relatif ialah perbedaan ukuran akhir interval dengan ukuran pada awal interval dibagi dengan ukuran pada awal interval (Rounsefell dan Everhart, 1962).

#### 2.10.1 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Ukuran panjang tubuh ikan nila adalah mulai ujung kepala hingga ujung ekor. Pertumbuhan panjang mutlak dapat dihitung dengan menggunakan rumus dari Effendie (1979):

$$Pm = Lt - Lo$$

dengan:

Pm = Pertumbuhan panjang mutlak

Lt = Rata-rata panjang individu pada hari ke-t (cm)

Lo = Rata-rata panjang individu pada hari ke-0 (cm)

#### 2.10.2 Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1979):

$$\Delta W = Wt - Wo$$

dengan:

$\Delta W$  = Pertumbuhan bobot mutlak

Wt = Rata-rata bobot individu pada hari ke-t (g)

Wo = Rata-rata bobot individu pada hari ke-0 (g)

### 2.11 *Average Daily Gain (ADG)*

Menurut Effendi (2003), pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks yang akan dipengaruhi berbagai faktor dimana pertumbuhan akan menunjukkan adanya penambahan panjang, berat dalam suatu satuan waktu. *Average Daily Gain (ADG)* adalah rata-rata penambahan berat ikan selama masa pemeliharaan yang bernilai mutlak dengan satuan gram/hari. Menurut Hossain *et al.* (2017), nilai ADG ikan nila yang diberi pakan komersil adalah sebesar 0,32 gram/hari.

Pertumbuhan rata-rata harian (ADG) dihitung dengan menggunakan rumus dari Effendie (1997):

$$ADG = \frac{Wt - Wo}{t}$$

dengan:

ADG = Pertumbuhan rata-rata harian (gr/hari)

Wt = Berat rata-rata ikan nila pada akhir penelitian (g/ekor)

Wo = Berat rata-rata ikan nila pada awal penelitian (g/ekor)

t = Waktu (Lama pemeliharaan).

### 2.12 *Specific Growth Rate (SGR)*

Laju pertumbuhan spesifik merupakan persentase pertumbuhan harian yang dihitung berdasarkan bobot ikan uji selama penelitian (Purbomartono *et al.* 2009). Perhitungan laju pertumbuhan spesifik dibutuhkan untuk lebih merincikan jumlah penambahan bobot ikan setiap harinya.

SGR digunakan dalam budidaya untuk memperkirakan produksi ikan setelah periode tertentu yang ditunjukkan dalam satuan %/hari. Pertumbuhan spesifik biasanya digunakan pada ikan yang dipelihara selama < 3 bulan. Menurut Hossain *et al.* (2017), nilai SGR ikan nila yang diberi pakan komersil adalah sebesar 1,95% /hari Laju pertumbuhan spesifik (SGR) dihitung dengan menggunakan rumus dari Zonneveld *et al* (1991):

$$SGR = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100\%$$

dengan:

SGR = Laju pertumbuhan harian spesifik (%/hari)

Wt = Berat rata-rata ikan nila pada akhir penelitian (g/ekor)

Wo = Berat rata-rata ikan nila pada awal penelitian (g/ekor)

t = Waktu (Lama pemeliharaan).

### 2.13 *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Faktor peningkatan produktivitas dapat dilihat dari rasio konversi pakan yang merupakan jumlah pakan yang dimakan untuk menghasilkan satu kilogram berat ikan. Semakin kecil nilai konversi pakan berarti tingkat efisiensi pemanfaatan pakan lebih baik, dan sebaliknya. Maka konversi pakan menggambarkan tingkat efisiensi pemanfaatan pakan yang dicapai (Iskandar dan Elrifadah, 2015). Nilai konversi pakan dapat diperoleh dengan membandingkan antara jumlah pakan yang dikonsumsi dengan pertambahan berat ikan uji dan berat ikan uji yang mati selama penelitian berlangsung (Stickney, 1979 dalam Rachmawati *et al*, 2014). Konversi pakan yang cukup baik untuk pemeliharaan ikan adalah antara 2,0-2,5 (Mudjiman, 1984).

Rasio konversi pakan dianggap sebagai salah satu hal yang perlu diperhatikan yaitu dengan nilai konversi yang rendah akan mengurangi biaya produksi karena penurunan pakan, selain itu nilai FCR rendah akan mencegah memburuknya media budidaya sehingga produksi dapat maksimal dan menyebabkan peningkatan keuntungan (Hassaan *et al*, 2015). Menurut Effendie (1997), rasio konversi pakan atau *feed conversion ratio* (FCR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{(Wt + D) - Wo}$$

dengan:

FCR = Rasio konversi pakan

F = Berat pakan yang diberikan (gram)

Wt = Biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (gram)

D = Bobot ikan mati (gram)

Wo = Biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (gram)

## 2.14 Kualitas Air

Keberhasilan suatu kegiatan budidaya perikanan baik pembenihan maupun pembesaran tidak dapat terlepas dari faktor eksternal, meskipun faktor genetik berperan penting dan merupakan faktor utama untuk pertumbuhan ikan namun habitat sebagai tempat bernaung memberikan pengaruh yang tidak sedikit terhadap pertumbuhan dan pembiakan. Melalui kualitas air seperti suhu, tingkat kecerahan, oksigen terlarut, pH, ammonia, nitrit nitrat, phospat dapat mengetahui kondisi perairan masih memungkinkan digunakan untuk kegiatan budidaya.

### 2.14.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat penting bagi ikan dan hewan air lainnya. Suhu yang ideal untuk kehidupan ikan di daerah tropis sekitar 25-32°C (Mulyanto 1992). Menurut Mjoun dan Kurt (2010), suhu optimal bagi pertumbuhan ikan nila adalah antara 22- 29°C. Fluktuasi suhu yang terlalu besar akan menyebabkan beberapa pengaruh terhadap kesehatan ikan karena bila suhu terlalu rendah maka ikan akan kurang aktif, nafsu makan menurun sehingga laju metabolisme pun menurun (Lesmana *et al.*, 2001).

### 2.14.2 Tingkat Kecerahan

Nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, kekeruhan air serta kepadatan plankton suatu perairan. Kecerahan merupakan faktor pembatas bagi organisme fotosintetik (fitoplankton) dan juga kematian pada organisme tertentu (Barus, 2004). Tingkat kecerahan air karena fitoplankton harus dikendalikan dan dapat diukur dengan alat yang disebut *secchi disc*. Kecerahan air yang baik untuk kolam ataupun tambak adalah antara 20 - 35 cm dari permukaan. Bila tingkat kecerahan kurang dari 20 cm berarti plankton terlalu padat. Hal ini berbahaya bagi ikan karena plankton yang pekat tersebut dapat mati serentak dan membusuk dalam air sehingga air menjadi bau dan kekurangan oksigen yang mengakibatkan ikan akan mati (Suyanto, 2010).

### 2.14.3 *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah gas oksigen dalam mg/L yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam air dapat berasal dari hasil fotosintesis

oleh fitoplankton atau tanaman air lainnya, dan difusi dari udara (Odum, 1981). Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki konsentrasi oksigen tidak kurang dari 5 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut kurang dari 4 mg/L menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik (Effendie 2003). Pada kandungan oksigen terlarut kurang dari 4-5 mg/L, nafsu makan ikan berkurang serta pertumbuhannya terhambat. Kandungan oksigen terlarut yang baik dalam perairan adalah 4-7 mg/L (Mulyanto 1992).

#### 2.14.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan kualitas air tersebut bersifat asam atau basa. Tingkat kesuburan perairan dipengaruhi oleh derajat keasaman yang memengaruhi jasad renik, derajat keasaman air berkisar 6-8,5 (Suyanto, 2010). Menurut Zonneveld *et al.* (1991) pH air yang baik digunakan untuk budidaya antara 6,7-8,2.

#### 2.14.5 Amonia

Sumber ammonia di perairan adalah penguraian nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota perairan yang telah mati) oleh bakteri dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi (Effendi, 2003). Di dalam air, ammonia mempunyai dua bentuk senyawa, yaitu bentuk senyawa ammonia bukan ion ( $\text{NH}_3$ ) dan ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) (Boyd dan Lichkoppler 1979). Pada suhu dan pH rendah, kebanyakan amonia dalam air berbentuk ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ion ini relatif tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik. Peningkatan pH atau suhu akan meningkatkan daya racun ammonia, sebab sebagian besar berada dalam bentuk  $\text{NH}_3$  yang sifatnya lebih beracun daripada yang berbentuk ion  $\text{NH}_4^+$ .

#### 2.14.6 Nitrit

Keberadaan nitrit di perairan sangat sedikit dibandingkan nitrat. Nitrit bersifat tidak stabil, berkaitan dengan keberadaan oksigen. Nitrit mudah

dioksidasi menjadi nitrat saat kondisi aerob. Pada air limbah, konsentrasi nitrit jarang melebihi 1,0 mg/l dan pada perairan alami jarang melebihi 0,1 mg/l (Irfim *et al.* 2008). Konsentrasi nitrit umumnya rendah pada kondisi perairan yang teroksigenasi, maksimum sebesar 10 µg/L pada bagian atas hipolimnion (Mortonson dan Brooks, 1980 *dalam* Wetzel 2001).

#### 2.14.7 Nitrat

Nitrat (NO<sub>3</sub>) adalah bentuk utama nitrogen di perairan dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Senyawa ini merupakan hasil proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat disebut juga nitrifikasi. Kandungan nitrat (NO<sub>3</sub>) lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (penyuburan) perairan, yang selanjutnya memacu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (bloomng). Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik (Effendi, 2003). Mackentum (1969) menyatakan fitoplankton memerlukan kadar optimal nitrat berkisar 0,9-3,5 mg/L

#### 2.14.8 Phospat

Fosfat merupakan faktor penting untuk pertumbuhan plankton dan organisme lainnya. fosfat sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, karena itu fosfat dibutuhkan dalam jumlah kecil (sedikit). Fosfat merupakan bentuk fosfor yang yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Konsentrasi fosfat di perairan jauh lebih kecil daripada konsentrasi ammonia dan nitrat (Effendi, 2003). Mackentum (1969) menyatakan fitoplankton memerlukan kadar optimal ortofosfat sebesar 0,09-1,80 mg/L.

#### 2.14.9 Plankton

Plankton adalah hewan laut yang hidup melayang, mengambang dan mengapug di perairan. Pergerakan plankton sangat terbatas, pergerakannya di pegaruhi oleh arus sehingga plankton bergerak kemana arus tersebut bergerak dan

tidak dapat melawan arah arus (Nontji, 2008). Fitoplaknton merupakan produsen primer yang dapat memanfaatkan unsur-unsur hara yang terkandung dalam perairan, hal ini terjadi karena fitoplaknton memanfaatkan unsur-unsur hara tersebut untuk melakukan fotosintesis. Hasil dari fotosistesis tersebut adalah oksigen dan menjadi makanan bagi organisme perairan (Sumich, 1992). Michael (1995) menyatakan zooplankton ditemukan pada semua kedalaman air karena adanya flagel sehingga mereka memiliki kekuatan untuk bergerak yang meskipun lemah, membantunya naik ke atas dan ke bawah. Zooplankton bergerak ke permukaan pada malam hari dan ke arah dasar siang hari.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB 3**

### **METODA PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Juli-Agustus 2018 dengan membuat miniatur petakan sawah *Rice Fish Culture System* (RFCS) di area persawahan lokasi bekas penambangan tanah liat yang berada di Desa Temandang, Kecamatan Merakurak, Kabupaten Tuban, Jawa Timur dan Laboratorium Zoologi dan Rekayasa Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.



Keterangan:

A = Kolam bekas tambang

B = Lokasi penelitian

C = Wilayah persawahan

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Google Earth, 2018).

#### **3.2 Prosedur Penelitian**

##### **3.2.1 Persiapan Lahan**

Media percobaan adalah berupa miniatur petakan sawah yang berupa kolam terpal berukuran 4x3 m yang diisi media tanam tanah dan digenangi air. Langkah-langkah penyiapan media percobaan adalah sebagai berikut:

##### **a. Pembuatan Miniatur Petakan Sawah RFCS**

Persiapan miniatur petakan sawah RFCS dilakukan dengan menggali tanah di wilayah persawahan lahan bekas tambang. Terdapat total 9 kolam dengan ukuran panjang, lebar dan tinggi masing-masing 4m, 3 m dan 1 m (Gambar 3.2). Lubang galian kolam kemudian dialasi terpal kedap air yang dibentangkan mulai

dari dasar kolam hingga ke bagian tertinggi dari dinding kolam. Terpal yang digunakan yaitu kolam terpal A7.



Gambar 3.2 Pembuatan Petakan RFCS

#### b. Penyiapan Media Tanam pada RFCS

Tanah lahan bekas tambang yang digunakan sebagai media tanam di kolam diambil dari lahan bekas tambang tanah liat dan tanah permukaan yang digunakan berasal dari tanah di area persawahan. Tanah yang telah diambil kemudian disiapkan di lokasi penelitian (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Tanah Lahan Bekas Tambang

#### c. Pemasukan Media Tanam ke Petakan RFCS

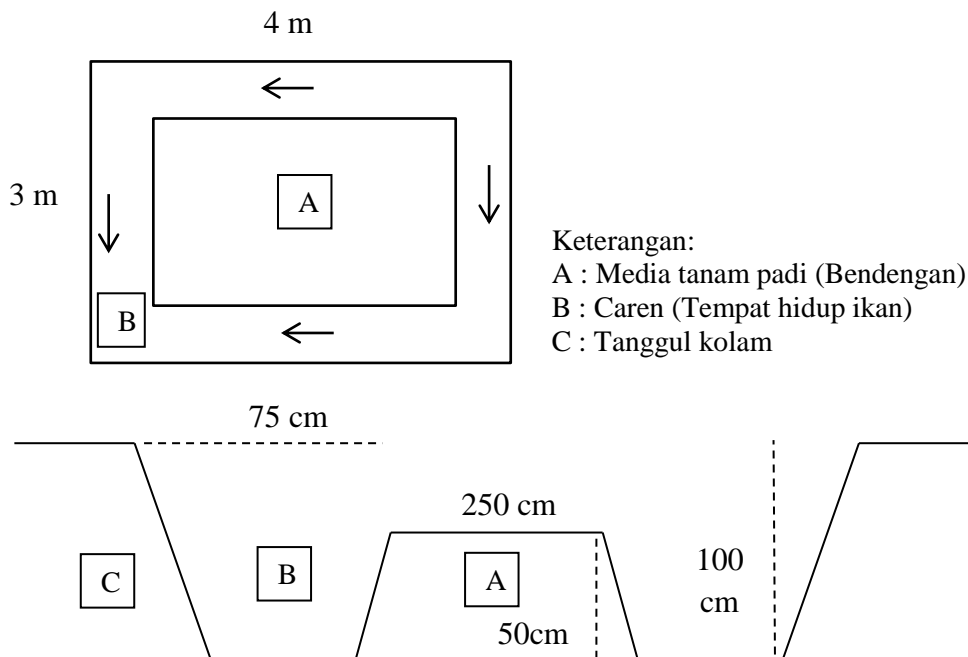
Langkah selanjutnya adalah memasukkan tanah ke dalam setiap petakan RFCS menggunakan campuran tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan yang disesuaikan dengan perbandingan setiap perlakuan, kemudian dilakukan pemupukan dasar dengan pupuk kandang 50 kg/100 m<sup>2</sup>. Untuk masing-masing kolam terpal, dimasukkan tanah dengan ketebalan 60 cm setelah dipadatkan.



Gambar 3.4 Perlakuan Tanah pada Petakan RFCS

d. Pembuatan Caren pada Petakan Sawah

Setelah kolam terisi media tanam, selanjutnya setiap petakan digali untuk membuat caren dikelilingi dalam kolam. Caren dibuat dengan lebar 75 cm dan kedalaman 50 cm, yang berfungsi sebagai tempat perlindungan ikan. Kemudian tanah hasil galian caren diletakkan pada tengah kolam sebagai media tanam bagi padi RFCS, sehingga masing-masing kolam memiliki panjang dan lebar media tanam padi sebesar 2,5x1,5 meter (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Bentuk dan Ukuran Caren Keliling pada Petakan RFCS

Setelah petakan sawah siap, kemudian air dimasukkan ke setiap petakan hingga jenuh dan mencapai kondisi macak-macak. Petakan sawah dengan kondisi

macam-macam ini kemudian dibiarkan terbuka selama 3 hari. setelah itu baru dilakukan penanaman bibit padi.

### 3.2.2 Persemaian Padi dan Aklimatisasi Benih Ikan

Persemaian seluas 5% luas lahan yang akan ditanami. Tanah dibersihkan, diolah sempurna, diratakan, dan dibuat gundukan tanah seluas 2x2 meter. Bibit padi yang digunakan adalah bibit padi yang tahan terhadap air yaitu jenis Ciherang. Bibit padi disemai sesuai dengan metode Jean-Renaud *et al.* (2016) yaitu sebelum ditanam pada kolam sawah bibit padi disemai selama 15 hari.

Benih ikan dipilih jenis ikan yang memiliki pertumbuhan cepat, disukai konsumen, nilai ekonominya cukup tinggi dan tahan terhadap perubahan lingkungan. Maka dipilih benih ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) yang didapatkan dari penjual benih ikan di wilayah Tuban. Benih ikan nila merah (*O. niloticus*) yang dibeli adalah benih yang berukuran panjang 5-6 cm, kemudian diaklimatisasikan terlebih dulu selama 7 hari di kolam terpisah. Pada saat akan dilakukan penebaran, benih ikan nila akan diseleksi kembali.



Gambar 3.6 Benih Ikan Nila Merah

### 3.2.3 Penyaluran Sumber Air

Sumber air yang akan digunakan dalam penelitian adalah air yang berada di kolam kuari lahan bekas tambang tanah liat. Air tersebut akan dialirkan menggunakan pompa dan selang pipa hingga menuju ke masing masing kolam perlakuan. Air dimasukkan dalam kolam hingga ketinggiannya sama dengan media tanam padi yaitu 50-55 cm dari dasar caren.

### 3.2.4 Pengujian Kualitas Tanah Media

Pengujian kualitas tanah media dilakukan dengan mengambil sampel pada tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan. Kemudian tanah diuji dengan parameter sesuai standart laboratorium, mencakup penentuan tekstur tanah, pH tanah,  $\text{PO}_4^-$  (Phospat), N (Nitrogen), C (Karbon), K (Kalium), KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan KB (Kejenuhan Basa) (Correia *et al.*, 2001). Pengujian kualitas tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Universitas Brawijaya.

### 3.2.5 Pengujian Kualitas Sumber Air

Pengujian kualitas sumber air dilakukan dengan mengambil sampel air pada kolam atau cekungan bekas lahan tambang tanah liat yang telah dipenuhi oleh air. Selanjutnya sampel air diuji pada laboratorium berdasarkan parameter fisika (suhu dan kecerahan), dan parameter kimia (pH, DO, amonia, nitrat, nitrit dan orthofosfat). Pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrologi, Universitas Brawijaya.

### 3.2.6 Penanaman Padi di Media Budidaya

Penanaman padi dilakukan dengan menggunakan bibit padi yang telah disemai selama 15 hari dan ditanam dengan jarak tanam 20x20 cm, setiap rumpun terdiri dari 2-3 batang. Pengaturan air macak-macak dilakukan pada saat tanam mencapai 3-4 Hari Setelah Tanam (HST). Tinggi air pada kolam RFCS diusahakan selalu mencapai ketinggian 3-5 cm dari permukaan tanah media tanam padi.



Gambar 3.7 Penanaman Padi pada Kolam RFCS

### 3.2.7 Penebaran Bibit Ikan Nila

Benih yang ditebar berukuran panjang 6,5 cm dan berat 9,12 gram dalam kolam dengan kepadatan 6 ekor/m<sup>2</sup> (Nugroho *et al.*, 2017). Pada satu kolam RFCS memiliki luas caren 8 m<sup>2</sup>, sehingga dalam satu kolam terdapat 50 ekor ikan. Penebaran bibit ikan dilakukan 12 hari setelah masa penanaman padi dalam kolam (Tsuruta *et al.*, 2011). Setelah didapatkan benih ikan didalam bak benih kemudian diletakkan di permukaan kolam RFCS selama 15 menit untuk menyeimbangkan suhu air dalam wadah dan air kolam. Air kolam dimasukkan kedalam bak benih secara perlahan dan ikan dibiarkan berenang ke luar bak dan masuk ke kolam RFCS.

### 3.2.8 Pemeliharaan Ikan Nila

Pemeliharaan ikan nila dilakukan dengan pemberian pakan tambahan berupa pelet CP Prima T 78-2 dengan protein 25-27%. Pakan diberikan dua kali sehari (pukul 07.00 dan 16.00 WIB) sebanyak 5% bobot biomassa. Pemeliharaan ikan nila dengan sistem RFCS ini dilakukan selama 40 hari, berdasarkan penelitian Djunaedi *et al.* (2016), pemberian pakan 5% perhari selama 30 hari dapat menghasilkan laju pertumbuhan 6,04% perhari.



Gambar 3.8 Pakan pelet CP Prima T 78-2

Setiap 10 hari akan dilakukan sampling ikan (10 ekor/kolam) untuk pengukuran parameter panjang dan berat tubuh ikan. Pengukuran kualitas air pada wadah pemeliharaan yang langsung di lapang meliputi suhu, kecerahan, pH, dan DO sedangkan yang diukur di laboratorium meliputi amonia, nitrit, nitrat, dan

phospat setiap 10 hari bersamaan dengan pengambilan sampel untuk analisis plankton yang akan diidentifikasi dan dihitung kelimpahannya. Perhitungan tingkat kelangsungan hidup (SR), pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, *Specific Growth Rate* (SGR), *Average Daily Gain* (ADG), *Total Weight Gain* (TWG), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) dilakukan pada akhir penelitian. Panen ikan dilakukan setelah 40 hari masa pemeliharaan.

### 3.3 Parameter Penelitian

#### 3.3.1 Parameter Pengaruh RFCS ke Perairan

##### a. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air terdiri dari sifat fisika air yaitu suhu dan kecerahan kemudian sifat kimia air yaitu *Dissolved Oxygen* (DO), pH, amonia, nitrit, nitrat, dan phospat selama 40 hari masa pemeliharaan. Pengukuran suhu dan DO dilakukan setiap hari sedangkan parameter lainnya diukur setiap 10 hari sekali (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Parameter Kualitas Air.

No	Parameter	Satuan	Alat Ukur	Frekuensi	Peralatan
1	Suhu air	°C	Termometer	Harian	Termometer
2	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	mg/l	DO meter	Harian	DO meter
3	Tingkat kecerahan	cm	<i>Secchi disk</i>	Per 10 hari	<i>Secchi disk</i>
4	pH		pH meter	Per 10 hari	pH meter
5	Amonia	mg/l	Cuvet	Per 10 hari	Spektrofotometer
6	Nitrit	mg/l	Cuvet	Per 10 hari	Spektrofotometer
7	Nitrat	mg/l	Cuvet	Per 10 hari	Spektrofotometer
8	Phospat	mg/l	Cuvet	Per 10 hari	Spektrofotometer

##### b. Analisis Kelimpahan Plankton

Pengamatan kelimpahan plankton dilakukan setiap 10 hari yaitu dengan mengidentifikasi genus dari fitoplankton maupun zooplankton yang teramati.

Perhitungan kelimpahan plankton dilakukan untuk mengetahui total kelimpahan setiap genus tertentu yang ditemukan selama pengamatan. Metode pengambilan sampel dan pengamatan mengikuti metode Yanuهار *et al.*, (2016) yaitu dengan menyaring 25 liter air kolam menggunakan *plankton net* dengan ukuran no. 25. Air yang tersaring dimasukkan dalam botol film ukuran 60 ml kemudian diberi lugol sebanyak 3 tetes sebagai pengawet. Kemudian diamati menggunakan mikroskop. Nilai kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rice *et al.*, 2012 dalam Yanuهار *et al.*, 2016):

$$N = \frac{T \times V}{L \times v \times p \times W} \times n$$

dengan:

N = Jumlah total plankton (sel/L atau ind/L)

T = Luas *cover glass* (mm<sup>2</sup>)

V = Volume dalam botol film (mL)

L = Luas bidang pandang (mm<sup>2</sup>)

v = Volume air yang diamati (mL)

P = Jumlah lapang pandang

W = Volume air yang disaring (L)

n = Total individu plankton yang ditemukan (sel atau ind)

### 3.3.2 Parameter Produktivitas Ikan Nila

Setelah melakukan pengamatan parameter fisik dan kimia kualitas air selanjutnya dapat dilakukan pengamatan produktivitas ikan *O. niloticus* yang dipelihara. Pada tahap pemeliharaan ikan nila dalam *rice-fish culture system* adapun parameter yang akan diukur sebagai indikator produktivitas budidaya adalah *Survival Rate* (SR), pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, *Total Weight Gain* (TWG), *Average Daily Gain* (ADG), *Specific Growth Rate* (SGR), dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) yang dihitung pada akhir penelitian. Metode pengukuran parameter setiap produktivitas ikan nila dalam RFCS dapat dilihat pada Tabel 3.2.



Tabel 3.2 Parameter Produktivitas Ikan Nila

No	Parameter	Satuan	Waktu Ukur	Metode
1	<i>Survival Rate</i> (SR)	%	Akhir penelitian	Goddard (1996)
2	Pertumbuhan Panjang Mutlak	Cm	Akhir penelitian	Effendie (1979)
3	Pertumbuhan Bobot Mutlak	Gram	Akhir penelitian	Effendie (1979)
4	<i>Total Weight Gain</i> (TWG)	Gram	Akhir penelitian	Akinwole dan Faturoti (2007)
5	<i>Average Daily Gain</i> (ADG)	gram/hari	Akhir penelitian	Effendie (1997)
6	<i>Specific Growth Rate</i> (SGR)	% /hari	Akhir penelitian	Zonneveld <i>et al.</i> (1991)
7	<i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	-	Akhir penelitian	Effendie (1997)

### 3.4 Rancangan Penelitian dan Analisa Data

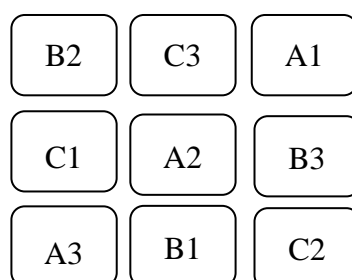
#### 3.4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan sebanyak 3 kali. Penelitian ini menggunakan perlakuan perbedaan rasio komposisi media budidaya dalam *Rice-Fish Culture System* yaitu pemberian Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) dengan perbandingan 1:0, 1:1, dan 0:1 (Kontrol). Rangkaian denah penelitian untuk pemeliharaan ikan dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut:

Perlakuan A : Tanah Lahan Bekas Tambang : Tanah Permukaan = 1:0

Perlakuan B : Tanah Lahan Bekas Tambang : Tanah Permukaan = 1:1

Perlakuan C : Tanah Lahan Bekas Tambang : Tanah Permukaan = 0:1



Gambar 3.9 Denah Penelitian

Keterangan :

A, B, C : Perlakuan

1,2,3 : Ulangan

#### 3.4.2 Analisa Data

Data yang diperoleh akan dilakukan analisa secara statistik dengan menggunakan ANOVA *one-Way* sesuai dengan rancangan yang dipergunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap respon parameter yang diukur atau uji F. Apabila nilai uji F berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ ) untuk mengetahui signifikansi perbedaan tiap perlakuan.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap sifat fisik kimia dari Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) yang digunakan sebagai tanah dasar kolam *Rice-Fish Culture System* (RFCS) dan dilakukan pengukuran kualitas air kolam kuari sebagai sumber air serta kualitas air kolam perlakuan. Menurut Hasibuan *et al.* (2011), tanah dasar kolam merupakan faktor yang sangat penting (utama) dalam budidaya ikan, karena mutu bahan dasar tanah dasar tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas air kolam di atasnya dan kemudian akan berpengaruh kuat terhadap kehidupan (produksi) ikan yang dibudidayakan di dalam kolam tersebut. Sonnenholzner dan Boyd (2000) menambahkan bahwa kolam yang berpotensi untuk menghasilkan ikan yang baik dipengaruhi oleh pH dan bahan organik, nitrogen dan fosfor di dalam tanah.

#### 4.1 Hasil Uji Fisik Kimia Tanah Media

Hasil uji fisik kimia tanah pada media budidaya dalam penelitian analisis produktivitas budidaya ikan nila merah *Oreochromis niloticus* dalam *rice-fish culture system* pada area bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban di sajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Fisik Kimia Tanah Lahan Bekas Tambang dan Tanah Permukaan

No.	Parameter	Satuan	Tanah Lahan Bekas Tambang	Tanah Permukaan
1	pH	H <sub>2</sub> O	6,9	6,3
2		KCl 1N	6,6	5,8
3	C (Carbon) organic	%	0,46	0,08
4	N (Nitrogen) Total	%	0,04	0,03
5	C/N Ratio	-	13	3
6	P (Phospor)	mg/kg	5,09	2,18
7	K (Kalium)	me/100g	0,17	0,13
8	Na (Natrium)	me/100g	0,35	0,37

Lanjutan Tabel 4.1

9	Ca (Kalsium)	me/100g	10,92	8,43
10	Mg (Magnesium)	me/100g	0,05	0,30
11	Jumlah Basa	me/100g	11,49	9,22
12	KTK (Kapasitas Tukar Kation)	me/100g	11,46	14,18
13	KB (Kejenuhan Basa)	%	100	65
14	Pasir	%	37	19
15	Debu	%	45	40
16	Liat	%	18	41
17	Tekstur	-	Lempung	Liat berdebu

Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

Hasil uji sifat kimia fisik Tanah Lahan Bekas Tambang tanah liat (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) tersaji pada Tabel 4.1. Adapun hasil pH tanah pada TLBT lebih tinggi dari pada TP, berdasarkan kisaran nilai pH dari Pusat Penelitian Tanah (1983), pH tanah TLBT bersifat netral sedangkan TP bersifat asam. Hal ini dapat disebabkan dari beberapa sifat kimia lainnya yang mempengaruhi pH tanah seperti kation-kation basa dalam tanah. Dengan kejenuhan basa mencapai 65-100%, pH tanah dapat mencapai lebih dari 6. Keadaan ini diduga disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik yang masih mentah, sehingga menjadi sumber kemasaman tanah tersebut. Menurut Hidayanto *et al.* (2004), kolam budidaya yang produktif mempunyai pH tanah antara netral sampai basa. Tanah dengan pH 7, mengandung banyak garam natrium dan fosfor, sehingga dapat mendukung pertumbuhan alga dasar (kelekap).

Kandungan C organik pada masing-masing lahan juga terukur sangat rendah. Hal ini tentu dikarenakan pada lahan bekas tambang (C-organik: 0,46%) sudah kehilangan tanah pucuk, seperti yang dikemukakan oleh Kurniawan (2012) bahwa rendahnya kadar bahan organik di lahan bekas tambang disebabkan oleh hilangnya lapisan atas tanah (*top soil*) dan lapisan bawah (*sub soil*) pada saat proses awal penambangan, yaitu pada saat pengupasan tanah penutup bahan tambang. Sedangkan rendahnya nilai C-organik pada tanah permukaan (0,08%)

dikarenakan tanah yang digunakan berasal dari lahan persawahan sehingga kandungan bahan organik telah mengalami reduksi, hasil penelitian Setyorini *et al.* (2006) menunjukkan akibat pengelolaan hara yang kurang bijaksana serta pengangkutan jerami sisa panen keluar lahan, sebagian besar lahan sawah terindikasi berkadar bahan organik rendah (C-organik <2%).

Kandungan Nitrogen (N) pada kedua jenis tanah juga terukur rendah, TLBT 0,04% dan TP 0,03%. Keadaan ini disebabkan karena vegetasi penyumbang bahan organik ke dalam tanah miskin akan kandungan unsur N dan suplai bahan organik dari vegetasi yang tumbuh di atas tanah juga sedikit serta bahan organik tersebut belum sepenuhnya mengalami dekomposisi. Nyakpa *et al.* (1988) menyatakan bahwa lapisan olah tanah umumnya mengandung 0,02 – 0,40% N. Banyaknya kandungan N tanah tersebut tergantung dari keadaan lingkungannya seperti iklim dan macam vegetasi. Vegetasi yang tumbuh di atas tanah dan kecepatan dekomposisinya merupakan faktor penyebab perubahan terhadap kandungan N dalam tanah.

Salah satu pertanda kemudahan perombakan bahan organik sedimen adalah dengan menghitung atau menganalisis nisbah C/N. Perbedaan kandungan C organik dan N menyebabkan C/N ratio kedua jenis tanah berbeda, TLBT 13 dan TP 3. Tingginya nilai C/N ratio pada TLBT menunjukkan bahwa bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah berasal dari tumbuhan yang banyak mengandung selulosa dan tingkat dekomposisi bahan organik rendah (Hidayanto *et al.*, 2004). Menurut Rahmi dan Biantary (2014), bahwa nilai C/N bahan organik dalam tanah akan menentukan reaksi/kecepatan dekomposisinya dalam tanah, C/N ratio yang tinggi menunjukkan bahwa dekomposisi belum lanjut atau baru dimulai.

Nilai kandungan Phospor (P) dalam TLBT sebesar 5,09 mg/kg dan TP sebesar 2,18 mg/kg, keduanya termasuk pada kandungan yang rendah. Keadaan ini disebabkan karena tanah tersebut terbentuk dari bahan induk (batuan/mineral) yang miskin unsur P dan kandungan P dalam bahan organik juga rendah. Jumlah P total dalam tanah cukup banyak, namun yang tersedia untuk dapat dimanfaatkan jumlahnya rendah hanya 0,01–0,2 mg/kg tanah, kandungannya sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya rendah (Handayanto dan

Hairiyah, 2007). Kadar fosfor yang sangat rendah dalam larutan tanah pada suatu saat berarti bahwa pencucian memindahkan sedikit fosfor dari dalam tanah (Prabakusuma, 2016). Munawar (2013) menambahkan bahwa P dalam tanah berasal dari desintegrasi mineral yang mengandung P dan dekomposisi bahan organik. Kelarutan senyawa P anorganik dan P organik di dalam tanah umumnya sangat rendah, sehingga hanya sebagian kecil P tanah yang berada dalam larutan tanah (P tersedia).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan kation-kation basa dapat dipertukarkan pada TLBT dan TP tidak berbeda, dimana kandungan masing-masing tanah tersebut pada unsur K yaitu 0,17 me/100g (Rendah) dan 0,13 me/100g (Rendah), Na yaitu 0,35 me/100g (Sedang) dan 0,37 me/100g (Sedang), Ca yaitu 10,92 me/100g (Sedang) dan 8,43 (Sedang), Mg yaitu 0,05 me/100g (Sangat rendah) dan 0,30 me/100g (Sangat rendah). Keadaan pada TLBT ini disebabkan karena di daerah Tuban memiliki curah hujan yang tinggi sehingga kation-kation basa tersebut telah mengalami pencucian. Seperti dinyatakan oleh Yulius *et al.* (1985) bahwa pada tanah muda dimana pelapukan belum lanjut dan pencucian relatif kecil, maka kation basa seperti Ca dan Mg merupakan kation yang banyak menduduki permukaan koloid, namun apabila pelapukan telah lanjut dan pencucian yang besar karena curah hujan yang tinggi, jumlah kation-kation basa berkurang dan mineral yang mengandung kation-kation basa tersebut akan lenyap karena pencucian. Menurut Rahmi dan Biantary (2014), disamping karena faktor kandungan mineral dan proses pencucian, juga dapat disebabkan karena kation-kation basa tersebut berkurang karena diserap oleh tanaman dan tumbuhan (terangkut panen), seperti yang terjadi pada Tanah Permukaan (TP).

Berdasarkan pengukuran kation basa pada masing-masing TLBT dan TP diketahui unsur Ca memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur lainnya, Kousoulaki *et al.* (2010) menyatakan bahwa kalsium merupakan makro mineral utama untuk fisiologis mamalia dan ikan, mempengaruhi mineralisasi tulang, osmoregulasi dan proses enzimatik. Tingginya kandungan kalsium akan menentukan tingkat kerja osmotik (beban osmotik) ikan yang selanjutnya akan mempengaruhi sintasan dan pertumbuhan ikan. Muliani (2016) menambahkan

bahwa tingkat kerja osmotik yang dialami ikan merupakan selisih antara osmolaritas media dan cairan tubuh, semakin tinggi selisih osmolaritas media dan cairan tubuh maka kerja osmotik yang dialami ikan akan semakin tinggi. Tingkat kerja osmotik di luar kisaran media isoosmotik akan menyebabkan ikan melakukan kerja osmotik yang tinggi untuk keperluan osmoregulasi sehingga porsi energi untuk pertumbuhan akan berkurang (Karim 2006). Sehingga pertumbuhan ikan nila merah pada media TLBT dan TP juga akan dipengaruhi oleh perbedaan kandungan kalsium tersebut.

Pada hasil uji laboratorium, nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada TLBT (11,46 me/100g) dan TP (14,18 me/100g) tergolong rendah. Keadaan pada TLBT ini disebabkan partikel penyusun tanah yang didominasi oleh fraksi pasir. Fraksi ini memiliki luas permukaan koloid yang kecil, sehingga KTK tanah rendah. Sedangkan pada TP disebabkan karena mempunyai pH yang rendah dan berpengaruh terhadap KTK tanah. Dijelaskan oleh Hakim *et al.* (1986) bahwa besarnya KTK tanah dipengaruhi oleh sifat dan ciri tanah tersebut yaitu: pH tanah, tekstur atau jumlah liat, dan jenis mineral liat, dan bahan organik. Namun, KTK pada TP lebih tinggi dari TLBT dikarenakan kandungan liat pada TP lebih tinggi, menurut Muklis (2007), semakin tinggi kadar liat atau tekstur semakin halus maka KTK tanah akan semakin besar.

Sedangkan persentase perbandingan antara jumlah miliekuivalen kation basa dengan miliekuivalen KTK disebut dengan Kejenuhan Basa (KB). Nilai kejenuhan basa pada TLBT sebesar 100% yang tergolong sangat tinggi dan ditunjukkan dengan pH yang lebih tinggi dari pada TP. Pada umumnya semakin tinggi kejenuhan basa, maka semakin tinggi pula nilai pH tanah. Kejenuhan basa pada TP sebesar 65%, meskipun TP mempunyai nilai KB yang tinggi, namun tanah tersebut mengandung kation basa yang sangat rendah sampai sedang dan KTK yang rendah. Keadaan ini menunjukkan bahwa kebanyakan permukaan koloid (kompleks pertukaran) tanah tersebut didominasi oleh kation asam terutama Al (Rahmi dan Biantary, 2014).

Berdasarkan uji tekstur tanah yang dilakukan, TLBT didominasi oleh debu dan pasir dan sedikit liat, dengan sifat tanah adalah lempung. Tentu hal ini dikarenakan TLBT diambil dari lahan bekas tambang tanah liat sehingga

kandungan liat lebih sedikit daripada pasir dan berwarna lebih terang. Menurut Yulius *et al.* (1985) bahwa pasir adalah butir-butir terpisah yang berdiri sendiri dan terutama berperan sebagai kerangka tanah. Butiran pasir memiliki luas permukaan yang kecil, karena itu berperan kecil terhadap peristiwa kimia tanah, pori-pori berukuran besar, sehingga aerasi berjalan lancar, tetapi memiliki kemampuan menyimpan air yang sangat rendah. Sedangkan TP memiliki kandungan liat yang tinggi sehingga mampu menahan air. Jenis tanah yang baik untuk usaha pertambakan adalah lempung berpasir (*clay loam*) liat berpasir (*sandy clay*), liat berlumpur (*silty clay*) dan liat (*clay*) (Hidayanto *et al.*, 2004).

Tabel 4.2 Kriteria Jenis Tanah yang Sesuai untuk Pertambakan

Jenis tanah	Kandungan (%)			Pertumbuhan Klekap
	Liat	Pasir	Lumpur	
Liat ( <i>Clay</i> )	50	28	22	Sangat lebat
Liat berlumpur ( <i>Silky loam</i> )	42	14	44	Lebat
Lempung liat berpasir ( <i>Sandy clay loam</i> )	22	63	14	Sedikit
Lempung berpasir ( <i>Sandy loam</i> )	11	79	10	Sangat sedikit

Sumber: Hanafi dan Badayos (1989)

Berdasarkan Tabel 4.2, Tanah Permukaan (TP) memiliki tekstur liat berlumpur, sedangkan Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) bertekstur lempung berpasir. Menurut Afrianto dan Liviawaty (1991), tekstur tanah sangat berpengaruh terutama untuk menahan air dan mencegah intrusi air. Tanah yang baik untuk dijadikan tambak adalah tanah yang liat berlumpur. Tanah demikian sangat keras dan akan mengalami retak-retak bila dikeringkan, Sedangkan dalam keadaan basah mempunyai kemampuan yang baik dalam menahan air. Namun tanah yang paling cocok untuk pembuatan pematang adalah *sandy clay* (tanah liat dan berpasir) atau *sandy loam* (tanah lempung dan berpasir), karena sangat keras dan tidak retak bila kering. Prabakusuma (2016) menambahkan tanah dasar tambak yang baik mengandung paling sedikit 20% lempung dengan kisaran optimal 30-40%. Namun kandungan liat yang terlalu tinggi akan sulit untuk



digarap, dikeringkan, lengket dan lebih mudah erosi. Tipe tanah lempung liat berpasir dan lempung berpasir lebih cocok untuk sistem akuakultur intensif.

Pada tanah yang bertekstur liat berlumpur seperti pada TP merupakan media yang baik untuk pertumbuhan klekap karena banyak mengandung unsur hara sedangkan tanah dengan kandungan pasir yang tinggi seperti pada TLBT sangat miskin unsur hara (Kordi K., 2008). Kemampuan lumpur untuk menyimpan bahan organik lebih besar daripada pasir dikarenakan substrat lumpur memiliki pori-pori yang lebih rapat sehingga bahan organik lebih mudah mengendap dibandingkan substrat pasir yang partikel dan pori-porinya lebih besar yang menyebabkan bahan organik mudah terbawa arus. Hal ini sesuai dengan pendapat EPA (1985) dalam Taqwa *et al.* (2014) bahwa kandungan bahan organik dalam sedimen sangat berhubungan dengan jenis atau tesktur sedimen, tesktur yang berbeda mempunyai kandungan bahan organik yang berbeda pula.

Berdasarkan analisa kimia tanah dan tekstur tanah menunjukkan bahwa Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) memiliki karakteristik yang berbeda dari pada Tanah Permukaan (TP), terutama pada tekstur tanah yang akan mempengaruhi kemampuan keduanya sebagai media pendukung produktivitas ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) dalam *Rice-Fish Culture System* (RFCS). Menurut Sari (2007), pada area *greenbelt* adalah area yang tidak terdapat aktivitas penambangan sehingga banyak tumbuh berbagai vegetasi beragam yang tumbuh liar maupun dibudidayakan, sehingga kimia tanahnya terjaga. Pada area penambangan sifat kimia tanahnya berubah hal ini disebabkan karena adanya kegiatan eksplorasi penambangan, sehingga banyak hilangnya vegetasi baik flora maupun fauna yang ada di area tersebut.

#### **4.2 Hasil Kualitas Air Kolam Kuari (Lahan Bekas Tambang)**

Kolam kuari tanah liat telah menjadi kolam resapan air sehingga memiliki sumberdaya air yang melimpah. Hasil uji kualitas air kolam kuari tanah liat yang dijadikan sumber air media pada kolam budidaya ikan nila merah *Oreochromis niloticus* dengan *rice-fish culture system* pada area bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Uji Kualitas Air Kolam Kuari

<b>Parameter</b>	Suhu (°C)	DO (mg/L)	pH -	NH <sub>3</sub> (mg/L)	NO <sub>2</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)
<b>Hasil Pengukuran</b>	27,5	6,8	8,3	0,0881	0,0015	0,1421	0,0590
<b>Kadar Optimal</b>	25-32 <sup>a</sup>	≥ 3 <sup>a</sup>	6,5-8,5 <sup>a</sup>	≤ 0,1 <sup>b</sup>	0,02 – 0,12 <sup>c</sup>	≤ 5 <sup>d</sup>	≤ 1 <sup>d</sup>

Sumber: Hasil Uji Laboratorium (2018)

Keterangan: a)SNI 7550:2009; b)El-Sayeed (2006); c)Setiadi *et al.* (2018); d)Tatangditu *et al.* (2013)

Hasil uji kualitas air kolam kuari tanah liat yang dijadikan sumber air media budidaya ikan nila merah (*O. niloticus*) dalam RFCS masih dalam kisaran optimal yang baik untuk menunjang kegiatan budidaya ikan air tawar (Tabel 4.3). Kandungan pH yang cukup tinggi tidak terlepas dari karakteristik TLBT dan rendahnya nilai nitrit mengakibatkan rendah pula nilai nitrat pada kolam kuari.

### 4.3 Parameter Pengaruh RFCS ke Perairan

#### 4.3.1 Analisis Kualitas Air

Tanah dasar kolam memiliki pengaruh terhadap kualitas air kolam di atasnya dan kemudian akan berpengaruh terhadap kehidupan (produksi) ikan nila merah yang dibudidayakan di dalam kolam RFCS. Hasil penelitian uji kualitas air pada setiap kolam perlakuan selama masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kisaran Nilai Kualitas Air Kolam RFCS Selama Masa Pemeliharaan

<b>Parameter</b>	<b>Unit</b>	<b>Perlakuan</b>			<b>Kadar Optimal</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Suhu	Pagi	23,3- 26,6	23,2 – 26,8	23,3 -26,3	25 – 32 <sup>a</sup>
	Sore	31,2 – 32,1	31,1- 32,3	28,7 – 30,7	
DO	Pagi	3,2 – 4,1	3,3 – 4,6	3,6 – 4,7	≥ 3 <sup>a</sup>
	Sore	5,4- 6,2	5,4- 6,3	5,7-6,4	
Kecerahan	cm	29,5 – 32	29 – 31,2	29,2 – 31,6	30 – 40 <sup>a</sup>

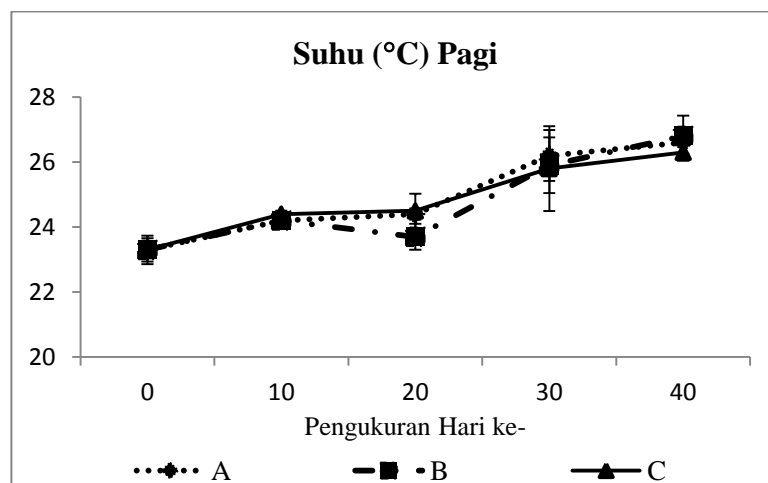
Lanjutan Tabel 4.4

pH	-	7,65 – 7,72	7,52 – 7,65	7,41 – 7,68	6,5 – 8,5 <sup>a</sup>
Ammonia	mg/L	0,085-0,2001	0,0927-0,1538	0,0791-0,133	≤ 0,1 <sup>b</sup>
Nitrit	mg/L	0,0033-0,025	0,0036-0,0349	0,0018-0,0176	0,02 – 0,12 <sup>c</sup>
Nitrat	mg/L	0,1195-0,3524	0,1431-0,409	0,1577-0,4896	≤ 5 <sup>d</sup>
Fosfat	mg/L	0,0502-0,2956	0,0725-0,356	0,0680-0,3745	≤ 1 <sup>d</sup>

Keterangan: a) SNI 7550:2009; b) El-Sayeed (2006); c) Setiadi *et al.* (2018); d) Tatangditu *et al.* (2013)

#### a. Suhu

Suhu pada kolam RFCS yang terukur pada pagi hari selama masa pemeliharaan berkisar antara 23,2-26,8 °C. Suhu air media RFCS pada H0 hingga H40 cenderung meningkat pada semua perlakuan baik A, B, maupun C (Gambar 4.1). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap suhu air kolam budidaya pada pagi hari. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 2.

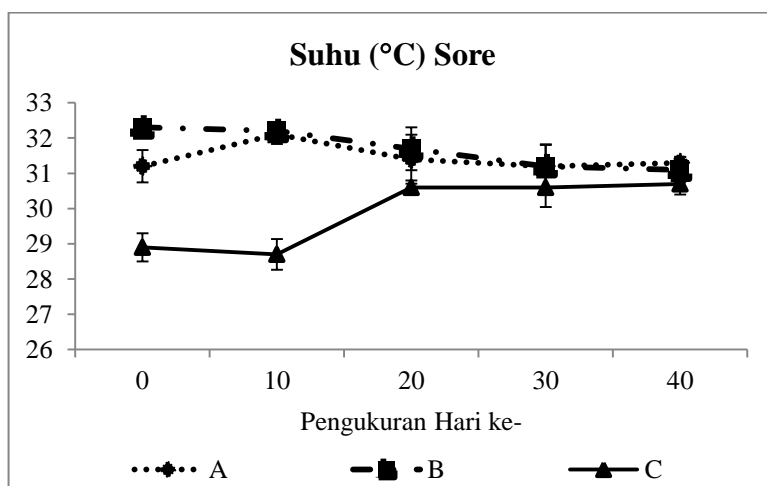


Gambar 4.1 Nilai Suhu Air Pagi Hari pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Sedangkan pengukuran suhu air pada sore hari menunjukkan peningkatan dengan kisaran nilai 28,7-32,3 °C. Suhu pada perlakuan C mengalami fluktuasi

pada H0 dan H10 kemudian meningkat dan cenderung stabil pada H20 hingga H40, namun nilai suhu tetap berada dibawah dua perlakuan lainnya (Gambar 4.2). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap suhu air kolam budidaya saat sore hari pada H0, sedangkan pada H10 didapatkan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan C dengan perlakuan A dan B ( $P < 0,05$ ). Namun pada H20 hingga H40 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) pada semua perlakuan. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan kisaran suhu optimal untuk pemeliharaan ikan nila sesuai SNI 7550:2009 yaitu 25-32 °C maka suhu pada setiap perlakuan mendukung kehidupan ikan nila. Nilai suhu yang diperoleh tidak jauh berbeda pada masing-masing perlakuan dan cenderung stabil, namun perlakuan C sebagai kontrol memiliki nilai suhu yang sedikit lebih rendah dari pada perlakuan A dan B (Gambar 4.2), hal ini dikarenakan beberapa factor, salah satunya adalah tingkat kecerahan akibat kelimpahan plankton pada kolam pemeliharaan, menurut Utojo (2015), plankton membuat tambak menjadi teduh, sehingga ikan atau udang dapat lebih aktif mencari makan di siang hari.



Gambar 4.2 Nilai Suhu Air Sore Hari pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Terdapat peningkatan suhu pada pengukuran pagi ke sore hari, hal ini disebabkan adanya peningkatan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam kolam, namun kenaikan tersebut masih di bawah 10 °C sehingga aman untuk ikan yang dipelihara. Effendi (2003) menyatakan peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2–3 kali lipat. Jika terjadi peningkatan suhu maka akan menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dan pada batas tertentu tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk proses metabolisme serta respirasi. Perbedaan suhu pada pagi dan siang ini juga disebabkan oleh sistem budidaya yang digunakan, Utojo (2015) melaporkan bahwa kondisi suhu tambak tradisional lebih tidak stabil dibandingkan kolam intensif dikarenakan tambak tradisional umumnya lebih dangkal.

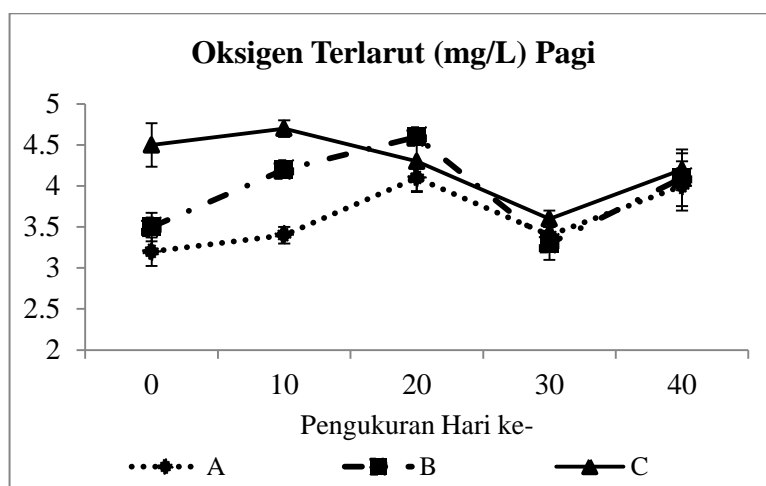
Menurut Arifin (2016), suhu air akan mematikan (*lethal*) ikan nila yaitu berkisar antara 10-11 °C selama beberapa hari, suhu dibawah 16-17 °C akan menurunkan nafsu makan ikan, serta suhu dibawah 21 °C akan memudahkan terjadinya serangan penyakit. Dalam menghadapi kenaikan suhu yang masih dapat ditolerir oleh ikan, akan diikuti dengan kenaikan derajat metabolisme dan kebutuhan oksigen meningkat pula. Secara teori tiap kenaikan suhu sebesar 10°C diatas suhu 13-15 °C akan meningkat dua kali lebih banyak makanan yang dikonsumsi (Lestari dan Dewantoro, 2018). Secara fisiologis, menurut Affandi dan Tang (2002) peningkatan suhu air pada batas tertentu dapat merangsang proses metabolisme ikan dan meningkatkan laju konsumsi pakan sehingga mempercepat pertumbuhan.

Berdasarkan kisaran suhu optimal untuk pemeliharaan ikan nila yaitu 25-32 °C, pada suhu optimum akan mendorong enzim-enzim pencernaan bekerja secara efektif sehingga mempengaruhi aktifitas enzim yang terlibat dalam proses metabolisme, enzim metabolisme berpengaruh terhadap proses katabolisme (menghasilkan energi) dan anabolisme (sintesa nutrient menjadi senyawa baru yang dibutuhkan tubuh). Meningkatnya aktifitas enzim metabolisme menyebabkan laju proses metabolisme akan semakin cepat dan kadar metabolit dalam darah akan semakin tinggi. Tingginya kadar metabolit dalam darah

menyebabkan ikan cepat lapar dan memiliki nafsu makan, sehingga tingkat konsumsi pakan juga meningkat (Effendi, 2003).

#### b. Oksigen Terlarut

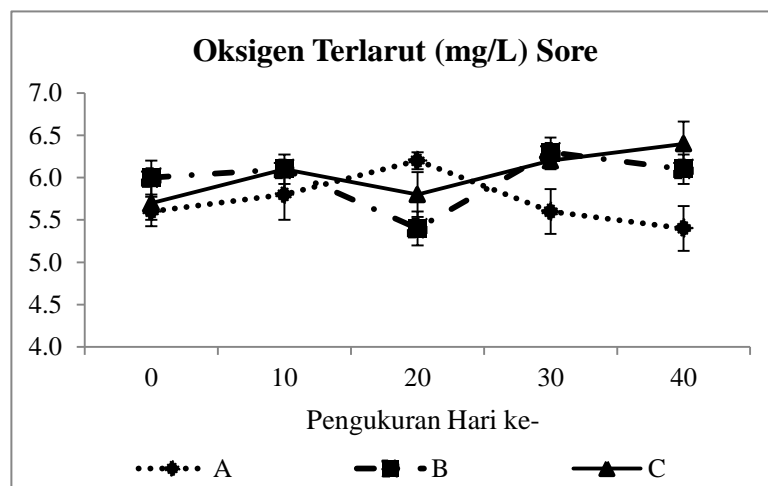
Kisaran nilai oksigen terlarut pada kolam RFCS yang pada pagi hari yaitu antara 3,2-4,7 mg/L. Oksigen terlarut media RFCS pada H0 hingga H40 cukup berfluktuasi pada semua perlakuan baik A, B, maupun C (Gambar 4.3). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap oksigen terlarut saat pagi hari pada H0 antara perlakuan C dengan perlakuan A dan B. Pada pengukuran H10 didapatkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada setiap perlakuan sedangkan pada pengukuran H20 hingga H40 tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) antar perlakuan. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4.3 Nilai Oksigen Terlarut Pagi Hari pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan).

Sedangkan pengukuran oksigen terlarut pada sore hari menunjukkan peningkatan dari pengukuran pada pagi hari dengan kisaran nilai 5,4-6,4 mg/L. Oksigen terlarut pada kolam pemeliharaan cenderung stabil pada H0 dan H10,

namun nilai mulai berfluktuasi pada H20 hingga H40 (Gambar 4.4). Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 3.



Gambar 4.4 Nilai Oksigen Terlarut Sore Hari pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

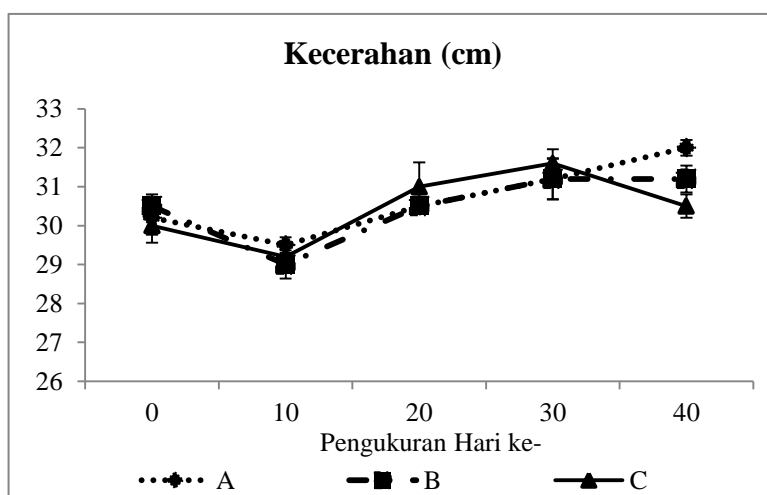
Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan oksigen terlarut kolam budidaya saat sore hari pada H20 antara perlakuan B dengan perlakuan A dan C, sedangkan pada H30 dan H40 memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan A dengan perlakuan B dan C.

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi dan Tancung, 2007). Kandungan oksigen terlarut yang lebih rendah pada pagi hari disebabkan oleh penggunaan oksigen oleh tanaman padi dan organisme lain untuk kegiatan biologis pada malam hari. Jean-Renaud *et al.* (2016) menyatakan respirasi hewan dan tumbuhan menyebabkan kondisi *anoxic* atau kurang oksigen yang terjadi pada malam hari hingga sebelum fajar. Nilai oksigen terlarut yang diperoleh dari setiap pengukurannya memiliki nilai yang tidak jauh berbeda pada masing-masing

perlakuan dan berada di atas batas toleransi oksigen terlarut pada pemeliharaan ikan nila yaitu  $\geq 3$  mg/L (SNI 7550:2009). Selain itu, kadar oksigen terlarut pada kolam pemeliharaan juga mendukung proses nitrifikasi sebagai penunjang kehidupan pada kolam budidaya, Effendi (2003) melaporkan bahwa kadar oksigen untuk reaksi nitrifikasi yaitu  $> 2$  mg/L.

### c. Tingkat Kecerahan

Kisaran tingkat kecerahan pada kolam RFCS yang terukur selama masa pemeliharaan yaitu antara 29-31,6. Nilai kecerahan media RFCS pada H0 hingga H40 cenderung stabil pada semua perlakuan baik A, B, maupun C (Gambar 4.5). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap tingkat kecerahan pada H10 hingga H30 dan hasil yang berbeda nyata ( $P<0,05$ ) pada H40. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 4.5 Tingkat Kecerahan pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Tingkat kecerahan merupakan parameter untuk mengukur kemampuan penetrasi cahaya matahari ke dalam suatu perairan. Cahaya matahari memiliki peran penting dalam penyediaan oksigen dalam perairan umum dalam



pemanfaatannya untuk proses fotosintesis. Nilai pada penelitian ini masih berada pada kisaran optimal yang disarankan oleh SNI 7550:2009 untuk pemeliharaan atau pembesaran ikan nila yaitu sebesar 30-40 cm, sedangkan menurut Kurniawan (2012), nilai kecerahan optimum adalah pada 25–30 cm, dimana kekeruhan terjadi akibat plankton dan flok bakteri bukan partikel non organik tersuspensi seperti tanah.

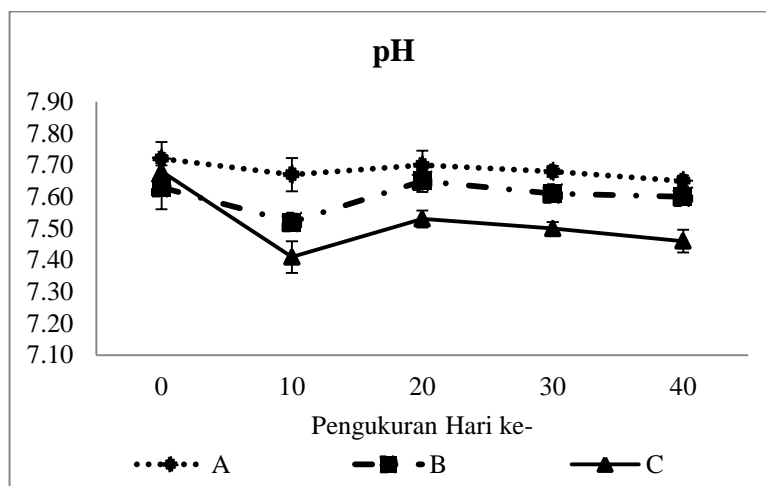
Fluktuasi atau naik turunnya tingkat kecerahan pada masa pemeliharaan ini mengikuti fluktuasi kelimpahan plankton yang terdapat pada masing-masing kolam perlakuan (Gambar 4.11). Kecerahan di perairan dapat juga dipengaruhi oleh bahan-bahan halus yang melayang-layang dalam air seperti plankton, detritus, jasad renik, lumpur dan pasir (Lesmana, 2004 *dalam* Astuti *et al.*, 2016). Kekeruhan akibat plankton, flok bakteri dan tanah tersuspensi dapat dibedakan dari warna perairan. Semakin padat kandungan plankton suatu perairan maka semakin rendah tingkat kecerahannya (Kurniawan, 2012).

### c. pH

Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Kisaran pH pada kolam RFCS yang terukur selama masa pemeliharaan yaitu antara 7,41-7,72. Nilai kecerahan media RFCS pada H0 hingga H40 cenderung meningkat pada semua perlakuan baik A, B, maupun C (Gambar 4.6). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai pH pada H10 dan H30. Pada pengukuran H20 dan H40 didapatkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan C dengan perlakuan A dan B terhadap nilai pH. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 5.

Nilai pH dalam kolam RFCS pada penelitian ini dipengaruhi oleh pH air sumber yang juga tinggi yaitu sebesar 8,3, selain itu pengaruh nilai Kejenuhan Basa (KB) yang terkandung pada media tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan yang tergolong tinggi. Menurut Sudaryono (2009), kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH tanah, dimana tanah dengan pH rendah mempunyai

kejenuhan basa rendah, sedangkan tanah dengan pH tinggi mempunyai kejenuhan basa yang tinggi.



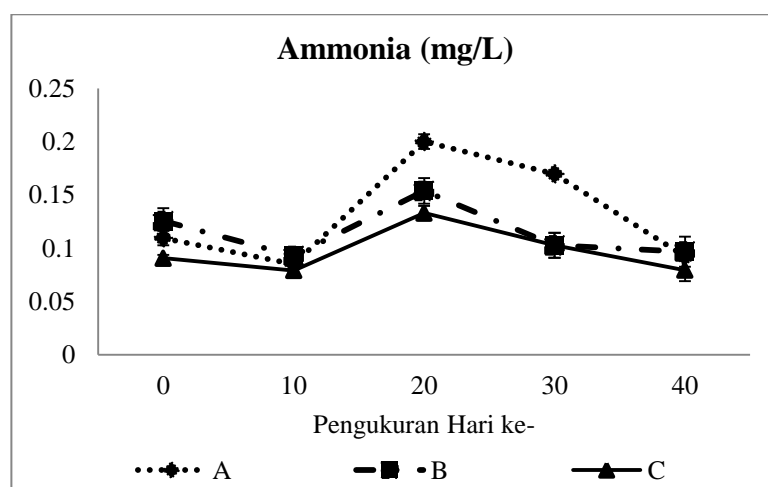
Gambar 4.6 Nilai pH pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Berdasarkan hasil pengamatan nilai pH masih terdapat di kisaran optimal pada kolam pemeliharaan ikan nila yaitu 6,5-8,5 (SNI 7550:2009), kemudian El-Sherif dan El-Feky (2009) menambahkan bahwa pH air 7-8 cocok untuk kinerja optimal pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup budidaya ikan nila. Perairan dengan segala aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme yang hidup di dalamnya membentuk reaksi berantai karbonat-karbonat sebagai berikut (Kordi dan Tancung 2007):  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ . Semakin banyak  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion  $\text{H}^+$  yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi dengan aktivitas fotosintesis yang membutuhkan banyak ion  $\text{CO}_2$ , menyebabkan pH air naik (Kordi dan Tancung, 2007).

#### d. Amonia

Nilai ammonia pada kolam *rice-fish culture system* cenderung memiliki pola fluktuasi yang serupa pada semua perlakuan. Nilai ammonia tertinggi pada perlakuan A yaitu 0,2001 mg/L, perlakuan B yaitu 0,1538 mg/L, dan perlakuan C yaitu 0,133 mg/L yang semua terukur pada  $\text{H}_2\text{O}$  (Gambar 4.7). Hasil analisis data

(ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antara perlakuan C dengan perlakuan A dan B pada H0. Pada H10 konsentrasi ammonia di semua perlakuan mengalami penurunan namun tidak memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Konsentrasi ammonia meningkat secara signifikan pada H20 dan memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) pada semua perlakuan. Pengukuran nilai ammonia pada H30 dan H40 mengalami penurunan dengan hasil sidik ragam pada H30 yaitu perlakuan B dan C tidak memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap nilai ammonia namun keduanya memberikan hasil yang berbeda nyata dengan perlakuan A ( $P < 0,05$ ). Sedangkan pada H40 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) pada semua perlakuan. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 6.



Gambar 4.7 Nilai Ammonia Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

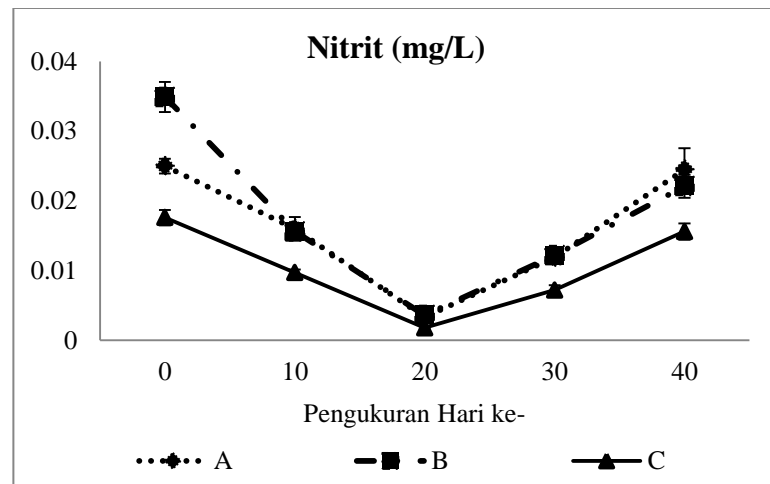
Amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak terionisasi (*unionized*) bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Secara umum fluktuasi kadar ammonia pada semua perlakuan memiliki pola yang sama (Gambar 4.7), terjadi penurunan kadar ammonia di hari ke-10 pada semua perlakuan, kemudian pada hari ke-20 terjadi kenaikan yang cukup signifikan pada semua perlakuan dan melebihi batas toleransi ammonia pada perairan budidaya yaitu 0.1 mg/L yang disebabkan oleh akumulasi hasil ekskresi metabolisme ikan maupun fitoplankton yang mati dikolom

perairan kemudian membuat beberapa ekor ikan yang dibudidayakan mati. Menurut Rebouças *et al.* (2015), sumber utama TAN dalam tangki ikan adalah amonifikasi bahan organik (kotoran hewan kultivan, pakan yang tidak dikonsumsi dan plankton mati). Pada hari ke-30 kadar ammonia pada perlakuan B dan C mengalami penurunan mendekati ambang batas, nilai pada namun perlakuan A masih berada diatas ambang batas dikarenakan Popma dan Lovshin (1996) menyatakan bahwa kadar ammonia 0,2 mg/L dapat menyebabkan kematian pada ikan.

Sifat racun dari amonia berhubungan dengan konsentrasi dari bentuk tak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ), sifat racun tersebut akan tinggi pada lingkungan dengan suhu yang rendah dan pH tinggi (Brigden dan Stringer, 2000). Penurunan kadar ammonia pada akhir masa pemeliharaan (Gambar 4.7) dipengaruhi oleh proses nitrifikasi yang merubah ammonia menjadi nitrit, hal ini dibuktikan dengan naiknya kadar nitrit pada waktu pengukuran yang sama (Gambar 4.8). Amonia dioksidasi menjadi nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dan kemudian menjadi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) melalui bakteri nitrifikasi yang ditumbuhkan pada bahan organik tersuspensi. Bakteri menghilangkan bahan organik dari sistem budidaya dan menggunakannya sebagai makanan, dan bakteri itu sendiri dapat digunakan sebagai makanan alami untuk ikan nila (El-Sayed, 2006).

#### e. Nitrit

Kandungan nitrit tertinggi pada kolam RFCS pada perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut yaitu 0,025 mg/L, 0,0349mg/L, dan 0,0176 mg/L yang terukur pada H0. Seluruh perlakuan cenderung memiliki pola fluktuasi yang serupa yaitu menurun pada H10 dan H20 kemudian meningkat kembali pada H30 dan H40 (Gambar 4.8). Hasil analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) antar semua perlakuan pada H0 dan H10. Sedangkan pada pengukuran H20 sampai H40, perlakuan A tidak memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan perlakuan B terhadap nilai nitrit, namun kedua perlakuan tersebut memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan C. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 7.



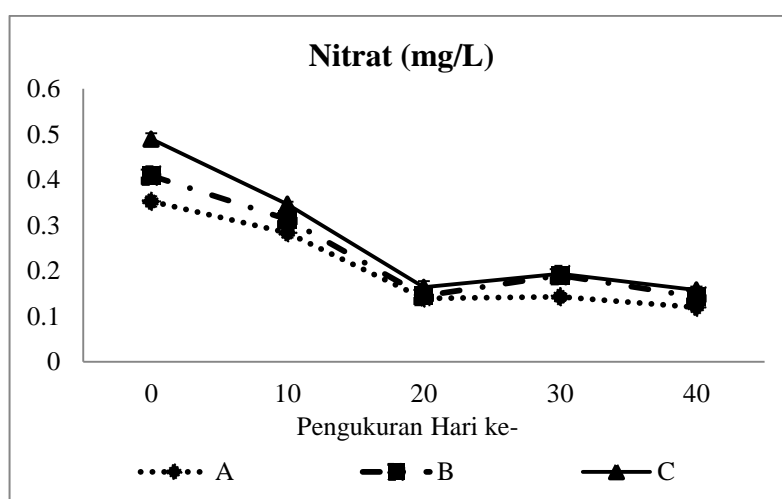
Gambar 4.8 Nilai Nitrit Kolum Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami, kadarnya lebih kecil dari pada nitrat karena nitrit bersifat tidak stabil jika terdapat oksigen (Effendi, 2003). Nitrit sangat beracun untuk ikan, termasuk ikan nila, karena nitrit dapat mengganggu fungsi fisiologis ikan dan menghambat pertumbuhan ikan (El-Sayed, 2006). Berdasarkan Gambar 4.8, terjadi penurunan kadar nitrit di hari ke-10 dan 20 pada semua perlakuan, Turunnya kadar nitrit erat kaitannya dengan proses penguraian nitrit menjadi nitrat pada proses nitrifikasi. Kemudian pada hari ke-30 dan 40 terjadi kenaikan yang cukup signifikan pada semua perlakuan yang dikarenakan adanya proses nitrifikasi pula yaitu mengurai amonia menjadi nitrit, namun kenaikan ini tidak melebihi batas toleransi nitrit pada kolam budidaya ikan nila yaitu sebesar 0,06 mg/L (UU No. 82 tahun 2001) dan kadar optimum nitrit perairan adalah antara 0,02 – 0,2 mg/L (Setiadi *et al.*, 2018).

#### f. Nitrat

Kandungan nilai nitrat pada kolam RFCS pada semua perlakuan cenderung mengalami penurunan selama masa pemeliharaan berlangsung, meskipun pada H30 perlakuan B dan C sempat mengalami peningkatan namun tidak signifikan dan kembali menurun pada H40. Nilai nitrat tertinggi pada perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut yaitu 0,3524 mg/L, 0,409 mg/L, dan

0,4896 mg/L yang terukur pada H0 (Gambar 4.9). Hasil analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media RFCS memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) untuk semua perlakuan terhadap nilai nitrat pada H0, H10, dan H40, sedangkan hasil tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) untuk semua perlakuan terhadap nitrat pada H20. Nilai nitrat pada H30 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) untuk perlakuan B dan C, namun keduanya memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan A. Hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 8.



Gambar 4.9 Nilai Nitrat pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan sumber nutrisi utama bagi pertumbuhan fitoplankton dan tumbuhan air lainnya (Rudiyanti, 2009). Nitrat relatif tidak beracun bagi ikan nila, namun pemaparan yang lama dengan peningkatan kadar nitrat dapat menurunkan respon imun dan memicu kematian (El-Sayed, 2006). Konsentrasi nitrat yang diperoleh dari hasil penelitian berkisar antara 0,1195-0,4896 mg/L dengan konsentrasi terendah pada perlakuan A di pengukuran hari ke-40 sedangkan konsentrasi tertinggi diperoleh pada perlakuan C di pengukuran hari ke-0. Kadar nitrat yang lebih dari 0,2 mg/L dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi perairan dan selanjutnya dapat menyebabkan *blooming* (Effendi, 2003).

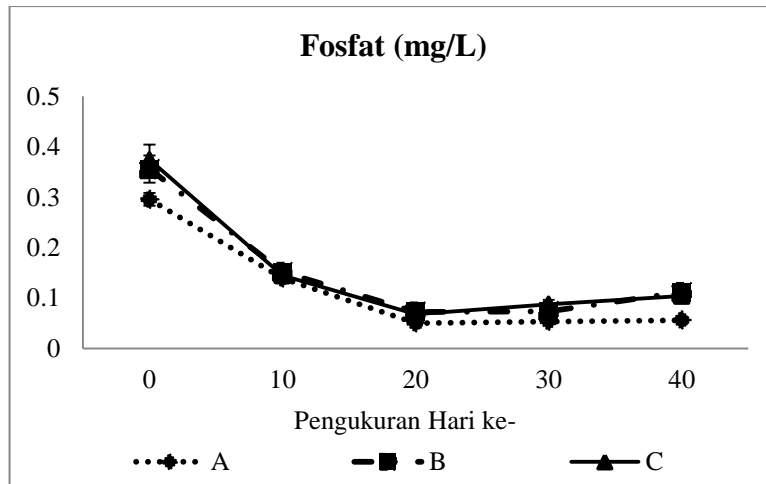
Terjadi penurunan kadar nitrat di hari ke-10 dan 20 pada semua perlakuan (Gambar 4.9). Namun pada hari ke-30 terjadi sedikit kenaikan pada semua perlakuan hal ini dikarenakan oleh pemanfaatan nitrat sebagai nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton dalam kolam. Masclaux *et al.* (2015) menjelaskan bahwa nitrat rendah dalam perairan terkait dengan produktivitas tinggi dari alga yang diamati dalam tangki pemeliharaan karena fitoplankton menyerap nitrat dari air untuk pertumbuhannya. Selain itu menurut Nugroho *et al.* (2017), Penurunan konsentrasi nitrat terjadi pada sawah akibat pemanfaatan nitrat oleh tanaman akuatik berupa padi sebagai sumber unsur hara untuk pertumbuhannya sehingga mencegah terjadinya akumulasi nitrat.

#### g. Fosfat

Kandungan nilai fosfat pada kolam RFCS pada semua perlakuan cenderung mengalami penurunan secara signifikan pada H0 hingga H20, kemudian meningkat pada H30 hingga H40. Nilai fosfat tertinggi pada perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut yaitu 0,2956 mg/L, 0,356 mg/L, dan 0,3745 mg/L yang terukur pada H0 (Gambar 4.10). Hasil analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) untuk perlakuan B dengan C terhadap nilai fosfat selama masa pemeliharaan, namun kedua perlakuan tersebut memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P<0,05$ ) dengan perlakuan A selama masa pemeliharaan kecuali pada pengukuran H10 dimana semua perlakuan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap nilai fosfat. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 9.

Fosfor yang terdapat di air umumnya dalam bentuk senyawa fosfat. Meningkatnya sisa pakan dan buangan metabolit yang terakumulasi dapat menyebabkan peningkatan fosfat sehingga kualitas air menjadi rendah. Menurut Ebeling *et al.* (2006), konsentrasi fosfat yang tinggi akan mengganggu proses metabolisme bahkan dapat mengakibatkan kematian pada ikan. Hasil pengukuran kadar fosfat selama pengamatan yaitu berkisar antara 0,0502-0,3745 mg/L (Tabel

4.3) dan hasil pengukuran fosfat tertinggi terjadi pada hari ke-0. Menurut PP No. 82 thn 2001, kisaran optimum fosfat pada perairan adalah 0,2 mg/L



Gambar 4.10 Nilai Fosfat pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

. Melimpahnya fitoplankton pada semua kolam perlakuan sebelum ikan nila merah ditebar terjadi karena konsentrasi fosfat berasal dari perlakuan pemupukan yang diberikan pada saat awal penelitian, karena menurut Lestari *et al.* (2015) pupuk kandang yang diberikan mengandung fosfat. Kemudian terjadi penurunan konsentrasi fosfat dari hari ke-0 hingga hari ke-20 yang disebabkan oleh pemanfaatannya sebagai sumber nutrisi fitoplankton, menurut Edward dan Tarigan (2003) bahwa fosfat adalah salah satu nutrisi yang dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhan.

Kadar fosfat yang tinggi berkaitan dengan proses fotoautotrofik. Siklus fosfat dimulai ketika polifosfat terhidrolisis menjadi ortofosfat. Ortofosfat ini yang akan dimanfaatkan oleh fitoplankton pada proses fotoautotrofik, semakin tinggi proses fotoautotrofik maka akan semakin tinggi kelimpahan fitoplankton. Selanjutnya fitoplankton akan dimakan oleh ikan nila merah dan menghasilkan feses dan seterusnya siklus fosfat terjadi. Menurut Henderson dan Markland (1987), kandungan fosfor > 0,01 mg/L sudah mampu merangsang pertumbuhan fitoplankton.



### 4.3.2 Analisis Kelimpahan Plankton

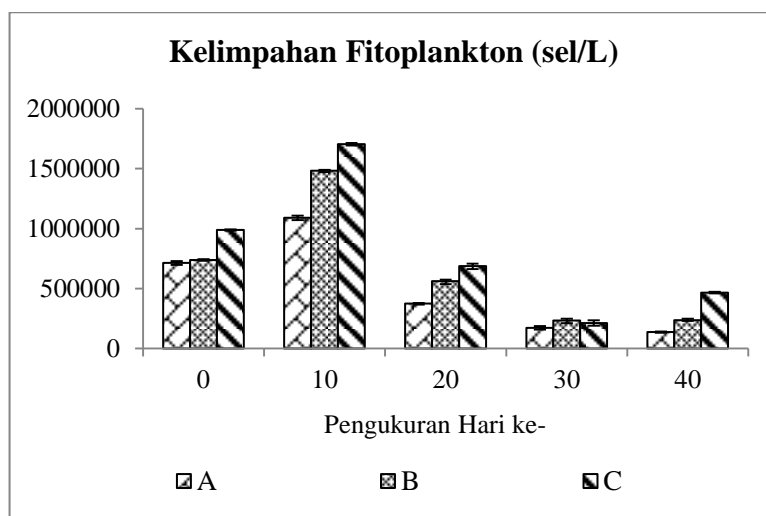
#### a. Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton pada kolam *rice-fish culture system* pada semua perlakuan cenderung mengalami peningkatan pada H10 namun kemudian terjadi penurunan secara signifikan pada H20 hingga H40. Kelimpahan terendah dan tertinggi pada masing-masing perlakuan A, B, dan C yaitu 137.131 – 1.089.957 sel/L; 234.069 – 1.482.436 sel/L; dan 212.790 – 1.702.318 sel/L (Gambar 4.11). Hasil analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kelimpahan fitoplankton selama masa pemeliharaan. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 10.

Kelimpahan fitoplankton pada perairan pada kolam *rice-fish culture system* pada semua perlakuan mengalami fluktuasi dengan pola yang serupaselama masa pemeliharaan (Gambar 4.11). Pada H0 sebelum ikan nila ditebar, kelimpahan fitoplankton cukup tinggi dalam kolam RFCS lalu pada pengamatan H10 mengalami peningkatan, hal ini dapat disebabkan karena ikan masih mengalami masa adaptasi dengan lingkungan yang baru sehingga konsumsi fitoplankton dalam perairan masih rendah sedangkan konsentrasi nitrat dan fosfat cukup tinggi sehingga pertumbuhan fitoplankton berjalan optimal. Menurut Goldman dan Home (1983), pertumbuhan fitoplankton didukung oleh ketersediaan nutrisi yang dapat diperoleh melalui pemupukan. Makin tinggi kandungan unsur hara di perairan, makin meningkat pula kelimpahan fitoplankton (Boyd, 1982).

Sedangkan pada pengukuran H20 hingga H40, kelimpahan fitoplankton berangsur-angsur menurun pada semua perlakuan, terkecuali pada perlakuan C (H40) yang mengalami peningkatan. Penurunan yang cukup signifikan terjadi pada H20 ini disebabkan oleh sebagian besar siklus fitoplankton yang sudah mencapai fase kematian sehingga meningkatkan kadar amonia dalam kolam RFCS (Gambar 4.21). Selain itu penurunan ini juga diakibatkan oleh predasi oleh ikan nila yang dibudidayakan. Namun kelimpahan pada H20 hingga H30 tersebut masih tergolong tinggi karena kelimpahan fitoplankton selama pengamatan

masih berada di atas 100.000 sel/L. Hal ini sesuai dengan pernyataan Livingston (2001), bahwa kelimpahan fitoplankton tergolong tinggi apabila kelimpahannya berada di atas 100.000 sel/L.



Gambar 4.11 Kelimpahan Fitoplankton pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Tingginya nilai kelimpahan fitoplankton juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik pada media RFCS dan perbedaan tekstur antara TLBT dan TP. Pada tekstur substrat dasar pasir berlumpur dan lumpur berlempung memiliki kandungan bahan organik yang tinggi dari pada substrat pasir, sehingga banyak jenis fitoplankton yang melimpah jumlahnya pada substrat pasir berlumpur dan lumpur berlempung, karena semakin halus tekstur substrat dasar maka kemampuan dalam menjebak bahan organik akan semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran butir sedimen turut mempengaruhi kandungan bahan organik dalam sedimen (Taqwa *et al.*, 2014). Bahan organik ini akan mengalami berbagai proses penguraian yang pada akhirnya akan memberikan suplai bahan anorganik atau unsur hara ke perairan. Unsur hara yang dihasilkan diantaranya adalah N dan P, dimana unsur ini dibutuhkan untuk pertumbuhan organisme akuatik yaitu fitoplankton.

Hasil identifikasi jenis plankton yang tumbuh pada kolam *rice-fish culture system* menggunakan perbedaan rasio tanah lahan bekas tambang dan tanah

permukaan terdiri dari 27 spesies yang terbagi dalam 6 kelas fitoplankton yaitu Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, dan Dinophyta. Rata-rata kelimpahan filum fitoplankton yang teridentifikasi beserta persentase kontribusinya selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Rata-Rata Kelimpahan dan Persentase Kontribusi Filum Fitoplankton pada Kolam RFCS.

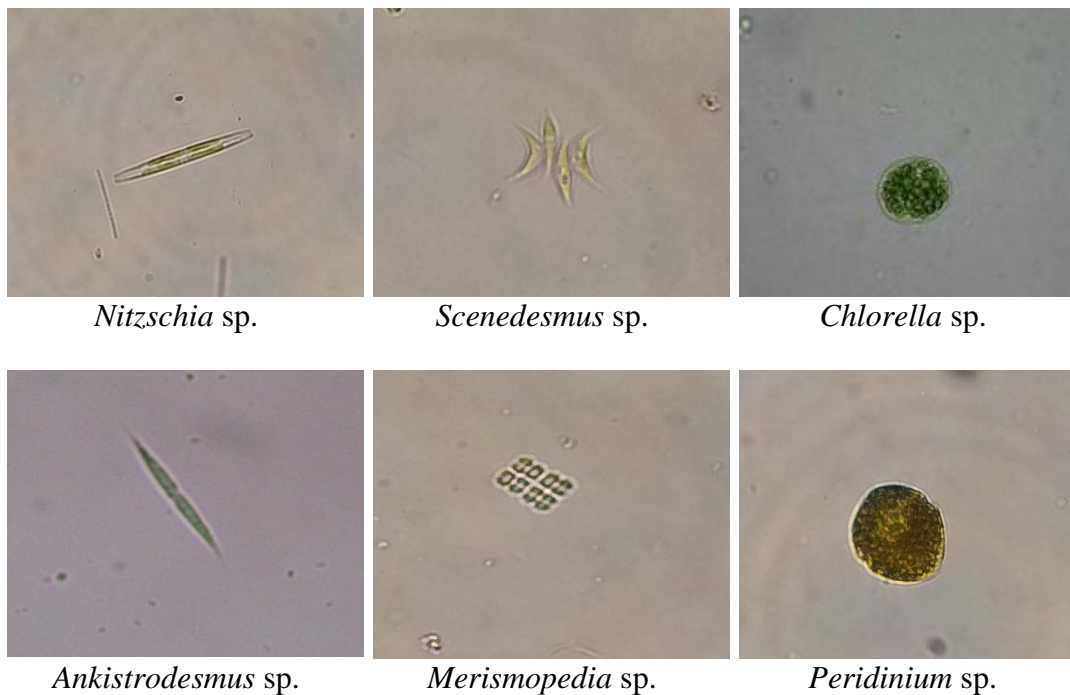
Filum	Rata-Rata kelimpahan (sel/L)			Rata-Rata Kontribusi (%)		
	A	B	C	A	B	C
Chlorophyta	133821	161247	228394	34.42	28.59	37.38
Bacillariophyta	290340	365526	459153	51.51	45.95	47.37
Cyanophyta	68566	121527	120108	12.75	24.82	14.73
Dinophyta	4729	1891	3310	1.31	0.63	0.51

Sumber: Hasil Perhitungan Penelitian (2018)

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui kelompok fitoplankton yang memberikan kontribusi terbesar pada semua perlakuan adalah Bacillariophyta. Dominasi kehadiran kelas *Bacillariophyta* merupakan hal yang umum terjadi pada perairan (Yuliana *et al.*, 2012), Chapman *et al.* (2001) menyatakan bahwa Bacillariophyta bersifat kosmopolitan, tahan terhadap kondisi ekstrem, mudah beradaptasi, dan mempunyai daya reproduksi yang sangat tinggi. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Mochizuki *et al.* (2002) bahwa Bacillariophyta persentasenya selalu lebih besar dari fitoplankton lainnya pada setiap musim yang berkisar dari 62-92% dari total kelimpahan sel. Adapun beberapa genus dari anggota *Bacillariophyta* yang teramati memiliki predomnan diatas 5% hanya *Nitzschia* sp. dengan persentase lebih dari 50% pada semua perlakuan. *Nitzschia* sp. adalah salah satu mikroalga yang dijadikan pakan alami karena memiliki kandungan protein 33%, karbohidrat 28% dan lemak 21% (Ben-Amotz dan Fishler, 1990 dalam Widianingsih, 2011).

Kemudian kelompok yang memberikan kontribusi terbesar berikutnya yaitu Chlorophyta, kelompok fitoplankton di perairan tawar yang umum dijumpai dalam jumlah melimpah adalah Chlorophyceae (Pratiwi *et al.*, 2010) dan Sagala (2013) menambahkan bahwa Chlorophyta memiliki sifat mudah beradaptasi

dengan lingkungan. Namun menurut Prescott (1951) kelas Chlorophyta akan melimpah baik dari segi kualitas maupun kuantitas pada perairan dengan kondisi pH kurang dari 7 atau perairan yang bersifat asam. Adapun beberapa genus dari anggota Chlorophyta yang teramati memiliki predomnan diatas 5% yaitu *Crucigenia* sp. yang dominan hanya pada perlakuan A, *Ankistrodesmus* sp. yang dominan pada kolam perlakuan A dan C, lalu *Chlorella* sp. yang dominan pada perlakuan C saja serta *Scenedesmus* sp. yang dominan pada semua perlakuan. Menurut Roy dan Pal (2013) *Scenedesmus* dan *Chlorella* dianggap sebagai sumber protein *singlecell* karena memiliki kandungan protein 40–70%.



Gambar 4.12 Genus Fitoplankton dalam Kolam *Rice-Fish Culture System*

Kelompok fitoplankton yang memiliki kontribusi terendah yaitu Cyanophyta dan Dinophyta. Menurut Prescott (1951) Cyanophyceae lebih menyukai habitat perairan dengan pH netral atau sedikit basa. Adapun beberapa genus dari anggota Cyanophyta yang teramati memiliki predomnan diatas 5% yaitu *Merismopedia* sp. yang dominan pada kolam perlakuan B dan C, sedangkan *Spirulina* sp. mendominasi pada semua perlakuan. *Merismopedia* sp. berlimpah dalam suhu air mulai dari 27 hingga 30°C di perairan waduk air tawar (Yanuhar *et*

*al.*, 2016) dan *Spirulina*, memiliki kandungan protein lebih dari 40% (Roy dan Pal, 2013).

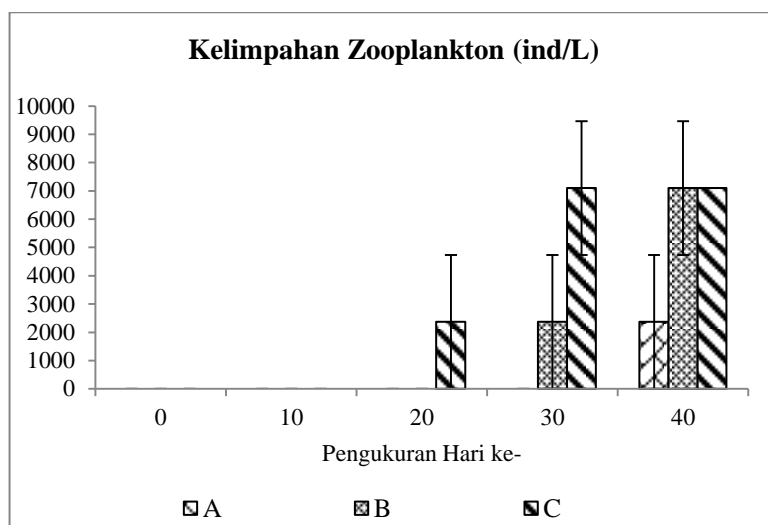
Kelompok fitoplankton Dinophyta hanya memberikan kontribusi pada total kelimpahan fitoplankton tertinggi yaitu 1,31% (Perlakuan A). Hal ini masih jauh dari persentase Dinophyta yang umumnya terdapat di perairan laut dengan memberikan kontribusi sampai 6% (Luis dan Kawamura, 2004). Satu-satunya genus yang teridentifikasi pada kelompok ini adalah *Peridinium* sp.

#### b. Zooplankton

Kelimpahan zooplankton pada kolam *rice-fish culture system* tidak ditemukan saat pengukuran H0 hingga H10 pada semua perlakuan. Sedangkan pada H20 hanya perlakuan B yang terdapat zooplankton. Kelimpahan tertinggi zooplankton pada masing-masing perlakuan A, B, dan C yaitu 2.364 ind/L, 7.093 ind/L, dan 7.092 ind/L yang terukur saat H40 pemeliharaan (Gambar 4.13). Hasil analisis data (ANOVA) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) terhadap kelimpahan zooplankton selama H0 hingga H20 pemeliharaan. Pada H30 hasil statistic menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $P<0,05$ ) pada perlakuan A dan B namun hasil perlakuan C berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dengan keduanya, sedangkan pada H40, hasil perlakuan B dan C berbeda nyata ( $P<0,05$ ) dengan perlakuan A. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 11.

Kelimpahan zooplankton tidak terdeteksi pada pemeliharaan H0 hingga H10. Pada pengukuran H20 zooplankton mulai terdeteksi dan hanya terdapat pada perlakuan C dengan kelimpahan 2.364 ind/L dan meningkat hingga 7.093 ind/L pada H30 dan H40. Sedangkan pada perlakuan B dan A berturut-turut zooplankton terdeteksi pada pengukuran H30 dan H40. Tidak terdeteksinya zooplankton pada H0 dan H10 dapat dikarenakan kelimpahannya sedikit dan keberadaan zooplankton lebih berada di dasar perairan. Namun pada pengukuran H20 hingga H40 terdeteksi zooplankton karena kelimpahannya sudah cukup tinggi hal ini ditunjukkan dengan penurunan kelimpahan fitoplankton pada waktu

pengukuran yang sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho (2012), zooplankton umumnya memakan fitoplankton dan mempunyai peranan yang penting sebagai sumber pakan alami untuk stadia larva pada ikan dan udang.



Gambar 4.13 Kelimpahan Zooplankton pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Yanuhar *et al.* (2016) menambahkan bahwa keberadaan zooplankton dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor biotik seperti ketersediaan makanan, jumlah pemangsa dan persaingan adalah semua faktor yang menentukan komposisi spesies zooplankton. Kelimpahan Zooplankton telah meningkat dan menurun karena faktor-faktor dari masing-masing zooplankton itu sendiri, seperti pertumbuhan, kematian, distribusi vertikal, dan migrasi yang berbeda dan perubahan dalam kualitas air. Hasil identifikasi jenis zooplankton yang tumbuh pada kolam *rice-fish culture system* menggunakan perbedaan rasio tanah bekas tambang dan tanah permukaan terdiri dari 5 spesies yang terbagi dalam 2 kelas zooplankton yaitu Rotifera dan Arthropoda. Adapun rata-rata kelimpahan filum pada zooplankton yang teridentifikasi beserta persentase kontribusinya selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat diketahui kelompok zooplankton yang memberikan kontribusi terbesar pada kolam perlakuan A dan B adalah Rotifera dengan kontribusi 100%, namun pada perlakuan C rotifera memberikan kontribusi

sebesar 14,29%. Rotifera teridentifikasi terdiri dari 3 genus yaitu Asplanchnopus, Platyias, dan Polyarthra sedangkan kelompok Arthropoda terdiri dari 2 genus yaitu Calanus dan Copepod Nauplius. Menurut Nugroho (2012), copepoda juga termasuk dalam udang-udangan yang mempunyai bentuk silinder. Walaupun sebagai pakan ikan ada beberapa yang berupa parasit pada ikan misalnya argulus. Sedangkan rotifer cenderung lebih dekat dengan binatang yang disebut cacing pipih, dan sangat penting sebagai sumber pakan untuk stadia awal larva.

Tabel 4.5 Hasil Rata-Rata Kelimpahan dan Persentase Kontribusi Filum Zooplankton pada kolam RFCS.

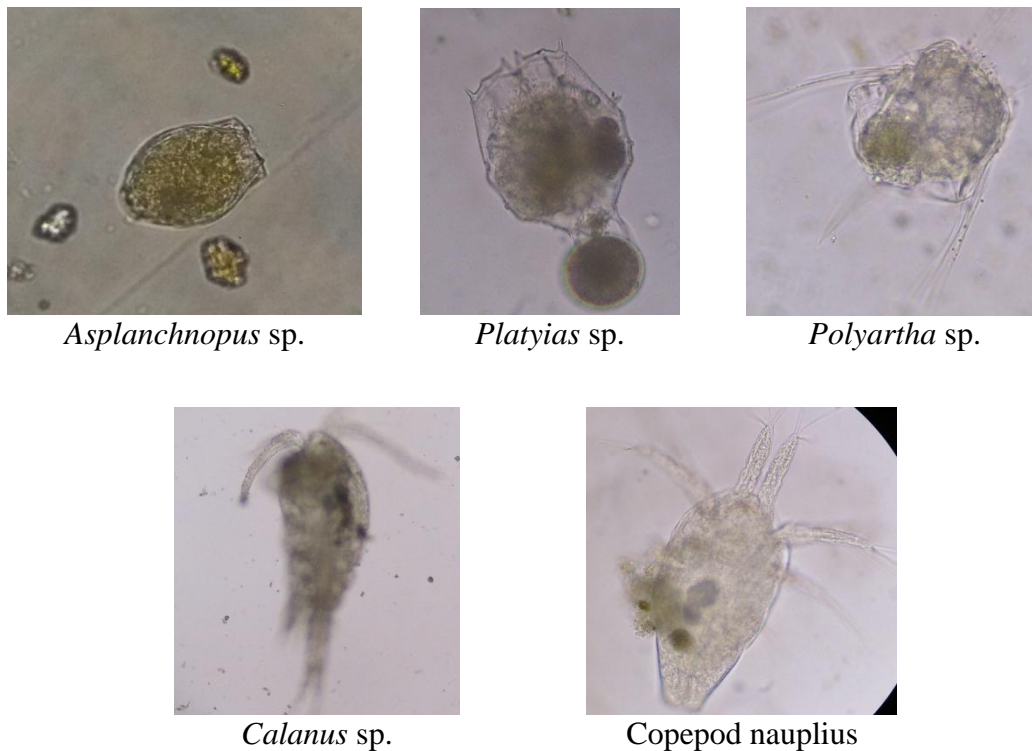
Filum	Rata-Rata kelimpahan (ind/L)			Rata-Rata Kontribusi (%)		
	A	B	C	A	B	C
Rotifera	473	1891	473	100	100	14.29
Arthropoda	0	0	2837	0	0	85.71

Sumber: Hasil Perhitungan Penelitian (2018)

Penelitian Yanuhar *et al.* (2016) yang mengidentifikasi plankton pada saluran pencernaan bahwa ikan nila menyukai plankton Chlorophyta, dan Bacillariophyta (*Navicula* dan *Nitzschia*) dan filum Crustacea dan Rotifera. Pakan alami sangat penting untuk perkembangan awal tebar benih. Sejak benih dengan ukuran sangat kecil memulai makan pakan alami yang terdiri dari plankton terkecil seperti fitoplankton dan rotifer. Setelah ukuran mulutnya bertambah besar benih mulai makan plankton yang lebih besar seperti cladocera dan copepod kemudian berlanjut dengan pakan yang sama saat mereka dewasa. Termasuk ikan nila merah, walaupun sudah besar plankton tetap diperlukan untuk pertumbuhannya.

Kegiatan pemupukan yang dilakukan pada saat persiapan lahan telah membantu untuk menumbuhkan pakan alami yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan nila, meskipun kelimpahan fitoplankton maupun zooplankton yang tumbuh di kolam pemeliharaan ikan nila menggunakan *rice-fish*

*culture system* memiliki jumlah yang berbeda sesuai dengan masing-masing perlakuan media tanah. Menurut Frandy (2009) dalam Sari *et al.* (2017), dinamika pertumbuhan populasi plankton dapat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam air terutama N dan P yang akan diuraikan oleh organisme pengurai menjadi unsur yang lebih sederhana yang digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton selanjutnya, fitoplankton akan menjadi sumber makanan bagi zooplankton



Gambar 4.14 Genus Zooplankton dalam Kolam *Rice-Fish Culture System*

Berdasarkan hasil analisis pengamatan parameter fisik dan kimia kualitas air menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan TLBT dan TP sebagai media RFCS akan mempengaruhi proses yang terjadi dalam kolom air, terutama pada proses nitrifikasi sehingga mengubah kualitas air yang selanjutnya dapat mempengaruhi produktivitas ikan *O. niloticus* yang dipelihara.

#### 4.4 Parameter Produktivitas Ikan Nila

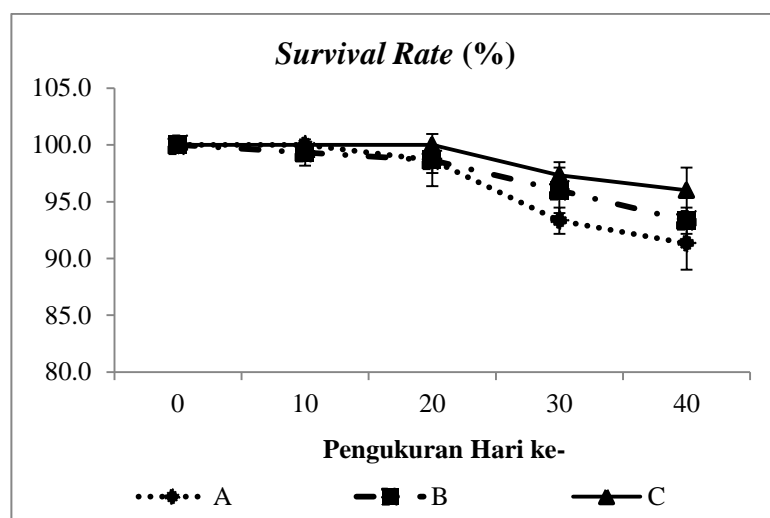
Parameter produktivitas ikan nila merah (*O. niloticus*) dalam *rice-fish culture system* pada area bekas tambang industri semen di Kabupaten Tuban yang dihitung pada penelitian ini meliputi *survival rate*, pertumbuhan panjang mutlak,



pertumbuhan bobot mutlak, *total weight gain*, *average daily gain*, *specific growth rate*, dan *feed conversion ratio*.

#### 4.4.1 Survival Rate (SR)

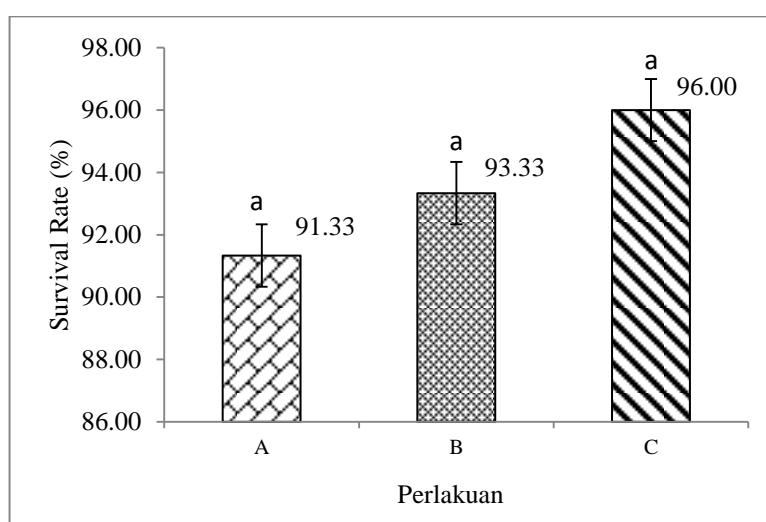
Tingkat kelulushidupan atau *Survival Rate* ikan nila merah (*O. niloticus*) yang dipelihara selama 40 hari dapat mencapai angka lebih dari 90% pada semua perlakuan (Gambar 4.15). Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa dalam masa pemeliharaan terjadi penurunan tingkat kelulushidupan yang tercatat di hari ke-30 pada semua perlakuan, terutama dikolam perlakuan A, hal ini dikarenakan adanya peningkatan nilai amonia yang signifikan di hari ke 20 dan 30 pemeliharaan yang melebihi ambang batas (Gambar 4.9).



Gambar 4.15 *Survival Rate* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan)

Pada hari ke-40 pemeliharaan masih tercatat beberapa ikan yang mati namun lebih sedikit dari pada 10 hari sebelumnya dikarenakan kualitas air sudah mulai membaik. Kematian pada ikan biasanya diakibatkan stres pada perubahan lingkungan tempat hidupnya. Faktor yang mempengaruhi kelulushidupan ada 2, yaitu faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi yaitu kompetitor, parasit, umur, predasi, kepadatan populasi, kemampuan adaptasi dari hewan dan penanganan manusia. Faktor abiotik yang berpengaruh antara lain yaitu sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan perairan (Effendi, 2003).

Pengamatan tingkat kelulushidupan ikan nila merah (*O. niloticus*) pada akhir pemeliharaan didapatkan nilai masing-masing perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut sebesar  $91,33 \pm 2,31$  %,  $93,33 \pm 1,15$  %, dan  $96,00 \pm 2,00$  % (Gambar 4.16). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* tidak memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap tingkat kelulushidupan atau *survival rate* ikan nila merah selama 40 hari pemeliharaan. Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 12.



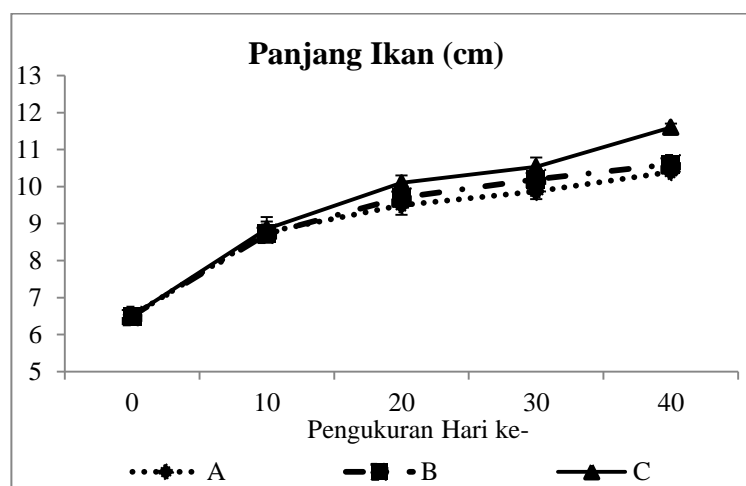
Gambar 4.16 Grafik Hasil *Survival Rate* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata.

Tingginya tingkat kelulusan hidup yang didapatkan karena ikan nila merah (*O. niloticus*) yang dipelihara ini mampu memanfaatkan ruang gerak yang tersedia, tercukupinya pakan dan kualitas air yang sesuai dengan tempat hidupnya. Suharti (2003) dalam Salsabila *et al.* (2013), menjelaskan bahwa kemampuan ikan untuk memanfaatkan makanan yang tersedia berhubungan dengan ketahanan ikan tersebut untuk beradaptasi terhadap lingkungan sawah dan perlindungan diri dari pemangsa. Hasil tingkat kelulushidupan pada penelitian ini tidak berbeda dengan hasil yang diperoleh Salsabila *et al.* (2013), yaitu tingkat kelulushidupan ikan nila merah larasati yang dipelihara dengan sistem minapadi mencapai 94,94%. Basuki *et al.* (2013) menyatakan pemeliharaan ikan nila larasati dengan sistem minapadi padat tebar 5-10 ekor/m<sup>2</sup> mendapatkan tingkat kelulushidupan sebesar 80%.

#### 4.3.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang pada setiap perlakuan mengalami kenaikan selama masa pemeliharaan. Panjang awal ikan nila yang ditebar yaitu 6,5 cm mengalami peningkatan yang signifikan pada 10 hari pertama pada semua perlakuan. Panjang rata-rata ikan pada hari ke-40 yang diperoleh pada perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut yaitu sebesar  $10,4 \pm 0,1$  cm,  $10,6 \pm 0,2$  cm, dan  $11,6 \pm 0,1$  cm.

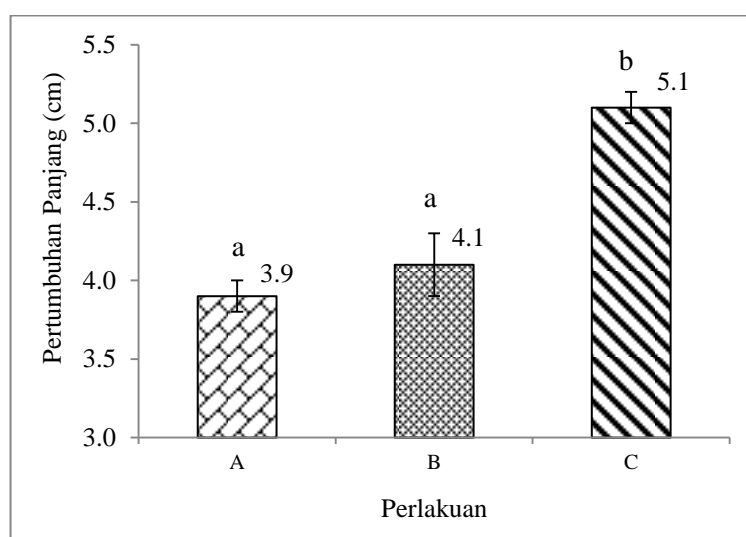
Pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan ukuran, baik panjang maupun berat ikan pada waktu tertentu atau perubahan kalori yang tersimpan menjadi jaringan somatik dan reproduksi (Wahyuningsih dan Barus 2006). Ikan nila dalam sistem *rice-fish culture system* tumbuh dengan baik karena bobot dan panjang tubuhnya terus meningkat di setiap minggunya. Panjang maupun bobot tubuh ikan yang terus bertambah setiap minggunya disebabkan adanya kelebihan energi dari pakan yang diberikan, hal ini sesuai dengan pernyataan Gusrina (2008) bahwa pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi bebas setelah energi yang tersedia dipakan untuk metabolisme standar, energi untuk proses pencernaan dan energi untuk aktivitas.



Gambar 4.17 Pertumbuhan Panjang Ikan Nila Merah Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan).

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengukuran di akhir pemeliharaan, didapatkan selisih pertumbuhan panjang mutlak sebesar  $3,9 \pm 0,1$  cm,  $4,1 \pm 0,2$  cm,

dan  $5,1 \pm 0,1$  cm untuk masing-masing perlakuan A, B, dan C (Gambar 4.16). Hasil analisis data (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* pada perlakuan A dan B tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan nila merah, namun perlakuan C memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 13.



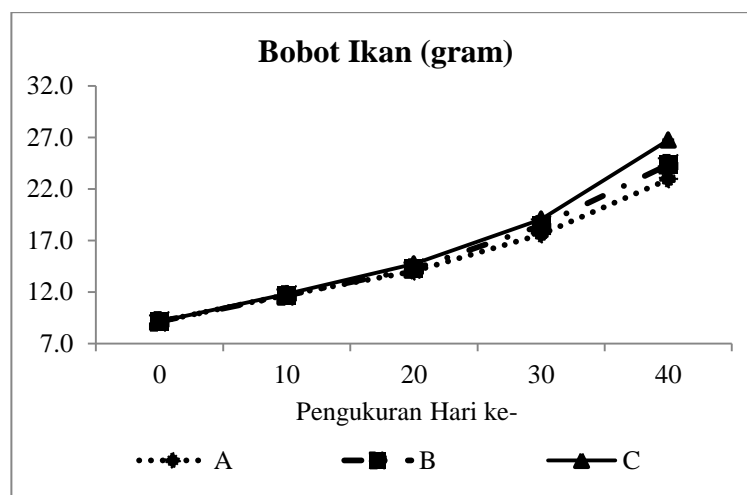
Gambar 4.18 Grafik Hasil Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada nilai pertumbuhan panjang mutlak (Gambar 4.18) ikan nila merah (*O. niloticus*) yang dipelihara ini menunjukkan bahwa penggunaan tanah permukaan sebagai media RFCS memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan yang menggunakan tanah lahan bekas tambang. Hal ini dipengaruhi oleh kualitas air yang cukup stabil dan produktivitas pakan alami yang terdapat pada kolam perlakuan C lebih tinggi daripada kedua perlakuan lainnya, De Schryver (2008) menyatakan bahwa pada prinsipnya nilai pertumbuhan ikan meningkat dikarenakan ada penambahan biomasa flok seperti bakteri mikro algae, zooplankton, fitoplankton, sebagai sumber pakan tambahan. Effendi (1979) menambahkan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah jumlah ikan, sumber makanan yang

tersedia, dan kualitas air. Kepadatan yang tidak terlalu tinggi pada kolam penelitian RFCS membuat persaingan makanan tidak terlalu tinggi sehingga pertumbuhan dapat berjalan dengan baik. Kemudian menurut Jangkaru *et al.* (1992) menambahkan pula bahwa pertumbuhan ikan nila berwarna merah memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan ikan nila berwarna hitam.

#### 4.4.3 Pertumbuhan Bobot Mutlak

Berdasarkan Gambar 4.19 pertumbuhan bobot ikan nila pada setiap perlakuan mengalami kenaikan selama masa pemeliharaan. Bobot awal ikan nila yang ditebar yaitu 9,12 gram mengalami peningkatan yang signifikan hingga mencapai bobot  $22,93 \pm 0,25$  gram,  $24,37 \pm 0,35$  gram, dan  $26,75 \pm 0,08$  gram masing-masing pada perlakuan A, B, dan C yang teramati pada hari ke-40 pemeliharaan.

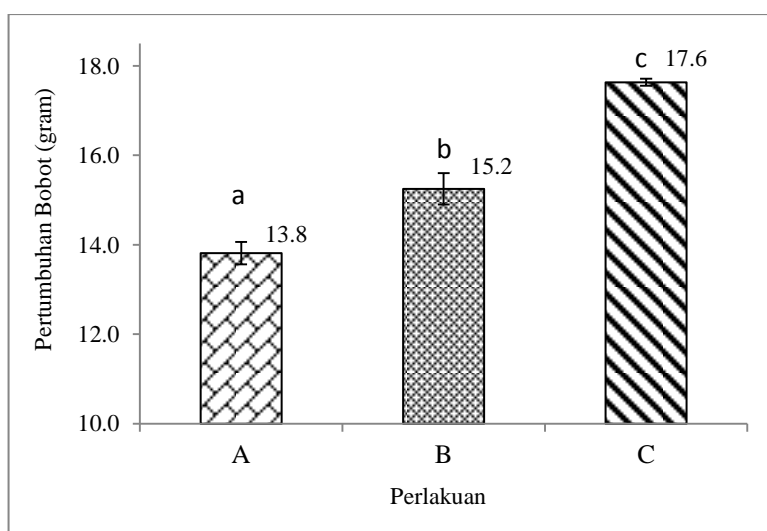


Gambar 4.19 Pertumbuhan Bobot Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). (Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan).

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengukuran di akhir pemeliharaan, didapatkan selisih pertumbuhan bobot mutlak sebesar  $13,8 \pm 0,25$  gram,  $15,2 \pm 0,35$  gram, dan  $17,6 \pm 0,08$  gram untuk masing-masing perlakuan A, B, dan C (Gambar 4.20). Hasil analisis data (ANOVA) dengan selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan

tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) untuk setiap perlakuan A, B, dan C terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan nila merah. Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 14.

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah makanan. Pemberian makanan yang maksimum dapat meningkatkan pertumbuhan ikan (Handajani dan Widodo 2010). Pakan pellet yang diberikan juga memberikan kontribusi yang cukup tinggi dikarenakan mengandung gizi yang diperlukan oleh ikan, Firdaus *et al.* (2018) menambahkan pengaruh makanan yang diberikan meliputi komposisi, formulasi, tipe makanan, bentuk makanan dan *feeding level*/tingkat pemberian makan serta frekuensi pemberian makan. Selain itu, Ikan Nila yang dipelihara dengan wadah minapadi juga diduga mendapatkan pakan berupa pakan alami diantaranya dari genus *chlorophyceae*, *cyanophyceae*, rotifera, organisme bentos yang hidup pada wadah minapadi (Anam, *et al.* 2017).



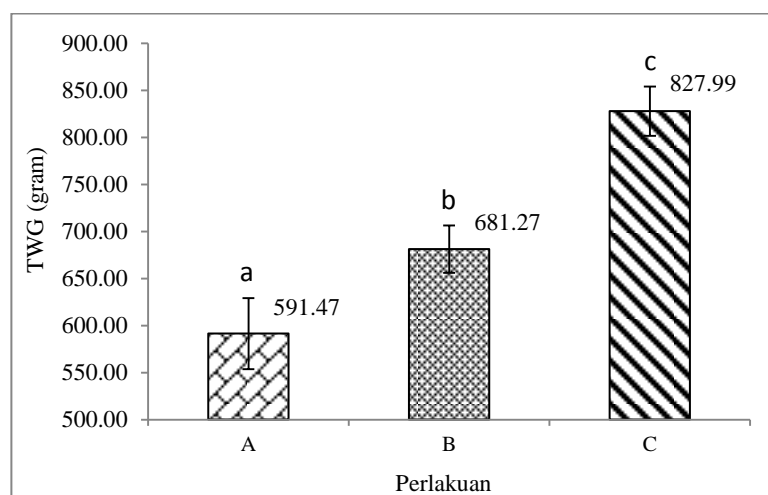
Gambar 4.20 Grafik Hasil Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Masa pemeliharaan ikan selama empat minggu merupakan masa optimum ikan untuk tumbuh karena semakin lama dipelihara maka pertumbuhan ikan pun terus bertambah. Jika ikan dipelihara pada tempat yang sama maka pada usia

tertentu ikan perlu disortasi berdasarkan ukuran karena akan membatasi ruang gerak ikan sehingga dapat menghambat pertumbuhannya.

#### 4.4.4 Total Weight Gain (TWG)

Biomassa awal ikan nila yang ditebar yaitu 456 gram/kolam. Hasil *Total Weight Gain* yang diperoleh pada akhir pemeliharaan selama 40 hari untuk perlakuan A, B, dan C secara berturut-turut yaitu sebesar  $591,47 \pm 37,73$  gram,  $681,27 \pm 25,31$  gram, dan  $827,99 \pm 26,25$  gram (Gambar 4.21). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap peningkatan biomassa ikan nila merah. Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 15.



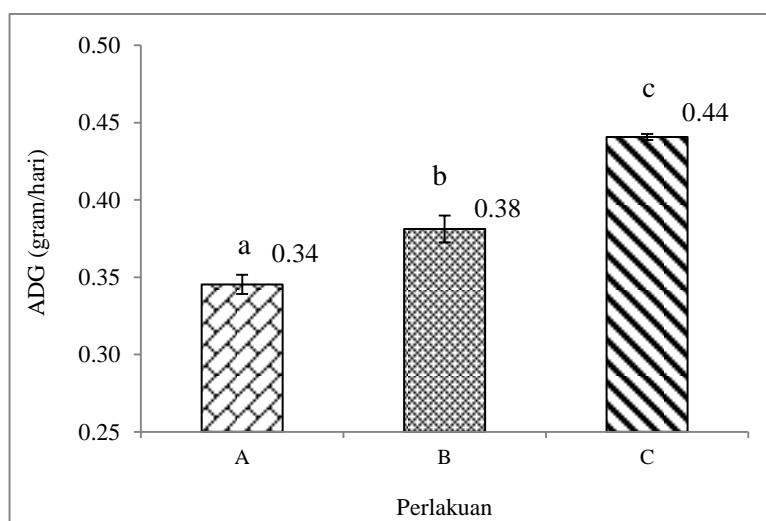
Gambar 4.21. Grafik Hasil *Total Weight Gain* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Jika total biomassa yang didapatkan dikonversikan dengan satuan kg/ha, maka estimasi masing-masing perlakuan memberikan hasil panen sebesar 1.270 kg/ha (A), 1.378 kg/ha (B), dan 1.556 kg/ha (C). Hasil ini lebih tinggi dari beberapa penelitian yang lalu yaitu sebesar 720-1.500 kg/ha (Oumer *et al.*, 2015) dan 833,5 kg/ha (Desta *et al.*, 2014). Hasil produksi ikan dipengaruhi oleh kelulushidupan ikan dan berat ikan pada akhir pemeliharaan, semakin tinggi ikan

yang dapat hidup hingga akhir penelitian akan semakin banyak pula produksi ikan yang dihasilkan. Menurut Iskandar (2014), semakin tinggi ikan yang dapat dihasilkan hingga akhir pemeliharaan akan meningkatkan produksi dalam kegiatan budidaya. Banyaknya ikan yang dapat bertahan hingga akhir penelitian menandakan bahwa kualitas air kolam pada setiap kolam memenuhi kebutuhan ikan. Kurniasih dan Rosmawati (2013) yang menyatakan bahwa tingginya tingkat kelangsungan hidup didukung oleh media pemeliharaan yang terjaga kualitasnya, dimana kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan ikan akan menyebabkan ikan tahan penyakit dan metabolisme dalam tubuhnya tetap terjaga serta memiliki nafsu makan yang tinggi.

#### 4.4.5 Average Daily Gain (ADG)

Hasil pengamatan *average daily gain* yang diperoleh di akhir pemeliharaan pada masing-masing perlakuan A, B, dan C didapatkan nilai yaitu  $0,34 \pm 0,0063$  gr/hari,  $0,38 \pm 0,0088$  gr/hari, dan  $0,44 \pm 0,002$  gr/hari (Gambar 4.20). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap pertumbuhan rata-rata harian ikan nila merah Lampiran 16.



Gambar 4.22 Grafik Hasil *Average Daily Gain* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata.



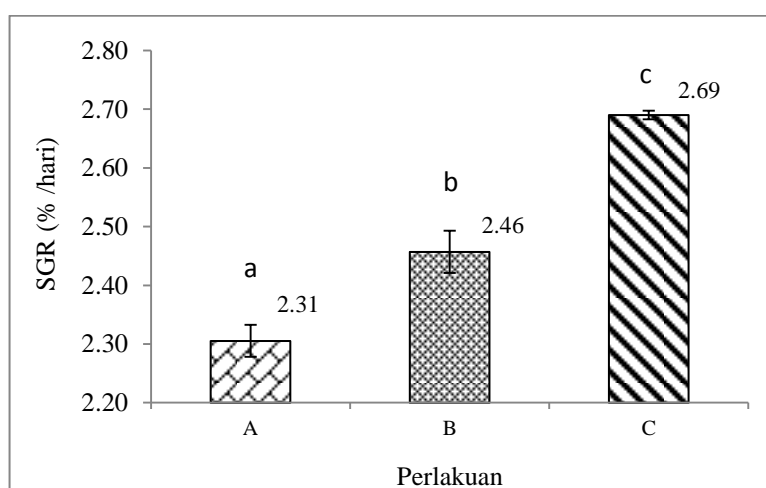
Hasil yang didapatkan pada ketiga perlakuan lebih tinggi dari penelitian Hossain *et al.* (2017) yaitu nilai ADG ikan nila yang diberi pakan komersil sebesar 0,32 gram/hari. Laju pertumbuhan harian ini menjelaskan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrisi pakan untuk disimpan dalam tubuh dan mengkonversinya menjadi energi. Hidayatullah dan Hafizah *dalam* Salsabila *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemanfaatan energi dari makanan tambahan berupa pelet memberikan energi yang lebih banyak untuk pertumbuhan atau menambah berat.

Selain itu, sistem minapadi yang digunakan memberikan pengaruh yang cukup signifikan, Jean-Renaud *et al.* (2016) menambahkan hal ini mungkin terkait dengan kondisi ekologi yang lebih banyak yang diciptakan oleh kombinasi padi dan ikan. Dalam sistem ini, ikan dengan kotorannya mendaur ulang nutrisi seperti fosfor dan bahan organik yang diperlukan untuk pertumbuhan padi kemudian Haroon dan Pittman (1997) menyatakan bahwa ikan nila yang dipelihara dengan sistem minapadi selain mengonsumsi pakan yang diberikan juga mengonsumsi pakan alami yang hidup di media budidaya, *phytoplankton* dan *zooplankton* tumbuh dikarenakan kandungan organik seperti fosfor dan nitrat. Pendapat tersebut diperkuat oleh Rahman *et al.* (2008), pertumbuhan produksi *phytoplankton* akan optimal apabila terdapat endapan fosfor dan cahaya matahari yang cukup.

#### 4.4.6 *Specific Growth Rate* (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik menunjukkan persentase pertambahan bobot ikan nila merah setiap harinya. Hasil pengamatan *specific growth rate* di akhir pemeliharaan pada masing-masing perlakuan A, B, dan C yaitu sebesar  $2,31 \pm 0,0273$  %/hari,  $2,46 \pm 0,0358$  %/hari, dan  $2,69 \pm 0,0074$  %/hari (Gambar 4.23). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan spesifik harian ikan nila merah. Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 17.

Perbedaan hasil ini dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas air yang berbeda dan pakan yang diberikan pada masing-masing kolam tersebut. Selama kondisi pakan tercukupi dan kondisi perairan terkontrol dan mendukung sistem budidaya, maka laju pertumbuhan akan semakin meningkat. Berdasarkan pengamatan sampel air yang diambil pada penelitian ini menunjukkan kekayaan mikroorganisme yang signifikan (fitoplankton dan zooplankton) antar perlakuan yang kemudian dikonsumsi oleh ikan nila merah, sesuai dengan pernyataan Saputra *et al.* (2013), plankton adalah salah satu pakan alami bagi ikan nila karena tergolong ikan herbivora yang cenderung karnivora. Penambahan berat pada sistem minapadi dapat dikaitkan dengan suplai pakan yang lebih tinggi dengan adanya organisme komensal (alga atau organisme yang menempel pada substrat, batang padi yang terendam atau berbagai ranting) dan makroinvertebrata (Siput dan serangga) (Jean-Renaud *et al.*, 2016).



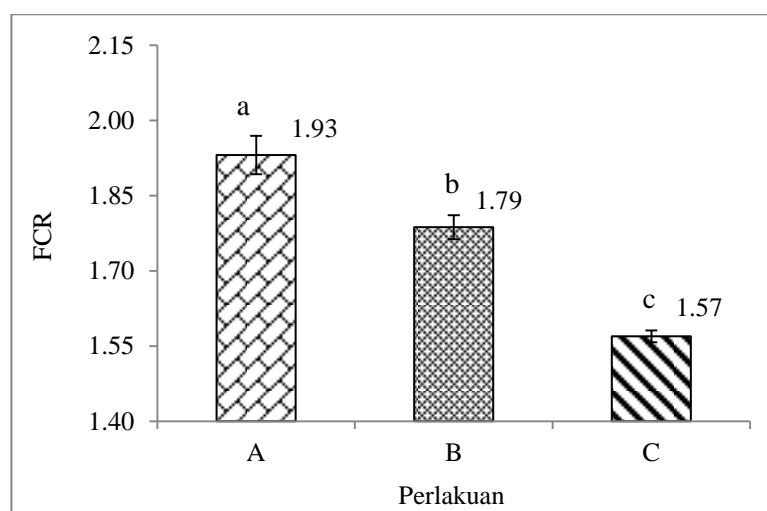
Gambar 4.23 Grafik Hasil *Specific Growth Rate* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda.

Hasil SGR pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian (Jean-Renaud *et al.*, 2016) yaitu ikan dalam sistem minapadi memiliki laju pertumbuhan spesifik  $2,18 \pm 0,13\%$ /hari, namun lebih rendah dari penelitian Anam *et al.* (2016) dengan nilai SGR sebesar 3,31-3,48 %/hari menggunakan sistem minapadi dengan air mengalir. Menurut Effendi (2003), perairan yang tenang yang tidak terdapat sirkulasi air lebih rentan terjadi penurunan kualitas air. Oleh sebab itu,

sirkulasi air merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas perairan dan meningkatkan kandungan oksigen terlarut.

#### 4.4.7 Feed Conversion Ratio (FCR)

Hasil pengamatan *food conversion ratio* di akhir pemeliharaan pada masing-masing perlakuan A, B, dan C didapatkan nilai yaitu  $1,93 \pm 0,038$ ,  $1,79 \pm 0,024$ , dan  $1,57 \pm 0,012$  (Gambar 4.24). Hasil analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perbedaan rasio penggunaan tanah lahan bekas tambang dan tanah permukaan sebagai media *rice-fish culture system* memberikan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap rasio konversi pakan pada ikan nila. Perhitungan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 18.



Gambar 4.24 Grafik Hasil *Feed Conversion Ratio* Ikan Nila Merah pada Kolam Perlakuan A (TLBT:TP=1:0), B (TLBT:TP=1:1), C (TLBT:TP=0:1). Ket: Huruf yang tidak sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dari yang disampaikan oleh PBIAT Janti (2009) dan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor KEP.79/MEN/2009 bahwa ikan nila larasati memiliki FCR yang rendah yang berkisar antara 1,2-1,3. Sedangkan Anam *et al.* (2016) melaporkan nilai FCR sebesar 1,11-1,14 menggunakan sistem minapadi dengan air mengalir. Berdasarkan hal ini diduga tingginya nilai FCR yang didapatkan pada penelitian dikarenakan masa penelitian yang berlangsung selama 40 hari, sedangkan untuk pembesaran ikan nila hingga mencapai ukuran 300 kg

membutuhkan waktu 3 bulan, sesuai dengan pernyataan Basuki *et al.* (2015), nila yang diberi pakan 2–3% dari biomassa dengan kandungan protein 20–25% menghasilkan FCR sebesar 1,2–1,5 selama 3 bulan pemeliharaan.

Menurut Brett (1971) *dalam* Setiawati dan Suprayadi (2003), jumlah pakan yang mampu dikonsumsi ikan setiap harinya dan tingkat konsumsi makanan harian merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ikan untuk tumbuh secara maksimal. Faktor lain yang mempengaruhi tingkat efisiensi pakan adalah kualitas pakan yang dikonsumsi. Penggunaan pakan secara efisien berarti jumlah pakan, jadwal pemberian pakan dan cara pemberian pakan sesuai dengan kebutuhan dan kebiasaan makan ikan (Widyastuti *et al.*, 2010). Nilai FCR pada perlakuan C yang relatif lebih rendah dari perlakuan A dan B juga diduga dipengaruhi oleh pakan alami yang tumbuh di wadah budidaya dikarenakan ikan juga memakan pakan alami tersebut sehingga mengurangi konsumsi pakan buatan yang dikonsumsi oleh ikan. Plankton ialah pakan alami bagi ikan nila yang tergolong ikan herbivora dan cenderung mengkonsumsi pakan alami dari golongan fitoplankton terutama jenis Chlorophyceae (Saputra *et al.*, 2013).

#### **4.5 Hubungan Kualitas Kualitas Air dan Produktivitas Ikan**

Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) yang digunakan sebagai media *rice-fish culture system* memiliki beberapa perbedaan karakteristik, sehingga keduanya juga memiliki pengaruh yang berbeda pula terhadap kualitas air di atasnya. Perbedaan kedua tanah tersebut terdapat di beberapa parameter yaitu pH, C/N ratio, dan tekstur tanah. TLBT memiliki pH tanah yang netral sedangkan TP bersifat asam, perbedaan nilai tersebut diduga karena jumlah basa dan tingkat kejenuhan basa pada TLBT dan TP.

Perbedaan pH tanah ini dapat mempengaruhi nilai C/N ratio pada kedua tanah. Pada TP yang memiliki pH rendah, laju mineralisasi Karbon (C) akan lebih tinggi daripada laju mineralisasi N, hal ini menyebabkan nilai C/N ratio menurun dan laju nitrifikasi akan meningkat. Sebaliknya pada TLBT dengan pH tinggi maka nilai C/N ratio akan tinggi juga. Vrananta *et al.* (2013) menyatakan bahwa nisbah C/N yang tinggi menunjukkan kecilnya kandungan N (N-Organik dan N-Anorganik) dan sebaliknya nisbah C/N yang rendah menunjukkan proses

dekomposisi oleh bakteri berjalan cepat menghasilkan N yang besar. Menurut Boyd (1979), nisbah C/N menentukan tingkat kesuburan tanah dan laju mineralisasi bahan organik menjadi garam mineral yang bersifat terbuka untuk diserap oleh jasad eukaryotik dan prokaryotik.

Menurut Xiafei *et al.* (2018), rasio C/N yang tinggi meningkatkan fungsi dari bakteri kemoheterotropi dan degradasi hidrokarbon, tetapi menekan fungsi nitrifikasi dan denitrifikasi dalam kolom air dan sedimen secara berurutan. Karbon merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan oleh organisme dan pada keadaan optimum dapat menyebabkan organisme itu berkembang pesat. Akibatnya semua nitrogen anorganik yang tersedia dalam tanah dengan cepat dikonversikan dalam bentuk organik dari tubuh organisme tersebut, pada saat ini nitrifikasi berhenti karena kurangnya nitrogen-amonium, sebab bentuk ini dipakai oleh organisme-organisme tadi, jadi kompetisi untuk N antara organisme tersebut dengan tanaman mulai terjadi. Setelah sebagian dari bahan hidrat arang dilapuk yang artinya bahan berenergi sudah berkurang, asimilasi N menurun dan produksi samping senyawa-senyawa amonium mulai dihasilkan kemudian nitrifikasi kembali berlangsung.

Perbedaan tekstur tanah antara TLBT yang bersifat lempung dengan kandungan pasir yang tinggi dan TP yang bersifat liat berdebu juga memberikan perbedaan kemampuan keduanya dalam menyimpan bahan organik. EPA (1985) dalam Taqwa *et al.* (2014) menyebutkan bahwa kandungan bahan organik dalam sedimen sangat berhubungan dengan jenis atau tesktur sedimen. Kemampuan liat untuk menyimpan bahan organik lebih besar daripada pasir dikarenakan substrat liat memiliki pori-pori yang lebih rapat sehingga bahan organik lebih mudah mengendap dibandingkan substrat pasir yang partikel dan pori-porinya lebih besar yang menyebabkan bahan organik mudah terbawa arus. Tersedianya bahan organik ini akan memengaruhi laju nitrifikasi pada kolam RFCS, Bakteri menghilangkan bahan organik dari sistem budidaya dan menggunakannya sebagai makanan (El-Sayed, 2006). Perbedaan laju nitrifikasi pada kolam RFCS dapat diketahui dari perbedaan kelimpahan plankton yang terdapat pada asing-masing kolam perlakuan.

Kelimpahan fitoplankton pada perlakuan C lebih tinggi daripada perlakuan A dan B pada pengukuran hari ke-0 atau sebelum ikan nila ditebar pada kolam RFCS, selain belum adanya predasi oleh ikan nila kelimpahan ini juga dipengaruhi oleh tersedianya unsur hara seperti fosfat dan nitrat yang digunakan oleh fitoplankton untuk berkembang, sesuai dengan pernyataan Boyd (1982), makin tinggi kandungan unsur hara di perairan, makin meningkat pula kelimpahan fitoplankton. Kemudian kelimpahan ini akan memiliki pengaruh terhadap parameter lainnya seperti kadar oksigen terlarut dan tingkat kecerahan perairan. Kandungan oksigen terlarut yang lebih rendah pada pagi hari disebabkan oleh penggunaan oksigen oleh tanaman padi dan fitoplankton untuk respirasi pada malam hari. Jean-Renaud *et al.* (2016) menyatakan respirasi hewan dan tumbuhan menyebabkan kondisi *anoxic* atau kurang oksigen yang terjadi pada malam hari hingga sebelum fajar.

Kelimpahan plankton juga berpengaruh terhadap penetrasi cahaya yang masuk dalam kolam RFCS, dimana plankton menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kecerahan di perairan selain detritus, jasad renik, lumpur dan pasir (Lesmana, 2004 dalam Astuti *et al.*, 2016). Semakin tinggi kelimpahan maka semakin rendah tingkat kecerahan yang selanjutnya akan menurunkan suhu perairan dikolam tersebut. Seperti yang terukur pada nilai suhu kolam perlakuan C saat siang hari yang lebih rendah daripada perlakuan A dan B yang disebabkan perbedaan kelimpahan fitoplankton sesuai dengan pernyataan Utojo (2015) bahwa plankton membuat tambak menjadi teduh. Namun kisaran suhu yang terdapat pada seluruh kolam masih berada pada kisaran suhu optimal untuk pemeliharaan ikan yaitu 25-32 °C.

Pada pengukuran hari ke-0 dan 10, suhu pada kolam RFCS perlakuan A dan B hingga melebihi angka 30 °C, tingginya suhu perairan akan meningkatkan laju metabolisme dan ekskresi dari organisme di kolam RFCS seperti mikroorganisme, padi, maupun ikan. Hal tersebut kemudian meningkatkan kandungan ammonia dalam perairan seperti yang terukur pada hari ke-20. Amonia yang terdapat dalam air tidak hanya berasal dari hasil metabolisme organisme yang hidup, tetapi juga berasal dari proses dekomposisi organisme yang telah mati

dan sisa-sisa makanan. Pada kisaran suhu yang tinggi dan nilai pH yang tinggi pula daya racun ammonia akan jauh lebih tinggi, menurut Sutomo (1989), kenaikan pH air akan menyebabkan persentase  $\text{NH}_3$  dalam air semakin tinggi. Sebagai contoh, pada pH air 7,0 persentase kadar  $\text{NH}_3$  adalah 0,3, sedangkan pada pH air 7,9 persentase  $\text{NH}_3$  bebas naik sekitar 10 kali lipat yaitu 2,9% (suhu air tetap  $10^\circ\text{C}$ ). Hal ini yang diduga menjadi penyebab kematian ikan nila pada kolam perlakuan A. Colt dan Amstrong (1981) menyatakan bahwa kerusakan organ-organ tubuh organisme perairan akibat ammonia biasanya terjadi pada organ yang ada kaitannya dengan sistem transpor oksigen seperti insang, sel-sel eritrosit dan jaringan penghasil eritrosit. Kenaikan ammonia dalam darah dan jaringan akan menyebabkan kerusakan fisiologis pada hewan serta perubahan pH darah dan interselluler. Hal ini akan mempengaruhi stabilitas membran dan reaksi enzim katalis, proses berbagai metabolisme terutama pada otak dan syaraf.

Penurunan kadar ammonia pada akhir masa pemeliharaan dipengaruhi oleh proses nitrifikasi yang merubah ammonia menjadi nitrit, terjadinya proses nitrifikasi dalam media pemeliharaan dapat dilihat dengan membandingkan nilai ammonia, nitrit, dan nitrat, dimana saat nilai ammonia tinggi maka nilai nitrit rendah dan sebaliknya, pada penelitian ini dibuktikan kadar nitrit yang meningkat pada waktu pengukuran yang sama dengan menurunnya kadar ammonia. Namun kandungan nitrit pada kolam perlakuan A dan B lebih tinggi daripada perlakuan C, hal ini dikarenakan terdapat perbedaan signifikan pada nilai pH yang lebih tinggi pada kedua perlakuan tersebut. Ammonia yang berasal dari hidrolisis pupuk akan bersifat racun terhadap *Nitrobacter* namun tidak berpengaruh terhadap *Nitrosomonas*, akibatnya akan terjadi akumulasi nitrit pada tanah yang ber pH tinggi (Myrold, 1999). Kemudian nitrit ( $\text{NO}_2$ ) diubah menjadi nitrat ( $\text{NO}_3$ ), pada akhir pemeliharaan kandungan nitrat lebih rendah pada semua perlakuan dikarenakan pemanfaatan nitrat sebagai nutrisi untuk pertumbuhan fitoplankton dalam kolam. Selain itu menurut Nugroho *et al.* (2017), penurunan konsentrasi nitrat terjadi pada sawah akibat pemanfaatannya oleh padi sebagai sumber unsur hara untuk pertumbuhan sehingga mencegah terjadinya akumulasi nitrat.

Faktor lingkungan pada kolam *rice-fish culture system* saling memengaruhi satu sama lain sehingga berpengaruh pula pada produktivitas ikan

yang dipelihara. Parameter produktivitas yang pertama yaitu *Survival Rate* (SR) dimana tingkat kematian pada ikan biasanya diakibatkan stres pada perubahan lingkungan tempat hidupnya dengan faktor abiotik yang berpengaruh antara lain yaitu sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan perairan (Effendi, 2003). *Survival rate* ikan nila merah pada perlakuan A lebih rendah dikarenakan adanya peningkatan nilai amonia yang signifikan di hari ke 20 pemeliharaan yang melebihi ambang batas yaitu  $>0,1$  mg/L (SNI, 2009). Kondisi perairan RFCS yang banyak mengandung amoniak, menyebabkan ikan menjadi stres, lemas, daya tahan tubuh menurun, serta nafsu makan rendah, yang akhirnya akan menghambat laju pertumbuhan dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Menurut Popma dan Lovshin (1996), amonia mulai menurunkan nafsu makan ikan nila pada konsentrasi 0,08 mg/L, sedangkan pada konsentrasi 0,2 mg/L, ikan nila akan mengalami kematian.

Selain kandungan ammonia, Suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Suhu air akan mempengaruhi laju pertumbuhan, laju metabolisme serta nafsu makan ikan (Effendi, 2003). Suhu dibawah  $16 - 17^{\circ}\text{C}$  akan menurunkan nafsu makan ikan, serta suhu dibawah  $21^{\circ}\text{C}$  akan memudahkan terjadinya serangan penyakit. Suhu yang optimal untuk budidaya ikan adalah berkisar  $28 - 32^{\circ}\text{C}$  (Arifin, 2016). Pada suhu optimum enzim-enzim pencernaan akan bekerja secara efektif dan akan mempengaruhi laju metabolisme jadi semakin cepat dan kadar metabolit dalam darah akan semakin tinggi yang lalu menyebabkan ikan cepat lapar dan memiliki nafsu makan, sehingga tingkat konsumsi pakan juga meningkat (Effendi, 2003).

Penggunaan Tanah Lahan Bekas Tambang sebagai media *rice-fish culture system* dengan salah satu kandungan kation yang mendominasi yaitu Kalsium (Ca). Kalsium merupakan makro mineral utama untuk fisiologis mamalia dan ikan. Tingginya kandungan kalsium akan menentukan tingkat kerja osmotik (beban osmotik), ikan melakukan kerja osmotik yang tinggi untuk keperluan osmoregulasi sehingga porsi energi untuk pertumbuhan akan berkurang, selanjutnya akan mempengaruhi sintasan dan pertumbuhan ikan (Muliani, 2016). Sehingga pertumbuhan ikan pada kolam perlakuan A ( $22,93 \pm 0,25$  gram), dan B ( $24,37 \pm 0,35$  gram) lebih rendah daripada kolam perlakuan C ( $26,75 \pm 0,08$ ).

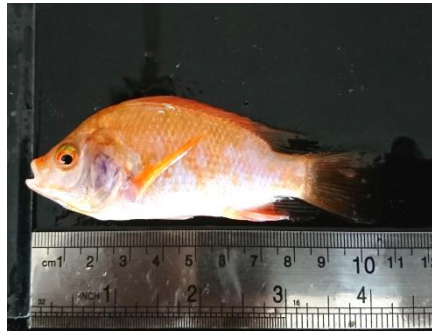




Ikan Nila yang di tebar (H0)



Ikan Perlakuan A (H40)



Ikan Perlakuan B (H40)



Ikan Perlakuan C (H40)

Gambar 4.25 Perbedaan Ukuran Ikan Nila Merah Tebar dan Panen

Berdasarkan analisis parameter kualitas air dan produktivitas ikan nila maka upaya rehabilitasi lahan pasca tambang menggunakan sistem *rice-fish culture system* dapat dilakukan dengan penambahan lapisan tanah permukaan (*Top soil*) karena merupakan medium tempat tumbuh tumbuhan yang banyak mengandung bahan organik, unsur makro dan mikro serta mikroorganisme yang membantu mendekomposisikan bahan organik (Kurniawan, 2012). Hal ini juga sesuai dengan saran dari Parascita *et al.* (2015) yang melaporkan rencana reklamasi untuk area bekas penambangan tanah liat di kuari Tlogowaru, Tuban dengan menggunakan metode penambahan sedikit *top soil* atau tanah pucuk.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, media tanah *rice-fish culture system* menggunakan rasio Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) sebesar 1:1 memberikan nilai produktivitas ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) lebih tinggi daripada rasio 1:0 yang dipelihara selama 40 hari. Penggunaan rasio 1:1 menghasilkan nilai *Survival Rate* (SR) sebesar  $93,33 \pm 1,15$  %, pertumbuhan panjang mutlak sebesar  $4,1 \pm 0,2$  cm, pertumbuhan bobot mutlak sebesar  $15,2 \pm 0,35$  gram, *Total Weight Gain* (TWG) sebesar  $681,27 \pm 25,31$  gram, *Average Daily Gain* (ADG) sebesar  $0,38 \pm 0,0088$  gr/hari, *Specific Growth Rate* (SGR) sebesar  $2,46 \pm 0,0358$  %/hari, dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) sebesar  $1,79 \pm 0,024$ . Hasil ini menunjukkan bahwa budidaya ikan nila merah (*O. niloticus*) dengan *rice-fish culture system* dapat menjadi salah satu upaya pemanfaatan lahan pascaproduksi tambang tanah liat di Tuban apabila menggunakan rasio Tanah Lahan Bekas Tambang (TLBT) dan Tanah Permukaan (TP) sebesar 1:1.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan dalam penerapan *rice-fish culture system* pada lahan bekas tambang yaitu melalui penambahan lapisan tanah permukaan (*Top soil*).

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. dan Tang, U.M. (2002), "Fisiologi Hewan Air", Unri Press. Riau
- Afrianto, E. dan Liviawaty, E. (1991), *Teknik Pembuatan Tambak Udang*, Kanisius, Yogyakarta.
- Akinwole, A.O. and Faturoti, E.O. (2007), "Biological Performance of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Cultured in Recirculating System in Ibadan", *Aquaculture Engineering*, Vol. 37, hal. 18-23.
- Alagaraja, K. (1991), *Assessment of Fish Production in Aquaculture*. In: *Simposium on Aquaculture Productivity Held in December 1988 Under Aegis of Hindustan Lever Research Foundation*, Sinha V.R.P. and H.C. Srivatasva, (Eds.), Oxford and IBH Publishing, USA.
- Alatorre-Jacome, O., Trejo, F.G., Soto-Zarazua, G.M. and Rico-Garcia, E. (2012), "Techniques to Assess Fish Productivity in Aquaculture Farms and Small Fisheries: An Overview of Algebraic Methods", *Applied Sciences*, Vol. 12, No. 9, hal. 888-892.
- Anam, M.K., Basuki, F., and Widowati, L.L. (2016), "Growth Performance, Survival Rate and Biomass of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Different Water Discharge in Rice Fish Farming Cultivation System at Kandhangan, Sleman, Yogyakarta", *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, Vol. 1, No. 1, hal. 52-61.
- Arifin, M.Y. (2016), "Pertumbuhan dan *Survival Rate* Ikan Nila (*Oreochromis* Sp.) Strain Merah dan Strain Hitam yang Dipelihara pada Media Bersalinitas", *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, Vol. 16, No. 1, hal. 159-166.
- Astuti., Damai, A.A., dan Supono (2016), "Evaluasi Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Kawasan Pesisir Desa Kandang Besi", *Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, Vol. 5, No. 2, hal. 621-630.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) (2013), *Perkembangan Ekonomi Indonesia, Triwulan I Tahun 2013*, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional. Jakarta.
- Barus, T.A. (2004), *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*, USU Press, Medan.
- Basuki, F. (2010), *Laporan Program Percepatan Peningkatan Produksi Melalui Perbaikan Mutu Induk dan Benih Ikan di Jawa Tengah*, Brood Stock Center. Muntilan, 102 hal.
- Basuki, F., Hastuti, S., Subandiyono, dan Hadie, W. (2013), "Performa Pertumbuhan Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara dengan Teknologi Bioflok", *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 8*, Universitas Diponegoro, hal. 123-132.

- Bobihoe, J., N. Asni dan Ensrizal (2015), “Kajian Teknologi Mina Padi di Rawa Lebak di Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi”, *Lahan Suboptimal*, Vol. 4, No. 1, hal. 47-56.
- Boyd, C. E. and F. Lichkopler (1979), *Water quality management in pond fishculture*, Auburn univ, Alabama, International for aquaculture. *Agric. EXP*. Station Research and Development series.
- Boyd, C.E. (1982), *Water Quality Management For Pond Fish Culture*, Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam, New York.
- Brigden, K. and R. Stringer. (2000), *Ammonia and Urea Production : Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina*, Greenpeace Research Laboratories, Departement of Biological Science University of Exeter, UK.
- Chapman, L.J., Balirwa, J., Bugenyi, F.W.B., Chapman C. and Crisman, T.L. (2001), “Wetland of East Africa: Biodiversity, Exploitation, and Policy Perspective. Biodiversity in Wetlands: Assesment, Function and Conservation”, Vol 2. Ed. by Gopal, B., Junk, W.J., and Davis, J.A., Backhuys Publishers, Leiden, hal. 101-131.
- Colt, J.E and Armstrong, D.A. (1981), “Nitrogen Toxicity to Crustacea, Fish and Molusca”, *Bio-engineering symp*, Vol 1, hal. 34-47.
- Correia, O., Clemente, A.S., Crreia, A.I., Maguas, C., Afonso, Carolino, A.C. and Martin-Loucao, M.A. (2001), “Quarry Rehabilitation: A Case Study”, *Transactions on Ecology and The Environment*, Vol. 46, hal. 331-346.
- Dana, D. dan Angka, S. (1990), “Penyakit dan Bakteri pada Ikan Air Tawar serta Penanggulangannya”, *Prosiding Seminar Nasional II Penyakit Ikan Dan Udang*, Balai Perikanan Air Tawar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. hal. 10-23.
- De Schryver, P.D, Crab, R., Defoird, T., Boon, N., and Verstraete, W. (2008), “The Basic of Bioflock Technology : The Added Value For Aquaculture”, *Aquaculture*, Vol. 277, hal. 125 – 137.
- Desta, L., Devi, L.P., Sreenivasa, V. and Amede, T. (2014), ”Studies on The Ecology of The Paddy and Fish Co–Culture System at Dembi Gobu Microwater Shed at Bako”, *Ethiopia International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. Vol. 1, No. 3, hal. 49-53.
- Djunaedi, A., Hartati, R., Pribadi, R. dan Redjeki, S. (2016), “Pertumbuhan ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) di Tambak dengan Pemberian Ransum Pakan dan Padat Penebaran yang Berbeda”, *Kelautan Tropis*, Vol. 19, No. 2, hal. 131-142.
- Ebeling, J.M., Welsh, C.F., and Rishel, K.L. (2006), “Performance Evaluation of an Inclined Belt Filter Using Coagulation/Flocculation Aids for the Removal of Suspended Solids and Phosphorus from Microscreen Backwash Effluent”, *Aquaculture Engineering*, Vol. 35, hal. 61-77.

- Edward dan Tarigan, M.S. (2003), “Pengaruh Musim terhadap Fluktuasi Kadar Fosfat dan Nitrat di Laut Banda”, *Makara Sains*, Vol. 7, No. 2, hal. 82-89.
- Effendi, H. (2003), *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Effendie, M.I. (1979), *Biologi Perikanan*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Effendie, M.I. (1997), *Metode Biologi Perikanan*, Yayasan Dwi Sri, Bogor
- El-Sayed, A-F.M. (2002), “Effects of Stocking Density and Feeding Levels on Growth and Feed Efficiency of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry”, *Aquaculture Research*, Vol. 33, hal. 621–626.
- El-Sayed, A-F.M. (2006), *Tilapia Culture*. CABI Publishing, Cambridge.
- El-Sherif, M. S. and El-Feky, A.M.I. (2009), “Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings I Effect of pH”, *Int. J. Agric. & Biol*, Vol. 11, No. 3, hal. 297-300.
- Environmental and Social Assessment Tool (ESAT) (2005), *Mining and Quarrying*, Version 1, World Bank Group, United State of America.
- Firdaus, M.R., Hasan, Z., Gumilar, I., dan Subhan, U. (2018), “Efektivitas Berbagai Media Tanam untuk Mengurangi Karbon Organik Total pada Sistem Akuaponik dengan Tanaman Selada”, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol. 9, No. 1, hal. 35-48.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2008), *FAO Yearbook*. Food and Agriculture Organization of The United Nation. Rome.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2016), *Scaling-Up Integrated Rice-Fish Systems. Tapping ancient Chinese know-how*. <http://www.fao.org>
- Froese, R. and Pauly, D. Editors. (2018), FishBase. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=293639> pada 7 Mei 2018.
- Fujaya, Y. (2004), *Fisiologi Ikan, Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Goddard, S. (1996), *Feed Management in Intensive Aquaculture*, Chapman and Hall, New York
- Goldman, R.C. and Home, A.J. (1983), *Lymnology*, McGraw Hill International Book Company, New York.
- Goncalves, D.P. (2014), *Penerapan Sistem Usaha Mina Padi dengan Budidaya Ikan Nila Gift (Oreochromis niloticus) di Desa Sananrejo Kabupaten Malang*, Abstrak thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Gumiri, S. (2012), *Pengaruh Pematangan Tanah Gambut terhadap Kesuburan Tanah, Kualitas Air, Kelimpahan Plankton, Pertumbuhan Bibit Ikan Gabus (Channa striata) dan Padi (Oryza sativa L.) pada Uji Coba Budidaya Mina Padi dengan Media Tumbuh Gambut Pedalaman di*

- Kolam Terpal*, Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Universitas Palangkaraya, Palangkaraya.
- Gunadi, B., Lamanto dan Robisalmi, A. (2016), “Analisa Pertumbuhan Benih Ikan Nila Srikandi (*Oreochromis aureus X niloticus*) pada Pemeliharaan di Kolam Tembok dan Kolam Tanah di Air Tawar”, *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hal. 407-414.
- Gusrina (2008), *Budidaya Ikan Jilid 1*, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G.B., Bailey, H. (1986), *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Universitas Lampung, Lampung.
- Hanafi, A and Badayos, R.B. (1989), “Evaluation of Brackishwater Fish Pond Productivity in Bulacan Province, Philipines”, *J. PBP*, Vol. 5, No. 1, hal. 66-76.
- Handajani, H. dan Widodo, W. (2010) *Nutrisi Ikan*, UMM Press, Malang.
- Handayanto, E. dan Hairiah, K (2007), *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*, Pustaka Adipura, Yogyakarta.
- Hardiantho, D. (2007), *Heritabilitas dan Respon Seleksi Famili Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Blkr.) di Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi*, Laporan Penelitian, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardjowigeno, S. (2003), *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*, Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hardjowigeno, S. (2007), *Ilmu Tanah*, Akademika Pressindo, Jakarta.
- Haridjaja, O., Haryati, W.D. and Oktaviani, R. (2011), “Land Management Planning Which Influenced by Land Using for Lime Mining Activity”, *Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 16, No. 1, hal. 35-42.
- Haroon, A.K.Y. and Pittman, K.A. (1997), “Rice–Fish Culture: Feeding, Growth and Yield of Two Size Classes of *Puntius gonionotus* Bleeker and *Oreochromis* spp. in Bangladesh”, *Aquaculture*, Vol. 154, hal. 261–281.
- Haryono (2001), *Pertumbuhan Ikan Nila Gift yang Diberi Pakan dengan Sumber. Protein Hewani Berbeda*, LIPI, Bengkulu Selatan.
- Hasibuan S., Kertonegoro, B.D., Nitimulyo, K.H., dan Hanudin, E. (2011), “Manipulation of Inceptisols Pond Bottom Soil Through Addition of Ultisols and Vertisols for Rearing of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Larvae”, *Indonesian Aquaculture Journal*, Vol. 6, No. 1, hal. 59-70.
- Hassaan, M.S.M., Moustofa, M.M.A., El-Ghary, H.A.S. and Refaat, M.H. (2015), “The Influence of Synbiotic on Growth and Expression of GH, GHR1 and IGF-I Genes in *Oreochromis niloticus* L Fingerlings”, *Fisheries and Aquaculture*, Vol. 6, No. 1, hal. 176-182.



- Henderson, B.S. and Markland, H.R. (1987), *Decaying Lakes: The Origins and Control of Cultural Eutrophication*, John Wiley and Sons Ltd., Great Britain.
- Herjuna, S. (2011), *Pemanfaatan Bahan Humat dan Abu Terbang Untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hidayanto, M., Heru W., A., dan Yossita F. (2004), “Analisis Tanah Tambak sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak”, *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, Vol. 7, No. 2, hal. 180-186.
- Hossain, M.B., Sultana, N., Noor,P., Khan, S., Lisa, S.A., Begum, M., Punom, N.J., Begum, M.K., Hasan, M.R, and Rahman, M.S. (2017), “Growth Performance and Fatty Acid Profile of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Fed With Different Phytoplankton”, *Dhaka Univ. J. Biol. Sci.* Vol. 26, No. 1, hal. 13-27.
- Iqbal, K.J., Qureshi, N.A., Ashraf, M., Rehman, M.H.U., Khan, N., Javid, A., Abbas, F., Mushtaq, M.M.H., Rasool F., and Majeed, H. (2012), Effect of Different Salinity Levels on Growth and Survival of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)”, *The Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 22, No. 4, hal. 919-922.
- Irfim, G., Bahrim, G., and Rapeanu, G. (2008), “Nitrogen Removal Strategy from Baker’s Yeast Industry Effluents”, *Innovative Romanian Food Biotechnology*, Vol. 2, hal. 11-24.
- Iskandar, M. R. (2014), *Analisa Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila Larasati (O. niloticus) Ukuran 3- 5 cm Dipelihara Dengan Padat Tebar Tinggi*, Tesis, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Iskandar, R. and Elfridah (2015), “Growth and feed efficiency Tilapia (*Oreochromis niloticus*) with Salvinia Based Feed”, *Ziaraa’ah*. Vol. 40, No. 1, hal. 18-24.
- Jangkaru, Z., Sulhi, M dan Asih, S. (1992), “Uji Banding Pertumbuhan Ikan Nila Merah Jantan dan Hitam Jantan Dipelihara dalam Kolam Secara Intensif”, *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1991/1992*, Balitkanwar, Sukamandi. hal. 68-72.
- Jean-Renaud, A., Emmanuel, A.N., Yves, B.K., François, A.J.B.L. and Cyrille, K.N. (2016), “Evaluation of Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Crop in Rice-Fish Ponds”, *Entomology and Zoology Studies*. Vol. 4, No. 1, hal. 91-97.
- Karim, M.Y. (2006), “Perubahan Osmolaritas Plasma Larva Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) sebagai Respon Adaptasi Salinitas”, *J Sains & Teknologi*, Vol. 6, No. 3, hal. 143-148.
- Khairuman dan Amri, K. (2006), *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*, Agromedia Pustaka, Jakarta.

- Koesoemadinata, S. and B.A. Costa-Pierce (1992), "Development of rice-fish farming in Indonesia: past, present and future", p. 45-62. *in* C.R. De la Cruz, C. Lightfoot, B.A. Costa-Pierce, V.R. Carangal and M.P. Bimbao (eds.) "Rice-fish research and development in Asia", *ICLARM Conf. Proc.* 24, hal. 457.
- Kordi K., M.G.H. (2008), *Budi Daya Perairan Buku Kesatu*, PT Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Kordi K., M.G.H. (2010), *Budidaya Ikan Nila di Kolam Terpal*, Lily Publisher, Yogyakarta.
- Kordi K., M.G.H. dan Tancung, A.B. (2007), *Pengelolaan Kualitas Air Budidaya*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Kousoulaki K., Fjellidal, P.G., Aksnes, A., and Albrektsen, S. (2010), "Growth and Tissue Mineralisation of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Fed Soluble P and Ca Salts in the Diet", *Aquaculture*, Vol. 309, hal. 181-192.
- Kurniasih, T. dan Rosmawati (2013), "Substitusi Tepung Kedelai dengan Tepung Daun Lamtoro dan Pengaruhnya Terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Nila", *Jurnal Biologi*, Vol. 12, No. 2, hal. 1-7.
- Kurniawan, A. (2012), *Pengantar Budidaya Ikan Pasca Tambang Timah*, UBB Press, Pangkalpinang.
- Lantarsih, R. (2016), "Pengembangan 'Minapadi Kolam Dalam' di Kabupaten Sleman", *Agraris*, Vol. 2, No. 1, hal. 17-27.
- Lawson, T.B. (1995), *Fundamentals of Aquacultural Engineering*, Chapman and Hall, New York.
- Lesmana, D. S., Dermawan dan Iwan, (2001), *Budidaya Ikan Hias Air Tawar Populer*, Penebar Swadaya Jakarta.
- Lestari, N.A.A., Diantari, R., dan Efendi, E. (2015), "Penurunan Fosfat pada Sistem Resirkulasi dengan Penambahan Filter yang Berbeda", *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, Vol. 3, No. 2, hal. 367-374.
- Lestari, T.P. and Dewantoro, E. (2018), "The Influence of Temperature Range of Fish Farming Media on The Growth and Predation Rate of Catfish Larvae (*Clarias gariepinus*)", *Ruaya*, Vol. 6, No. 1, hal. 14-22.
- Livingston, R.J. (2001), *Eutrophication Processes in Coastal Systems*, CRC Press, Washington D.C.
- Luis, A.J. and Kawamura, H. (2004). "Air-Sea Interaction, Coastal Circulation and Primary Production in The Eastern Arabian Sea: A Review", *J. Oceanography*, Vol. 60, hal. 205-218.
- Mackentum KM. (1969), *The Practice of Water Pollution Biology*. United States Departement of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, division of Technical Support.
- Masclaux, H., Tortajada, S., Philippine, O., Robin, F-X. and Dupuy, C. (2015), Planktonic Food Web Structure and Dynamic in Freshwater Marshes After

- a Lock Closing in Early Spring, *Aquatic Sciences*, Vol. 77, No. 1, hal. 115-128.
- Michael, P. (1995), *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*, UIP, Jakarta.
- Mjoun, K., Rosentrater, K. and Brown, M.L. (2010), "Tilapia: Profile and Economic Importance", *South Dakota Cooperative Extension Service*, Vol. 1, hal. 1-4.
- Mlelwa, T. (2016), *Growth Performance and Economic Benefit of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) and Chinese Cabbage (Brassica rapachinensis) in Aquaculture Integration*, Disertasi. Sokoine University, Tanzania.
- Mochizuki, M.N., Saito, S.M., Imai, K. and Nojiri, Y. (2002), "Seasonal Changes in Nutrients, Chlorophyll-A and The Phytoplankton Assemblage of The Western Subarctic Gyre in The Pacific Ocean", *Deep Sea Research.*, Vol. 49, hal. 5421-5439.
- Mudjiman. A. (1984), *Makanan Ikan*, PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Mujalifah, Santoso, H., dan Laili, S. (2018), "Fish Morfology Study of Nila (*Oreochromis niloticus*) in the Habitat of Fresh and Brackish Water", *Biosaintropis*, Vol. 3, No. 3, hal. 10-17.
- Muklis, (2007), *Analisis Tanah dan Tanaman*, Universitas Sumatera Utara Press, Medan.
- Muliani, (2016), "Respon Fisiologis Ikan Patin Siam (*Pangiasanodon hypothalmus*) pada Berbagai Tingkat Kalsium Media", *Berkala Perikanan Terubuk*, Vol. 44, No. 2, hal. 14-21.
- Mulyanto, (1992), *Lingkungan Hidup Untuk Ikan*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Munawar, A. (2013), *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*, IPB Press, Bogor.
- Myrold, D.D. (1999), *Transformation of Nitrogen. In: Principles and Application of Soil Microbiology*. Sylvia, DM., Jeffry, JF., Peter, GH. and David AZ. (eds.) Prentice Hal Anderson, JM dan Ingram, JS. 1989. Tropical Soil Biology and Fertility, A Handbook of Methods, Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford.
- Nontji, A. (2008), *Plankton laut*, Yayasan Obor Indonesia.
- Nugroho, E. (2012), "Industrialisasi Ikan Tilapia: Pengalaman Berharga dari Cina sebagai Produsen Utama Tilapia di Dunia", *Media Akuakultur*, Vol. 7 No. 2, hal. 103-107.
- Nugroho, E., Saepudin, dan Bajar, M. (2013), "Kajian Lapang Penggunaan Benih Nila (*O. niloticus*) Hasil Pemuliaan di Keramba Jaring Apung Jatiluhur", *Riset Akuakultur*, Vol. 8, No. 1, hal. 43-49.
- Nugroho, H.B., Basuki, F., dan Wisnu A., R. (2017), "Effect of Different Stocking Density toward Growth Rate of Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

- Linn. 1758) in Rice Fish Farming System”, *Journal of Aquaculture Management and Technology*, Vol. 6, No. 2, hal. 21-30.
- Nuryasri, S., Badrudin, R. and Suryanty, M. (2015), “Study of The Development of The Aquaculture Business in Mina Paddy in A. Widodo Village Tugumulyo Sub-District Musi Rawas”, *Agriseip* , Vol. 14, No. 1, hal. 66-78.
- Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Pulung, M.A., Amrah, A.G., Munawar, A., Hong, G.B., dan Hakim, N. (1988), *Kesuburan Tanah*, Universitas Lampung, Lampung.
- Odum, E.P. (1981), *Fundamental of Ecology 3<sup>rd</sup> edition*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Odum, E.P. (1998), *Dasar-dasar ekologi (Alih bahasa oleh T. Samingan)*. T. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Oumer, M., Tewable, D. and Asmare, E. (2015), “Evaluation of integrated fish-rice farming in the Nile irrigation and drainage project areas, south Gonder, Ethiopia”, *Ethiopia International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 3, No. 1, hal. 5-8.
- Parascita, L., Sudiyanto, A., dan Nusanto, G. (2015), “Rencana Reklamasi Pada Lahan Bekas Penambangan Tanah Liat di Kuari Tlogowaru PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban, Jawa Timur”, *Teknologi Pertambangan*, Vol. 1, No. 1, hal. 1-4.
- Patiung, O., Sinukaban, N., Tarigan, S.D., dan Darusman, D. (2011), “Impact of Coal Mine Land Reclamation on Hydrology Function”, *Jurnal Hidrolitan*, Vol. 2, No. 2, hal. 60-73.
- Peraturan Daerah (2012), *Perda Kabupaten Tuban No. 9 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tuban 2012-2032*. Tuban.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (1980), *PP No. 27 Tahun 1980 tentang Penggolongan Bahan-bahan Galian*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1980 Nomor 47, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (2001), *PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, Baku Mutu Air Tawar Perikanan dan Peternakan, Jakarta.
- Peshkova, G., Cherepovitsyn, A., and Tevetkov, P. (2016), “Prospects of the Environmental Technologies Implementation in the Cement Industry in Russia”, *Ecological Engineering*, Vol 14, No. 4, hal. 17-24.
- Popma, T.J. and Lovshin, L.L. (1996), *World prospect for commercial production of tilapia*. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environmens, Departement of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama.
- Prabakusuma, A.S. (2016), *Laporan Kajian Teknis Budidaya Perikanan Untuk Rehabilitasi Tambak Kabupaten Pati: Pengujian Parameter Fisika, Kimia,*

*dan Biologi Perairan*, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.

- Prabowo, H. (2007), *Pengaruh Intrusi Basalt terhadap Komposisi Kimia dan Kualitas Batugamping Bukit Karang Putih PT Semen Padang*, Tesis. Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pratiwi, N.T.M., Ayu, I.P., dan Frandy, Y.H.E. (2010), “Keberadaan Komunitas Plankton di Kolam Pemeliharaan Larva Ikan Nilem (*Osteoclitus ltasselti* C.V.)”, *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*, Pusat Penelitian Limnologi LIPI Bogor, hal. 600-612.
- Prescott, G.W.A. (1951), *Algae of the Western Great Lakes Area*, Cranbrook Institute of Science, Bulletin No. 31.
- Purbomartono, C., Hartoyo, and Kurniawan, A. (2009), “Compensatory Growth of The Red Fish (*Oreochromis niloticus*) with Different Time Interval Fasting”, *J. Fish. Sci*, Vol. 11, No. 1, hal 19-24.
- Pusat Penelitian Tanah (1983), *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Rachmawati, D. and Samidjan, I. (2014), “Addition of Phytase Artificial Feed to Increase Digesting, Specific Growth and Survival Rate of Nile Tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*)”, *Saintek Perikanan*, Vol. 10, No. 1, hal. 48-55.
- Rahmadi, C. dan Wiantoro, S. (2008), “Fauna Gua Tuban di Tengah Krisis Keanekaragaman Hayati dan Ancaman Kelestarian”, *Prosiding Indonesian Scientific Karst Forum*, Yogyakarta.
- Rahman, M. M., Leopold, A. J. Nagelkerke, Marc, C. J., Vergedem, M., Abdul W., and Johan, A. J. V. (2008), “Relationships Among Water Quality, Food Resources, Fish Diet and Fish Growth in Polyculture Ponds: A Multivariate Approach”, *Aquaculture*, Vol. 275, hal. 108-115.
- Rahman, M.A., Haque, S. and Sarma, P.K. (2012), “Socioeconomic impact of rice-cum-fish culture in a selected areas of Bangladesh”, *J. Bangladesh Agril Univ.*, Vol. 10, No. 1, hal. 119–123.
- Rahmi, A. dan Biantary, M.P. (2014), “Characteristic of Soil Chemical Properties and Soil Fertility Status at the Home Yard and Farm Lands in Several Villages of West Kutai District”, *Ziraa'ah*, Vol. 39, No. 1, hal. 30-36.
- Rebouças, V.T., Lima, F.R.S, Cavalcante, D.H., and Sa, M.V.C. (2015), “Tolerance of Nile Tilapia Juveniles to Highly Acidic Rearing Water”, *Animal Sciences*, Vol. 37, No. 3, hal. 227-233.
- Rejeki, S., Hastuti, S., dan Elfitasari, T. (2013), “Uji Coba Budidaya Nila Larasati di Karamba Jaring Apung Dengan Padat Tebar Berbeda”, *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol. 9, No. 1, hal. 29-39.

- Ross, L.G. (2000), "Environmental physiology and energetics". In: Beveridge, M.C.M. and McAndrew, B.J. (eds) *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/ London, pp. 89–128.
- Rounsefell, G.A. and Everhart, W.H. (1962), *Fishery Science, Its Methods and Applications*. John Wiley & Sons, New York.
- Roy, S.S. and Pal, R. (2013), "Microalgae in Aquaculture: A Review with Special References to Nutritional Value and Fish Dietetics", *Proceeding Zoology Society*, hal. 1-9.
- Rudiyanti (2009), "Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis", *Jurnal Saintek Perikanan*, Vol. 4, No. 2, hal. 46- 52.
- Saanin, H. (1984), *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*, Binacipta, Jakarta.
- Sagala, E.P. (2013), "Dinamika dan Komposisi Chlorophyceae pada Kolam Pemeliharaan Ikan Gurame berumur satu tahun dalam Kolam Permanen di Kelurahan Bukit Lama, Kecamatan Ilir Barat 1 Palembang", *Prosiding Semirata*. Universitas Lampung, hal 235-242.
- Salsabila A., Basuki, F. and Hastuti, S. (2013), "Growth Performance of Different Tilapia Strains (*Oreochromis niloticus*) in Rice-Fish Culture Systems", *Aquaculture Management and Technology*, Vol. 2, No.4, hal. 1-6.
- Saputra, E., Taqwa, F.H., and Fitriani, M. (2013), "Survival Rate and Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fry during Rearing with Difference Stocking Density on Tidal Land of Telang 2 Banyuasin", *Jurnal Lahan Suboptimal*, Vol. 2, No. 2, hal. 197-205.
- Sari, E.R., Sudarsono, and Atmanto, T. (2017), "Population Dynamics of Plankton on Tilapia (*O. niloticus*) Nursery Ponds before Seed Stocking at Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (BPTPB) Cangkringan", *Jurnal Prodi Biologi*, Vol. 6, No. 7, hal. 392-399.
- Sari, K.M.K. (2007), "Analisis Sifat Kimia Tanah Pada Lahan Kritis Areal Penambangan Batu Kapur dan Tanah Liat PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. di Kecamatan Merakurak dan Kerek Kabupaten Tuban", Abstrak, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Satker PBIAT Janti (2009), *Nila Merah Strain Baru "LARASATI" (Nila Merah. Strain Janti)*. Pembenuhan Budidaya Ikan Air Tawar Janti. Klaten, 5 hal.
- Setiadi, E., Widyastuti, Y.R. and Prihadi, T.H. (2018), "Water Quality, Survival, And Growth of Red Tilapia, *Oreochromis niloticus* Cultured in Aquaponics System", *E3S Web of Conferences*, Vol. 47, hal. 1-8.
- Setiawati, M. and Suprayadi, M.A. (2003), "Growth and Feed Efficiency of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) Reared in Different Salinities", *Jurnal Akuakultur Indonesia*, Vol. 2, No.1, hal. 27-30.
- Setyorini, D., Rochayati, S., dan Las, I. (2007), *Pertanian pada Ekosistem lahan Sawah*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Jakarta.

- Setyowati, Rr. D.N., Amala, N.A, dan Aini, N.N.U. (2017), “Studi Pemilihan Tanaman Revegetasi untuk Keberhasilan Reklamasi Lahan Bekas Tambang”, *Teknik Lingkungan*, Vol. 3, No. 1, hal. 14-20.
- Sinungan, M. (2005), *Produktivitas*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Siswanto, B., Krisnayani, B. D., Utomo, W. H., and Anderson, C. W. N. (2012), “Rehabilitation of Artisanal Gold Mining Land in West Lombok, Indonesia: Characterization of Overburden and The Surrounding Soils”. *Journal of Geology and Mining Research* Vol. 4, No.1, hal. 1-7.
- Sonnenholzner, S. and Boyd, C.E. (2000), “Vertical Gradients of Organic Matter Concentration and Respiration Rate in Pond Bottom Soils”, *Journal of The World Aquaculture Society*, Vol. 31, hal. 376–380.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) (2009), *Produksi Ikan Nila (Oreochromis niloticus Bleeker). Kelas Benih Sebar*. BSN (Badan Standar Nasional). SNI 7550:2009, Jakarta.
- Sudaryono (2009), “Tingkat Kesuburan Tanah Ultisol pada Lahan Pertambangan Batubara Sangatta, Kalimantan Timur”, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 10, No. 3, hal. 337-346.
- Sudiarta, IM., Syam'un, E. and Syamsuddin, R. (2016), “The Growth and Production Paddy and Tilapia Production at Legowo Row Planting Sistem”, *Sains dan Teknologi*, Vol. 16, No. 1, hal. 70-80.
- Sugiharyanto dan Khotimah, N. (2009), *Diktat Mata Kuliah Geografi Tanah*, Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ekonomi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sujaya, D.H., Hardiyanto, T., dan Isyanto, A.Y. (2018), “Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Produktivitas Usahatani Mina Padi di Kota Tasikmalaya”, *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, Vol. 4, No. 1, hal. 25-39.
- Sumich, Jl. (1992), *An Introduction to The Biology of Marine Life, Fifth Edition*, Wm.C. Brown Publishers, The united States of America.
- Susanto, H. (1987). *Budidaya Ikan di Pekarangan*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sutomo, (1989), “Pengaruh Amonia terhadap Ikan dalam Budidaya Sistem Tertutup”, *Oseana*, Vol. 14, No. 1, hal. 19-26.
- Suyanto, R. (1994), *Nila*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Suyanto, R. (2010), *Pembenihan dan Pembesaran Nila*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Taqwa, R.N., Muskananfolo, M.R., dan Ruswahyuni, (2014), “Studi Hubungan Substrat Dasar dan Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak”, *Diponegoro Journal of Maquares*, Vol. 3, No. 1, hal. 125-133.
- Tatangditu, F., Kalesaran, O., and Rompas, R. (2013), “Study on Water Physical-Chemical Parameters Around Fish Culture Areas in Lake Tondano,

- Paleloan Village, Minahasa Regency”, *Budidaya Perairan*, Vol. 1 No. 2, hal. 8-19.
- Titiresmidan Sopiah, N. (2006), “Teknologi Biofilter untuk Pengolahan Limbah Ammonia”, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 7, No. 2, hal. 173-179.
- Tsuruta, T., Yamaguchi, M., Abe, S. and Iguchi, K. (2011), “Effect of Fish in Rice-Fish Culture on the Rice Yield”, *Fisheries Science*, Vol. 77, hal. 95-106.
- Utojo (2015), “Plankton Diversity on Intensive and Traditional Pond Aquatic Conditions in Probolinggo, East Java”, *Biosfera*, Vol. 32, No. 2, hal. 83-97.
- Vrananta, S.D., Soedarsono, P., dan Afiati, N. (2013), “Hubungan Nisbah C/N dengan Jumlah Total Bakteri Pada Tambak di Areal Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau, Jepara”, *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan UNDIP Semarang*, Vol. 2, No. 3, hal. 265-272.
- Wahyuningsih, H. dan Barus, T.A. (2006), *Buku Ajar Ikhtiologi*, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wetzel R.G. (2001), *Limnology: lake and river ecosystems, 3rd ed*, Academic Press, San Diego, California.
- Widianingsih, Hartati, R., Endrawati, H., dan Hilal, M. (2011), “Kajian Kadar Total Lipid dan Kepadatan *Nitzschia* sp. yang dikultur dengan Salinitas yang Berbeda”, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, hal 29-37.
- Widyastuti, E., Sukantoa, Rukaya, S. (2010), “Penggunaan Pakan Fermentasi pada Budidaya Ikan Sistem Keramba Jarring Apung untuk Mengurangi Potensi Eutrofikasi di Waduk Wadaslintang”, *Limnotek*, Vol. 17, No. 12, hal. 191-200.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2005), *Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Guidelines*, Version 1, Earthprint Limited, Switzerland.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2011), *Guidelines on Quarry Rehabilitation*, Atar Roto Presse SA, Switzerland.
- Xiafei, Z., Dongdong, Z., Jianguang, Q., and Yan W. (2018), “The Effect of C/N Ratio on Bacterial Community and Water Quality in a Mussel-Fish Integrated System”, *Aquaculture Research*, Vol. 49, No. 4, hal. 8-19.
- Yanuhar, U., Musa, M., Rahayu, D.T., and Arfiati, D. (2016), “Identification of Plankton on Fish Pond of *Oreochromis niloticus* Infected by Viral Nervous Necrosis”, *Research Journal of Life Science*, Vol. 3, No. 2, hal. 119-128.
- Yuliana, E., Adiwilaga, M., Enang, Harris dan Pratiwi, N.T.M. (2012), “Hubungan antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisik Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta”, *Jurnal Akuatika*, Vol. 3, No. 2, hal. 169-179.



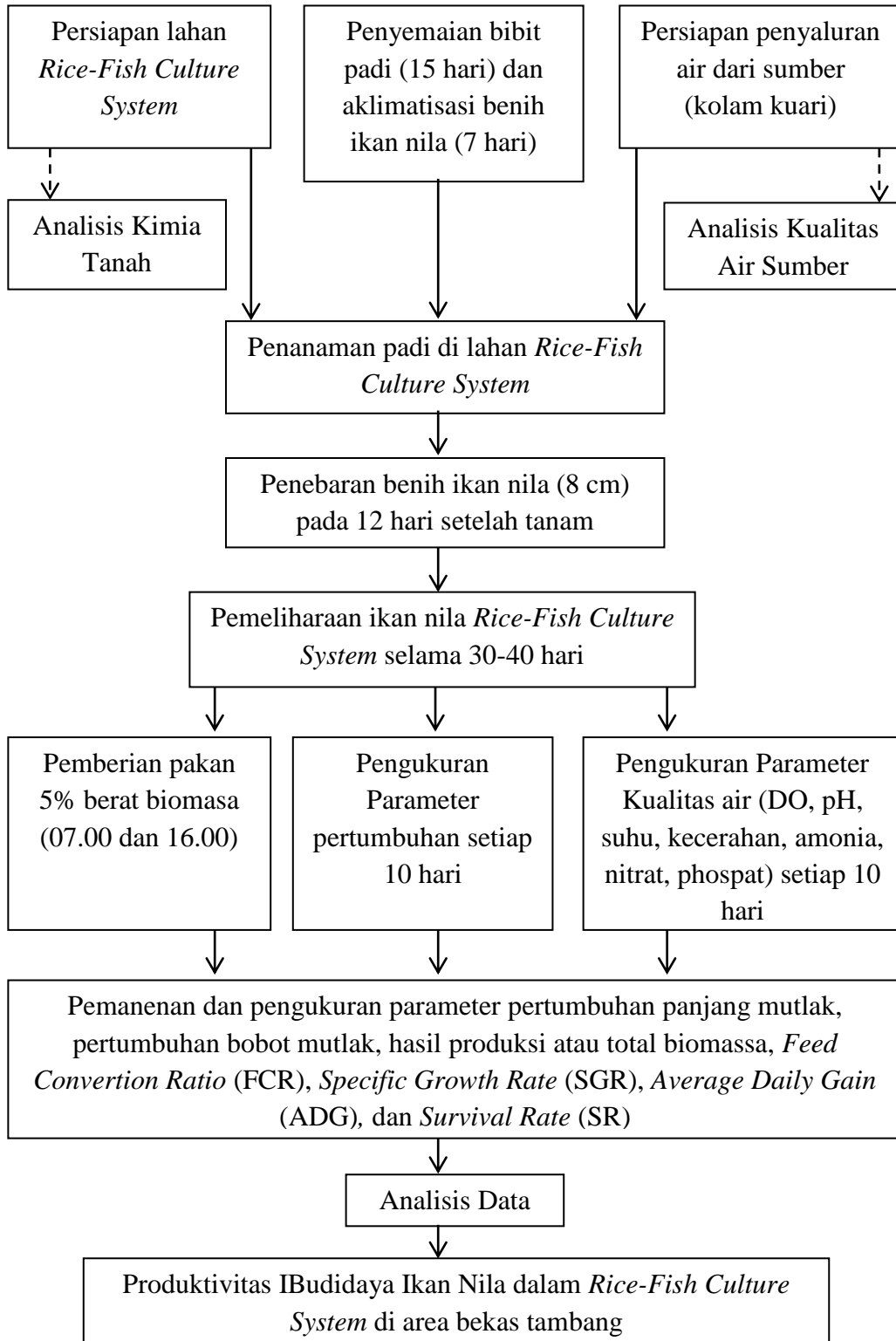
Yulius, A.K.P., Nanere, J.L., Arifin, Samosir, S.S.R., Tangkaisari, R., Lalopua, J.R., Ibrahim, B., dan Asmail, H. (1985), *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Badan Kerjasama PTN Indonesia Bagian Timur, Ujung Pandang.

Zonneveld, N., Huisman, E. A. dan Boon, J.H. (1991), *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja



## Lampiran 2. Data dan Analisis Statistik Suhu

### 1. Suhu Pagi

#### a. Data Suhu

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	22.9	24.3	24.3	26.7	27.0
	2	23.4	24.1	24.6	26.6	26.4
	3	23.6	24.2	24.3	25.3	26.4
	Rerata	23.3	24.2	24.4	26.2	26.6
	St. dev	±0.361	±0.100	±0.173	±0.781	±0.346
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	22.8	24.0	23.7	25.8	27.5
	2	23.5	24.4	23.3	26.8	26.3
	3	23.6	24.2	24.1	25.1	26.6
	Rerata	23.3	24.2	23.7	25.9	26.8
	St. dev	±0.436	±0.200	±0.400	±0.854	±0.624
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	23.5	24.4	23.9	26.4	26.1
	2	23.4	24.3	24.7	26.7	26.2
	3	23.0	24.5	24.9	24.3	26.6
	Rerata	23.3	24.4	24.5	25.8	26.3
	St. dev	±0.265	±0.100	±0.529	±1.308	±0.265

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

#### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
Hari 0	Perlakuan	2	0	0	0	5.14
	Acak	6	0.78	0.13	ns	
	Total	8				
Hari 10	Perlakuan	2	0.0800	0.0400	2.0000	5.14
	Acak	6	0.1200	0.0200	ns	
	Total	8				
Hari 20	Perlakuan	2	1.0422	0.5211	3.0455	5.14
	Acak	6	1.0267	0.1711	ns	
	Total	8				
Hari 30	Perlakuan	2	0.26	0.13	0.127869	5.14
	Acak	6	6.1	1.016667	ns	
	Total	8				
Hari 40	Perlakuan	2	0.38	0.19	0.982759	5.14
	Acak	6	1.16	0.193333	ns	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

Waktu	BNT 5%	0.720377				
Hari 0	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	23.3	23.3	23.3	
	A	23.3				a
	B	23.3	0			a
	C	23.3	0	0		a
Hari 10	BNT 5%	0.282				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	24.2	24.2	24.4	
	A	24.2				a
	B	24.2	0			a
	C	24.4	0.2	0.2		a
Hari 20	BNT 5%	0.826				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	24.4	23.73	24.5	
	A	24.4				a
	B	23.7	0.67			b
	C	24.5	0.1	0.77		b
Hari 30	BNT 5%	2.014				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	26.2	25.9	25.8	
	A	26.2				a
	B	25.9	0.3			a
	C	25.8	0.4	0.1		a
Hari 40	BNT 5%	0.8785				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	26.6	26.8	26.3	
	A	26.6				a
	B	26.8	0.2			a
	C	26.3	0.3	0.5		A

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

2. Suhu Sore

a. Data Suhu

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	30.7	32.3	31.8	31.5	31.5
	2	31.3	31.8	30.6	30.5	31.2
	3	31.6	32.2	31.8	31.6	31.2
	Rerata	31.2	32.1	31.4	31.2	31.3
	St.dev	±0.458	±0.265	±0.693	±0.608	±0.173
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	32.4	32.0	31.4	30.5	31.2
	2	32.2	32.3	31.3	31.4	31.4
	3	32.3	32.3	32.4	31.7	30.7
	Rerata	32.3	32.2	31.7	31.2	31.1
	St.dev	±0.100	±0.173	±0.608	±0.624	±0.361
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	29.3	29.2	30.4	30.7	31.0
	2	28.9	28.5	30.6	30.0	30.4
	3	28.5	28.4	30.8	31.1	30.7
	Rerata	28.9	28.7	30.6	30.6	30.7
	St.dev	±0.400	±0.436	±0.200	±0.557	±0.300

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	18.0600	9.0300	71.29*	5.14
	Acak	6	0.7600	0.1267		
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	23.8200	11.9100	123.21*	5.14
	Acak	6	0.5800	0.0967		
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	1.9400	0.9700	3.27 ns	5.14
	Acak	6	1.7800	0.2967		
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.72	0.36	1.00 ns	5.14
	Acak	6	2.14	0.356667		
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.56	0.28	3.36 ns	5.14
	Acak	6	0.5	0.083333		
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.711082				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0	Rerata		31.2	32.3	28.9	
	A	31.2				a
	B	32.3	1.1			b
	C	28.9	2.3	3.4		c
	BNT 5%	0.621193				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 10	Rerata		32.1	32.2	28.7	
	A	32.1				a
	B	32.2	0.1			b
	C	28.7	3.4	3.5		b
	BNT 5%	1.088235				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20	Rerata		31.4	31.7	30.6	
	A	31.4				a
	B	31.7	0.3			a
	C	30.6	0.8	1.1		a
	BNT 5%	1.193217				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30	Rerata		31.2	31.2	30.6	
	A	31.2				a
	B	31.2	0			a
	C	30.6	0.6	0.6		a
	BNT 5%	0.576763				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40	Rerata		31.3	31.1	30.7	
	A	31.3				a
	B	31.1	0.2			a
	C	30.7	0.6	0.4		a

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P > 0.05$ )*

### Lampiran 3. Data dan Analisis Statistik Oksigen Terlarut

#### 1. Oksigen Terlarut Pagi

##### a. Data Oksigen Terlarut

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	3.0	3.5	4.0	3.5	4.0
	2	3.3	3.4	4.3	3.4	4.3
	3	3.3	3.3	4.0	3.3	3.7
	Rerata	3.2	3.4	4.1	3.4	4
	St. dev	±0.173	±0.100	±0.173	±0.100	±0.300
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	3.3	4.3	4.6	3.3	4.3
	2	3.6	4.1	4.5	3.1	3.7
	3	3.6	4.2	4.7	3.5	4.3
	Rerata	3.5	4.2	4.6	3.3	4.1
	St. dev	±0.173	±0.1	±0.1	±0.2	±0.34641
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	4.2	4.6	4.2	3.6	4.2
	2	4.7	4.7	4.7	3.7	4.4
	3	4.6	4.8	4.0	3.5	4.0
	Rerata	4.5	4.7	4.3	3.6	4.2
	St. dev	±0.265	±0.100	±0.361	±0.100	±0.200

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

##### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	2.780	1.390	32.07692	5.14
	Acak	6	0.260	0.043	*	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	2.580	1.290	129.0000	5.14
	Acak	6	0.060	0.010	*	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.380	0.190	3.3529	5.14
	Acak	6	0.340	0.057	ns	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.140	0.070	3.5	5.14
	Acak	6	0.120	0.020	ns	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.060	0.030	0.36	5.14
	Acak	6	0.500	0.083	ns	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )



c.Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.41591				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 0</b>	Rerata		3.20	3.50	4.50	
	A	3.20				a
	B	3.50	0.30			a
	C	4.50	1.30	1.00		b
	BNT 5%	0.199797				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 10</b>	Rerata		3.40	4.20	4.70	
	A	3.40				a
	B	4.20	0.80			b
	C	4.70	1.30	0.50		c
	BNT 5%	0.475611				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 20</b>	Rerata		4.10	4.60	4.30	
	A	4.10				a
	B	4.60	0.50			b
	C	4.30	0.20	0.30		a
	BNT 5%	0.282555				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 30</b>	Rerata		3.40	3.30	3.60	
	A	3.40				a
	B	3.30	0.10			a
	C	3.60	0.20	0.30		a
	BNT 5%	0.576763				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 40</b>	Rerata		4.00	4.10	4.20	
	A	4.00				a
	B	4.10	0.10			a
	C	4.20	0.20	0.10		a

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## 2. Oksigen terlarut sore

### a. Data

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	5.5	5.8	6.1	5.8	5.7
	2	5.8	6.1	6.2	5.7	5.2
	3	5.5	5.5	6.3	5.3	5.3
	Rerata	5.6	5.8	6.2	5.6	5.4
	St. dev	±0.173	±0.300	±0.100	±0.265	±0.265
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	5.8	6.2	5.6	6.2	5.9
	2	6.2	5.9	5.2	6.5	6.2
	3	6.0	6.2	5.4	6.2	6.2
	Rerata	6	6.1	5.4	6.3	6.1
	St. dev	±0.200	±0.173	±0.200	±0.173	±0.173
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	5.9	6.2	5.7	6.2	6.7
	2	5.7	6.1	6.1	6.1	6.2
	3	5.5	6.0	5.6	6.3	6.3
	Rerata	5.7	6.1	5.8	6.2	6.4
	St. dev	±0.200	±0.100	±0.265	±0.100	±0.265

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.26	0.13	3.545455	5.14
	Acak	6	0.22	0.036667	ns	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.1800	0.0900	2.0769	5.14
	Acak	6	0.2600	0.0433	ns	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	1.2200	0.6100	12.2000	5.14
	Acak	6	0.3000	0.0500	*	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.86	0.43	11.72727	5.14
	Acak	6	0.22	0.036667	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	1.58	0.79	13.94118	5.14
	Acak	6	0.34	0.056667	*	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.382582				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 0</b>		Rerata	5.60	6.00	5.70	
	A	5.60				a
	B	6.00	0.40			a
	C	5.70	0.10	0.30		a
	BNT 5%	0.41591				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 10</b>		Rerata	5.80	6.10	6.10	
	A	5.80				a
	B	6.10	0.30			a
	C	6.10	0.30	0.00		a
	BNT 5%	0.446759				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 20</b>		Rerata	6.20	5.30	5.80	
	A	6.20				b
	B	5.30	0.90			a
	C	5.80	0.40	0.50		b
	BNT 5%	0.382582				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 30</b>		Rerata	5.60	6.30	6.20	
	A	5.60				a
	B	6.30	0.70			b
	C	6.20	0.60	0.10		b
	BNT 5%	0.475611				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
<b>Hari 40</b>		Rerata	5.40	6.10	6.40	
	A	5.40				a
	B	6.10	0.70			b
	C	6.40	1.00	0.30		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

#### Lampiran 4. Data dan Analisis Statistik Kecerahan

##### a. Data Kecerahan

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	30.4	29.5	30.5	31.5	31.8
	2	30.5	29.3	30.4	31.5	32.0
	3	29.7	29.7	30.6	30.6	32.2
	Rerata	30.2	29.5	30.5	31.2	32
	St. dev	±0.436	±0.200	±0.100	±0.520	±0.200
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	30.2	29.3	30.5	31.0	31.0
	2	30.8	29.1	30.3	30.8	31.0
	3	30.5	28.6	30.7	31.8	31.6
	Rerata	30.5	29	30.5	31.2	31.2
	St. dev	±0.300	±0.361	±0.200	±0.529	±0.346
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	30.2	29.5	31.2	32.0	30.8
	2	29.5	29.0	31.5	31.5	30.5
	3	30.3	29.1	30.3	31.3	30.2
	Rerata	30	29.2	31	31.6	30.5
	St. dev	±0.436	±0.265	±0.624	±0.361	±0.300

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

##### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.3800	0.1900	1.2128	5.14
	Acak	6	0.9400	0.1567	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.3800	0.1900	2.3750	5.14
	Acak	6	0.4800	0.0800	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.5000	0.2500	1.6726	5.14
	Acak	6	0.8968	0.1495	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.3200	0.1600	0.7059	5.14
	Acak	6	1.3600	0.2267	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	3.3800	1.6900	20.2800	5.14
	Acak	6	0.5000	0.0833	*	
	Total	8				

*Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )*

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.790818				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0	Rerata		20.20	20.50	20.00	
	A	20.20				a
	B	20.50	0.30			a
	C	20.00	0.20	0.50		a
	BNT 5%	0.56511				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari10	Rerata		19.50	19.00	19.20	
	A	19.50				a
	B	19.00	0.50			a
	C	19.20	0.30	0.20		a
	BNT 5%	0.772432				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20	Rerata		20.50	20.50	21.00	
	A	20.50				a
	B	20.50	0.00			a
	C	21.00	0.50	0.50		a
	BNT 5%	0.951223				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30	Rerata		21.20	21.20	21.60	
	A	21.20				a
	B	21.20	0.00			a
	C	21.60	0.40	0.40		a
	BNT 5%	0.576763				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40	Rerata		22.00	21.20	20.50	
	A	22.00				a
	B	21.20	0.80			b
	C	20.50	1.50	0.70		c

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 5. Data dan Analisis Statistik pH

### a. Data pH

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	7.70	7.71	7.71	7.67	7.66
	2	7.78	7.69	7.65	7.70	7.63
	3	7.68	7.61	7.74	7.67	7.66
	Rerata	7.72	7.67	7.70	7.68	7.65
	St. dev	±0.053	±0.053	±0.046	±0.017	±0.017
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	7.55	7.55	7.67	7.60	7.58
	2	7.67	7.50	7.67	7.62	7.60
	3	7.67	7.51	7.61	7.61	7.62
	Rerata	7.63	7.52	7.65	7.61	7.60
	St. dev	±0.069	±0.026	±0.035	±0.010	±0.020
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	7.62	7.36	7.50	7.50	7.50
	2	7.70	7.41	7.55	7.48	7.43
	3	7.72	7.46	7.54	7.52	7.45
	Rerata	7.68	7.41	7.53	7.50	7.46
	St. dev	±0.053	±0.050	±0.026	±0.020	±0.036

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.0122	0.0061	1.7596	5.14
	Acak	6	0.0208	0.0035	ns	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.1022	0.0511	25.5500	5.14
	Acak	6	0.0120	0.0020	*	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.0458	0.0229	17.1750	5.14
	Acak	6	0.0080	0.0013	*	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.0494	0.0247	92.5094	5.14
	Acak	6	0.0016	0.0003	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.0582	0.0291	43.6500	5.14
	Acak	6	0.0040	0.0007	*	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.117637				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0	Rerata		7.72	7.63	7.68	
	A	7.72				a
	B	7.63	0.09			a
	C	7.68	0.04	0.05		a
	BNT 5%	0.089352				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari10	Rerata		7.67	7.52	7.41	
	A	7.67				a
	B	7.52	0.15			b
	C	7.41	0.26	0.11		c
	BNT 5%	0.072955				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20	Rerata		7.70	7.65	7.53	
	A	7.70				a
	B	7.65	0.05			a
	C	7.53	0.17	0.12		b
	BNT 5%	0.032647				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30	Rerata		7.68	7.61	7.50	
	A	7.68				a
	B	7.61	0.07			b
	C	7.50	0.18	0.11		c
	BNT 5%	0.051587				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40	Rerata		7.65	7.60	7.46	
	A	7.65				a
	B	7.60	0.05			a
	C	7.46	0.19	0.14		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 6. Data dan Analisis Statistik Amonia

### a. Data Ammonia

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	0.1021	0.0971	0.1937	0.1687	0.0937
	2	0.1151	0.0842	0.1993	0.1701	0.0893
	3	0.1113	0.0737	0.2073	0.1703	0.0933
	Rerata	0.1095	0.085	0.2001	0.1697	0.0921
	St. dev	±0.00668	±0.01172	±0.00683	±0.00087	±0.00243
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	0.1392	0.0985	0.1505	0.0905	0.0805
	2	0.1205	0.0922	0.1438	0.1138	0.1038
	3	0.1168	0.0874	0.1671	0.1038	0.1061
	Rerata	0.1255	0.0927	0.1538	0.1027	0.0968
	St. dev	±0.01201	±0.00560	±0.0111	±0.01169	±0.01416
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	0.0872	0.0801	0.1403	0.1013	0.0693
	2	0.0931	0.0767	0.1271	0.1151	0.0791
	3	0.0918	0.0805	0.1316	0.0917	0.0895
	Rerata	0.0907	0.0791	0.133	0.1027	0.0793
	St. dev	±0.0031	±0.00209	±0.00671	±0.01176	±0.01010

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.0018	0.0009	13.76	5.14
	Acak	6	0.0004	0.0001	*	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.0003	0.0001	2.4188	5.14
	Acak	6	0.0003	0.0001	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.0071	0.0035	45.0607	5.14
	Acak	6	0.0005	0.0001	*	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.0090	0.0045	48.8377	5.14
	Acak	6	0.0006	0.0001	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.0005	0.0002	2.3927	5.14
	Acak	6	0.0006	0.0001	Ns	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )



c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.016251				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0	Rerata		0.1095	0.1255	0.0907	
	A	0.1095				a
	B	0.1255	0.0160			a
	C	0.0907	0.0188	0.0348		b
	BNT 5%	0.015175				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 10	Rerata		0.0850	0.0927	0.0791	
	A	0.0850				a
	B	0.0927	0.0077			a
	C	0.0791	0.0059	0.0136		a
	BNT 5%	0.017707				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20	Rerata		0.2001	0.1538	0.1330	
	A	0.2001				a
	B	0.1538	0.0463			b
	C	0.1330	0.0671	0.0208		c
	BNT 5%	0.019155				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30	Rerata		0.1697	0.1027	0.1027	
	A	0.1697				a
	B	0.1027	0.0670			b
	C	0.1027	0.0670	0.0000		b
	BNT 5%	0.020262				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40	Rerata		0.0921	0.0968	0.0793	
	A	0.0921				a
	B	0.0968	0.0047			a
	C	0.0793	0.0128	0.0175		a

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 7. Data dan Analisis Statistik Nitrit

### a. Data Nitrit

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	0.0251	0.0142	0.0035	0.0120	0.0214
	2	0.0239	0.0176	0.0032	0.0119	0.0246
	3	0.0260	0.0162	0.0032	0.0118	0.0275
	Rerata	0.025	0.016	0.0033	0.0119	0.0245
	St. dev	±0.00105	±0.00171	±0.00017	±0.00012	±0.00305
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	0.0356	0.0157	0.0041	0.0118	0.0205
	2	0.0325	0.0162	0.0030	0.0120	0.0220
	3	0.0366	0.0149	0.0037	0.0128	0.0238
	Rerata	0.0349	0.0156	0.0036	0.0122	0.0221
	St. dev	±0.00214	±0.00066	±0.00056	±0.00053	±0.00165
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	0.0171	0.0101	0.0020	0.0069	0.0144
	2	0.0168	0.0092	0.0017	0.0067	0.0157
	3	0.0189	0.0098	0.0017	0.0080	0.0167
	Rerata	0.0176	0.0097	0.0018	0.0072	0.0156
	St. dev	±0.00112	±0.00046	±0.00018	±0.00070	±0.00115

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.0004521	0.0002260	97.87	5.14
	Acak	6	0.0000139	0.0000023	*	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.0000747	0.0000373	31.4579	5.14
	Acak	6	0.0000071	0.0000012	*	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.0000056	0.0000028	22.43	5.14
	Acak	6	0.0000007	0.0000001	*	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.0000472	0.0000236	90.14	5.14
	Acak	6	0.0000016	0.0000003	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.0001272	0.0000636	14.27	5.14
	Acak	6	0.0000267	0.0000045	*	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

Hari 0	BNT 5%	0.003036				
	Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
	A	0.0250	0.0250	0.0349	0.0176	a
	B	0.0349	0.0099			b
	C	0.0176	0.0074	0.0173		c
Hari 10	BNT 5%	0.002176				
	Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
	A	0.0160	0.0160	0.0156	0.0097	a
	B	0.0156	0.0004			a
	C	0.0097	0.0063	0.0059		b
Hari 20	BNT 5%	0.000705				
	Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
	A	0.0033	0.0033	0.0036	0.0018	a
	B	0.0036	0.0003			a
	C	0.0018	0.0015	0.0018		b
Hari 30	BNT 5%	0.001022				
	Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
	A	0.0119	0.0119	0.0122	0.0072	a
	B	0.0122	0.0003			a
	C	0.0072	0.0047	0.0050		b
Hari 40	BNT 5%	0.004218				
	Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
	A	0.0245	0.0245	0.0221	0.0156	a
	B	0.0221	0.0024			a
	C	0.0156	0.0089	0.0065		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 8. Datadan Analisis Statistik Nitrat

### a. Data Nitrat

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	0.3419	0.2802	0.1441	0.1502	0.1141
	2	0.3512	0.2949	0.1302	0.1449	0.1202
	3	0.3641	0.2745	0.1439	0.1327	0.1242
	Rerata	0.3524	0.2832	0.1394	0.1426	0.1195
	St. dev	±0.0111	±0.0105	±0.0080	±0.0090	±0.0051
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	0.4101	0.2988	0.1505	0.1954	0.1512
	2	0.3972	0.3172	0.1403	0.1987	0.1409
	3	0.4197	0.3242	0.1436	0.1762	0.1372
	Rerata	0.409	0.3134	0.1448	0.1901	0.1431
	St. dev	±0.0113	±0.0131	±0.0052	±0.0122	±0.0073
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	0.4897	0.3502	0.1512	0.1822	0.1605
	2	0.5020	0.3401	0.1609	0.1901	0.1488
	3	0.4771	0.3489	0.1787	0.2079	0.1638
	Rerata	0.4896	0.3464	0.1636	0.1934	0.1577
	St. dev	±0.0125	±0.0055	±0.0139	±0.0132	±0.0079

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.028524	0.014262	105.18	5.14
	Acak	6	0.000814	0.000136	*	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.005995	0.002998	28.72	5.14
	Acak	6	0.000626	0.000104	*	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.000968	0.000484	5.09	5.14
	Acak	6	0.000570	0.000095	ns	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.004848	0.002424	18.11	5.14
	Acak	6	0.000803	0.000134	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.002229	0.001115	23.78	5.14
	Acak	6	0.000281	0.000047	*	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.023265				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0		Rerata	0.3524	0.4090	0.4896	
	A	0.3524				a
	B	0.4090	0.0566			b
	C	0.4896	0.1372	0.0806		c
	BNT 5%	0.020411				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 10		Rerata	0.2832	0.3134	0.3464	
	A	0.2832				a
	B	0.3134	0.0302			b
	C	0.3464	0.0632	0.0330		c
	BNT 5%	0.01948				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20		Rerata	0.1394	0.1448	0.1636	
	A	0.1394				a
	B	0.1448	0.0054			a
	C	0.1636	0.0242	0.0188		a
	BNT 5%	0.023112				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30		Rerata	0.1426	0.1901	0.1934	
	A	0.1426				a
	B	0.1901	0.0475			b
	C	0.1934	0.0508	0.0033		b
	BNT 5%	0.013679				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40		Rerata	0.1195	0.1431	0.1577	
	A	0.1195				a
	B	0.1431	0.0236			b
	C	0.1577	0.0382	0.0146		c

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 9. Data dan Analisis Statistik Fosfat

### a. Data Fosfat

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	0.3101	0.1452	0.0601	0.0502	0.0601
	2	0.2903	0.1335	0.0472	0.0570	0.0472
	3	0.2864	0.1389	0.0433	0.0530	0.0604
	Rerata	0.2956	0.1392	0.0502	0.0534	0.0559
	St. dev	±0.0127	±0.0059	±0.0088	±0.0034	±0.0075
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	0.3320	0.1633	0.0602	0.0633	0.1202
	2	0.3508	0.1502	0.0776	0.0802	0.1021
	3	0.3852	0.1407	0.0797	0.0773	0.1125
	Rerata	0.356	0.1514	0.0725	0.0736	0.1116
	St. dev	±0.0270	±0.0113	±0.0107	±0.0090	±0.0091
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	0.3648	0.1272	0.0729	0.0772	0.0929
	2	0.3505	0.1521	0.0622	0.0921	0.1160
	3	0.4082	0.1545	0.0689	0.0935	0.1028
	Rerata	0.3745	0.1446	0.068	0.0876	0.1039
	St. dev	±0.0300	±0.0151	±0.0054	±0.0090	±0.0116

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.010216	0.005108	8.55	5.14
	Acak	6	0.003584	0.000597	*	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.000224	0.000112	0.86	5.14
	Acak	6	0.000783	0.000131	ns	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	0.000834	0.000417	5.66	5.14
	Acak	6	0.000442	0.000074	*	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	0.001774	0.000887	15.21	5.14
	Acak	6	0.000350	0.000058	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	0.005466	0.002733	29.94	5.14
	Acak	6	0.000548	0.000091	*	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	0.048834				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0		Rerata	0.2956	0.3560	0.3745	
	A	0.2956				a
	B	0.3560	0.0604			b
	C	0.3745	0.0789	0.0185		b
	BNT 5%	0.022826				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 10		Rerata	0.1392	0.1514	0.1446	
	A	0.1392				a
	B	0.1514	0.0122			a
	C	0.1446	0.0054	0.0068		a
	BNT 5%	0.017153				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20		Rerata	0.0502	0.0725	0.0680	
	A	0.0502				a
	B	0.0725	0.0223			b
	C	0.0680	0.0178	0.0045		b
	BNT 5%	0.015258				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30		Rerata	0.0534	0.0736	0.0876	
	A	0.0534				a
	B	0.0736	0.0202			b
	C	0.0876	0.0342	0.0140		b
	BNT 5%	0.01909				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40		Rerata	0.0559	0.1116	0.1039	
	A	0.0559				a
	B	0.1116	0.0557			b
	C	0.1039	0.0480	0.0077		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

## Lampiran 10. Data dan Analisis Statistik Fitoplankton

### a. Data Kelimpahan Fitoplankton

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	721121.02	1075770.70	366471.34	184417.83	141859.87
	2	695113.38	1111235.67	378292.99	177324.84	130038.22
	3	725849.68	1082863.69	375928.66	156045.86	139495.54
	Rerata	714028.03	1089956.69	373564.33	172596.18	137131.21
	St. dev	±16550.32	±18766.30	±6255.43	±14765.24	±6255.43
	<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	728214.01	1489528.66	555617.83	234068.79
2		744764.33	1482435.67	548524.84	248254.78	236433.12
3		740035.67	1475342.68	576896.82	219882.80	224611.46
Rerata		737671.34	1482435.67	560346.50	234068.79	236433.12
St. dev		±8524.72	±7092.99	±14765.24	±14185.99	±11821.66
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>		1	993019.11	1690496.82	673834.39	236433.12
	2	981197.45	1704682.80	671470.06	210425.48	472866.24
	3	990654.78	1711775.80	711663.69	191510.83	463408.92
	Rerata	988290.45	1702318.47	685656.05	212789.81	465773.25
	St. dev	±6255.43	±10834.73	±22554.28	±22554.28	±6255.43

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

### b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	138588818876.22	69294409438.11	538.96	5.14
	Acak	6	771428565.87	128571427.64	**	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	577375151115.26	288687575557.63	1665.90	5.14
	Acak	6	1039751545.29	173291924.22	**	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	147991303280.46	73995651640.23	289.86	5.14
	Acak	6	1531677007.59	255279501.26	**	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	5847204926.77	2923602463.39	9.45	5.14
	Acak	6	1855900607.73	309316767.96	**	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	170463352807.82	85231676403.91	1172.85	5.14
	Acak	6	436024841.58	72670806.93	**	
	Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )



c. Uji Beda Nyata Terkecil

	BNT 5%	22654.82				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 0	Rerata		714028.03	737671.34	988290.45	
	A	714028.03				a
	B	737671.34	23643.31			b
	C	988290.45	274262.42	250619.11		c
	BNT 5%	26301.32				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 10	Rerata		1089956.69	1482435.67	1702318.47	
	A	1089956.69				a
	B	1482435.67	392478.98			b
	C	1702318.47	612361.78	219882.80		c
	BNT 5%	31922.46				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 20	Rerata		373564.33	560346.50	685656.05	
	A	373564.33				a
	B	560346.50	186782.17			b
	C	685656.05	312091.72	125309.55		c
	BNT 5%	35139.05				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 30	Rerata		172596.18	234068.79	212789.81	
	A	172596.18				a
	B	234068.79	61472.61			b
	C	212789.81	40193.63	21278.98		b
	BNT 5%	17032.11				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
Hari 40	Rerata		137131.21	236433.12	465773.25	
	A	137131.21				a
	B	236433.12	99301.91			b
	C	465773.25	328642.04	229340.13		c

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

d. Rata-rata Hasil Identifikasi Fitoplankton

Filum	Genus	A				
		0	10	20	30	40
Chlorophyta	Ankistrodesmus	0	122945.2	4728.662	23643.31	0
	Chlorella	26007.64	26007.64	7092.994	11821.66	40193.63
	Closterium	0	0	0	2364.331	2364.331
	Crucigenia	33100.64	0	0	0	21278.98
	Gloeocystis	23643.31	0	4728.662	7092.994	0
	Pediastrum	14185.99	0	2364.331	0	4728.662
	Scenedesmus	56743.95	40193.63	37829.3	14185.99	7092.994
	Schroederia	9457.325	0	23643.31	0	0
	Selenastrum	14185.99	11821.66	4728.662	7092.994	0
	Straurastrum	9457.325	28371.97	2364.331	2364.331	0
	Tetraedron	7092.994	2364.331	4728.662	7092.994	0
Bacillariophyta	Amphora	0	0	4728.662	0	0
	Cymbella	0	0	2364.331	0	0
	Navicula	18914.65	0	59108.28	4728.662	9457.325
	Neidium	14185.99	0	14185.99	0	2364.331
	Nitzschia	425579.6	605268.8	165503.2	35464.97	33100.64
	Pinnularia	26007.64	0	18914.65	0	9457.325
	Surirella	2364.331	0	0	0	0
Cyanophyta	Anabaena	0	7092.994	11821.66	4728.662	0
	Merismopedia	14185.99	26007.64	4728.662	0	4728.662
	Spirulina	7092.994	215154.1	0	47286.62	0
Dinophyta	Peridinium	11821.66	4728.662	0	4728.662	2364.331
<b>TOTAL</b>		714028	1089957	373564.3	172596.2	137131.2

Filum	Genus	B				
		0	10	20	30	40
Chlorophyta	Ankistrodesmus	7092.994	37829.3	11821.66	4728.662	28371.97
	Chlorella	40193.63	40193.63	23643.31	23643.31	16550.32
	Chodatella	0	0	0	0	2364.331
	Gloeocystis	18914.65	21278.98	14185.99	7092.994	7092.994
	Golenkinia	0	0	2364.331	0	0
	Pediastrum	2364.331	2364.331	0	2364.331	2364.331
	Scenedesmus	122945.2	196239.5	47286.62	14185.99	21278.98
	Selenastrum	11821.66	14185.99	0	0	33100.64

	Straurastrum	2364.331	2364.331	2364.331	4728.662	4728.662
	Tetraedron	4728.662	0	4728.662	0	2364.331
<b>Bacillariophyta</b>	Cyclotella	9457.325	0	0	0	0
	Navicula	18914.65	18914.65	4728.662	14185.99	0
	Neidium	0	14185.99	0	0	0
	Nitzschia	316820.4	1063949	163138.9	127673.9	30736.31
	Pinnularia	30736.31	11821.66	2364.331	0	0
	Anabaena	0	0	7092.994	0	0
<b>Cyanophyta</b>	Microcystis	35464.97	0	0	0	0
	Merismopedia	111123.6	37829.3	30736.31	33100.64	9457.325
	Spirulina	4728.662	18914.65	245890.4	0	73294.27
<b>Dinophyta</b>	Peridinium	0	2364.331	0	2364.331	4728.662
<b>TOTAL</b>		737671.3	1482436	560346.5	234068.8	236433.1

<b>Filum</b>	<b>Genus</b>	<b>C</b>				
		0	10	20	30	40
<b>Chlorophyta</b>	Ankistrodesmus	42557.96	42557.96	134766.9	0	11821.66
	Chlorella	26007.64	14185.99	16550.32	89844.59	56743.95
	Chodatella	0	0	0	0	0
	Closterium	0	0	0	4728.662	2364.331
	Gloeocystis	47286.62	21278.98	26007.64	0	14185.99
	Pediastrum	18914.65	0	2364.331	7092.994	14185.99
	Scenedesmus	132402.5	144224.2	33100.64	7092.994	63836.94
	Schroederia	0	0	0	14185.99	35464.97
	Selenastrum	9457.325	14185.99	18914.65	0	2364.331
	Sphaerocystis	0	2364.331	0	0	2364.331
	Straurastrum	33100.64	0	2364.331	0	4728.662
	Tetraedron	4728.662	9457.325	4728.662	4728.662	4728.662
	<b>Bacillariophyta</b>	Cyclotella	9457.325	0	0	2364.331
Navicula		37829.3	44922.29	14185.99	11821.66	18914.65
Neidium		0	0	0	2364.331	2364.331
Nitzschia		420851	1272010	158410.2	61472.61	172596.2
Pinnularia		16550.32	26007.64	11821.66	4728.662	7092.994
<b>Cyanophyta</b>	Anabaena	4728.662	2364.331	7092.994	0	2364.331
	Microcystis	0	0	0	0	0
	Merismopedia	73294.27	30736.31	26007.64	0	49650.96
	Spirulina	106394.9	73294.27	224611.5	0	0
<b>Dinophyta</b>	Peridinium	4728.662	4728.662	4728.662	2364.331	0
<b>TOTAL</b>		988290.4	1702318	685656.1	212789.8	465773.2

e. Rata-Rata Kelimpahan dan Kontribusi Filum Fitoplankton

**Kelimpahan (sel/L)**

	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
<b>A</b>	Chlorophyta	193875	231704	92209	75659	75659	133821
	Bacillariophyta	487052	605269	264805	40194	54380	290340
	Cyanophyta	21279	248255	16550	52015	4729	68566
	Dinophyta	11822	4729	0	4729	2364	4729
	Total	714028	1089957	373564	172596	137131	497455
<b>B</b>	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
	Chlorophyta	210425	314456	106395	56744	118217	161247
	Bacillariophyta	375929	1108871	170232	141860	30736	365526
	Cyanophyta	151317	56744	283720	33101	82752	121527
	Dinophyta	0	2364	0	2364	4729	1891
Total	737671	1482436	560346	234069	236433	650191	
<b>C</b>	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
	Chlorophyta	314456	248255	238797	127674	212790	228394
	Bacillariophyta	484688	1342940	184418	82752	200968	459153
	Cyanophyta	184418	106395	257712	0	52015	120108
	Dinophyta	4729	4729	4729	2364	0	3310
Total	988290	1702318	685656	212790	465773	810966	

**Persentase Kontribusi (%)**

	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
<b>A</b>	Chlorophyta	27.15	21.26	24.68	43.84	55.17	34.42
	Bacillariophyta	68.21	55.53	70.89	23.29	39.66	51.51
	Cyanophyta	2.98	22.78	4.43	30.14	3.45	12.75
	Dinophyta	1.66	0.43	0.00	2.74	1.72	1.31
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>B</b>	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
	Chlorophyta	28.53	21.21	18.99	24.24	50.00	28.59
	Bacillariophyta	50.96	74.80	30.38	60.61	13.00	45.95
	Cyanophyta	20.51	3.83	50.63	14.14	35.00	24.82
	Dinophyta	0.00	0.16	0.00	1.01	2.00	0.63
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
<b>C</b>	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
	Chlorophyta	31.82	14.58	34.83	60.00	45.69	37.38
	Bacillariophyta	49.04	78.89	26.90	38.89	43.15	47.37
	Cyanophyta	18.66	6.25	37.59	0.00	11.17	14.73
	Dinophyta	0.48	0.28	0.69	1.11	0.00	0.51
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

**Lampiran 11.** Data dan Analisis Statistik Zooplankton

a. Data Kelimpahan Zooplankton

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A</b> (TLBT:TP = 1:0)	1	0	0	0.000	0.000	0.000
	2	0	0	0.000	0.000	2364.331
	3	0	0	0.000	0.000	4728.662
	Rerata	0	0	0.000	0.000	2364.331
	St. dev	±0.00	±0.000	±0.000	±0.000	±2364.331
<b>B</b> (TLBT:TP = 1:1)	1	0	0	0.000	4728.662	9457.325
	2	0	0	0.000	2364.331	4728.662
	3	0	0	0.000	0.000	7092.994
	Rerata	0	0	0.000	2364.331	7092.994
	St. dev	±0.00	±0.000	±0.000	±2364.331	±2364.331
<b>C</b> (TLBT:TP = 0:1)	1	0	0	2364.331	4728.662	7092.994
	2	0	0	4728.662	7092.994	7092.994
	3	0	0	0.000	9457.325	7092.994
	Rerata	0	0	2364.331	7092.994	7092.994
	St. dev	±0.00	±0.000	±2364.331	±2364.331	±0.000

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

b. Analisis Sidik Ragam

Waktu	Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Hari 0</b>	Perlakuan	2	0.00	0.00	0.00	5.14
	Acak	6	0.00	0.00	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 10</b>	Perlakuan	2	0.00	0.00	0.00	5.14
	Acak	6	0.00	0.00	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 20</b>	Perlakuan	2	11180124.14	5590062.07	3.00	5.14
	Acak	6	11180124.14	1863354.02	Ns	
	Total	8				
<b>Hari 30</b>	Perlakuan	2	78260869.00	39130434.50	10.50	5.14
	Acak	6	22360248.29	3726708.05	*	
	Total	8				
<b>Hari 40</b>	Perlakuan	2	44720496.57	22360248.29	6.00	5.14
	Acak	6	22360248.29	3726708.05	*	
	Total	8				

*Ket: \*) berbeda nyata (F hit > F 5%); ns) tidak berbeda nyata (F hit < F5%)*

c. Uji Beda Nyata Terkecil

Hari 0	BNT 5%	0.00				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	0.00	0.00	0.00	
	A	0.00				a
	B	0.00	0.00			a
	C	0.00	0.00	0.00		a
Hari 10	BNT 5%	0.00				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	0.00	0.00	0.00	
	A	0.00				a
	B	0.00	0.00			a
	C	0.00	0.00	0.00		a
Hari 20	BNT 5%	2727.32				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	0.00	0.00	2364.33	
	A	0.00				a
	B	0.00	0.00			a
	C	2364.33	2364.33	2364.33		a
Hari 30	BNT 5%	3857.01				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	0.00	2364.33	7092.99	
	A	0.00				a
	B	2364.33	2364.33			a
	C	7092.99	7092.99	4728.66		b
Hari 40	BNT 5%	3857.01				
	Perlakuan		A	B	C	Notasi
		Rerata	2364.33	7092.99	7092.99	
	A	2364.33				a
	B	7092.99	4728.66			b
	C	7092.99	4728.66	0.00		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

d. Rata-rata Hasil Identifikasi Zooplankton

Perl.	Filum	Genus	0	10	20	30	40
A	Rotifera	Asplanchnopus	0	0	0	0	2364.331
		Platyias	0	0	0	0	0
		Polyarthra	0	0	0	0	0
	Arthropoda	Calanus	0	0	0	0	0
		Copepod Nauplius	0	0	0	0	0
	TOTAL			0	0	0	0
B	Rotifera	Asplanchnopus	0	0	0	2364.331	4728.662
		Platyias	0	0	0	0	2364.331
		Polyarthra	0	0	0	0	0
	Arthropoda	Calanus	0	0	0	0	0
		Copepod Nauplius	0	0	0	0	0
	TOTAL			0	0	0	2364.331
C	Rotifera	Asplanchnopus	0	0	0	0	0
		Platyias	0	0	0	0	0
		Polyarthra	0	0	0	0	2364.331
	Arthropoda	Calanus	0	0	2364.331	4728.662	0
		Copepod Nauplius	0	0	0	2364.331	4728.662
	TOTAL			0	0	2364.331	7092.994

e. Rata-Rata Kelimpahan dan Kontribusi Filum Zooplankton

**Kelimpahan (ind/L)**

Perl.	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
A	Rotifera	0	0	0	0	2364.331	472.8662
	Arthropoda	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	2364.331	472.8662
B	Rotifera	0	0	0	2364.331	7092.994	1891.465
	Arthropoda	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	2364.331	7092.994	1891.465
C	Rotifera	0	0	0	0	2364.331	472.8662
	Arthropoda	0	0	2364.331	7092.994	4728.662	2837.197
	Total	0	0	2364.331	7092.994	7092.994	3310.064

**Persentase Kontribusi (%)**

Perl.	Filum	0	10	20	30	40	Rata-rata
A	Rotifera	0	0	0	0	100	100
	Arthropoda	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0	100	100
B	Rotifera	0	0	0	100	100	100
	Arthropoda	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	100	100	100
C	Rotifera	0	0	0	0	33.33333	14.28571
	Arthropoda	0	0	100	100	66.66667	85.71429
	Total	0	0	100	100	100	100

**Lampiran 12.** Data dan Analisis Statistik *Survival Rate* Ikan Nila

a. Data Selama Pengamatan

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	100.00	100.0	98.0	92.00	90.00
	2	100.00	100.0	98.0	94.00	90.00
	3	100.00	100.0	100.0	94.00	94.00
	Rerata	100.00	100.00	98.67	93.33	91.33
	St. dev	±0.00	±0.000	±1.155	±1.155	±2.309
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	100.00	100.0	100.0	96.00	94.00
	2	100.00	100.0	100.0	98.00	94.00
	3	100.00	98.0	96.0	94.00	92.00
	Rerata	100.00	99.33	98.67	96.00	93.33
	St. dev	±0.00	±1.155	±2.309	±2.000	±1.155
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	100.00	100.0	100.0	98.00	98.00
	2	100.00	100.0	100.0	96.00	94.00
	3	100.00	100.0	100.0	98.00	96.00
	Rerata	100.00	100.00	100.00	97.33	96.00
	St. dev	±0.00	±0.000	±0.000	±1.155	±2.000

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

b. Data Hari Terakhir

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (%)	stdev
	1	2	3		
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	90.00	90.00	94.00	91.33	±2.309
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	94.00	94.00	92.00	93.33	±1.155
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	98.00	94.00	96.00	96.00	±2.000

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*



c. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
Perlakuan	2	32.889	16.444	4.63	5.14
Acak	6	21.333	3.556	ns	
Total	8				

*Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )*

d. Uji Beda Nyata Terkecil

BNT 5%		3.767403			
Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
A	91.33	91.33	93.33	96.00	a
B	93.33	2.00			a
C	96.00	4.67	2.67		a

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

### Lampiran 13. Data dan Analisis Statistik Pertumbuhan Panjang

#### a. Data Sampling Ikan Nila tiap 10 Hari (cm)

H10

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ikan 1	8.5	9.1	8.6	9.0	8.7	8.4	9.1	8.8	8.6
Ikan 2	8.7	8.8	8.5	9.0	8.8	8.5	9.1	8.7	8.6
Ikan 3	8.5	9.0	8.6	8.8	8.8	8.6	9.2	8.9	8.6
Ikan 4	8.7	9.2	8.7	9.0	9.0	8.5	9.3	8.7	8.5
Ikan 5	8.6	9.2	8.6	9.0	8.6	8.6	9.2	8.6	8.7
Ikan 6	8.5	9.3	8.5	8.9	8.9	8.5	9.3	8.7	8.5
Ikan 7	8.7	9.0	8.8	8.9	8.9	8.4	9.0	8.7	8.7
Ikan 8	8.5	9.0	8.5	8.8	8.8	8.5	9.3	8.9	8.5
Ikan 9	8.6	9.2	8.6	8.8	8.7	8.6	9.2	9.0	8.6
Ikan 10	8.7	9.2	8.6	8.8	8.8	8.4	9.3	9.0	8.7
Rata-rata	8.6	9.1	8.6	8.9	8.8	8.5	9.2	8.8	8.6
St. dev ( $\pm$ )	0.094	0.149	0.094	0.094	0.115	0.082	0.105	0.141	0.082

H20

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ikan 1	9.1	9.6	9.5	9.7	9.8	9.6	10.4	10.0	10
Ikan 2	9.2	9.8	9.5	9.8	9.9	9.7	10.4	10.1	9.9
Ikan 3	9.2	9.8	9.5	9.8	9.8	9.5	10.2	10.2	9.8
Ikan 4	9.3	9.8	9.6	9.7	9.7	9.6	10.3	9.9	9.7
Ikan 5	9.2	9.7	9.8	9.7	9.7	9.7	10.3	10.3	10
Ikan 6	9.3	9.6	9.7	9.6	9.8	9.5	10.4	9.9	9.8
Ikan 7	9.1	9.6	9.7	9.6	9.9	9.7	10.2	10.2	9.9
Ikan 8	9.3	9.7	9.6	9.7	9.7	9.6	10.4	10.0	10.1
Ikan 9	9.2	9.6	9.6	9.8	9.8	9.6	10.1	10.1	9.8
Ikan 10	9.1	9.8	9.5	9.6	9.9	9.5	10.3	10.3	10
Rata-rata	9.2	9.7	9.6	9.7	9.8	9.6	10.3	10.1	9.9
St. dev ( $\pm$ )	0.082	0.094	0.105	0.082	0.082	0.082	0.105	0.149	0.125

H30

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	ulangan	1	2	3	1	2	3	1	2
Ikan 1	9.7	9.9	9.7	10.4	10.3	10.0	10.5	10.9	10.4
Ikan 2	9.6	10.0	9.8	10.3	10.3	10.0	10.6	10.9	10.3
Ikan 3	9.8	10.2	9.8	10.2	10.2	10.2	10.6	10.9	10.4
Ikan 4	9.7	10.2	9.7	10.3	10.2	10.1	10.5	10.6	10.3
Ikan 5	9.7	10.3	9.8	10.4	10.2	10.3	10.4	10.7	10.4
Ikan 6	9.6	9.9	9.8	10.4	10.0	10.0	10.6	10.8	10.3
Ikan 7	9.8	10.2	9.9	10.2	10.2	10.2	10.6	10.8	10.3
Ikan 8	9.7	10.1	10.0	10.3	10.1	10.1	10.4	10.7	10.2
Ikan 9	9.8	10.0	9.8	10.2	10.3	10.1	10.4	10.9	10.2
Ikan 10	9.6	10.2	9.7	10.3	10.2	10	10.4	10.8	10.2
Rata-rata	9.7	10.1	9.8	10.3	10.2	10.1	10.5	10.8	10.3
St. dev ( $\pm$ )	0.082	0.141	0.094	0.082	0.094	0.105	0.094	0.105	0.082

H40

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	ulangan	1	2	3	1	2	3	1	2
Ikan 1	10.4	10.3	10.3	10.9	10.5	10.4	11.3	11.9	11.5
Ikan 2	10.4	10.5	10.4	10.9	10.5	10.4	11.4	11.8	11.4
Ikan 3	10.2	10.5	10.5	10.9	10.3	10.8	11.7	11.8	11.7
Ikan 4	10.3	10.4	10.4	10.7	10.3	10.8	11.7	11.5	11.7
Ikan 5	10.3	10.3	10.3	10.7	10.5	10.7	11.5	11.7	11.5
Ikan 6	10.4	10.6	10.5	10.8	10.4	10.5	11.4	11.7	11.8
Ikan 7	10.2	10.7	10.6	10.6	10.4	10.5	11.5	11.5	11.6
Ikan 8	10.2	10.6	10.3	10.7	10.5	10.6	11.6	11.8	11.7
Ikan 9	10.3	10.7	10.4	10.9	10.3	10.6	11.5	11.6	11.7
Ikan 10	10.3	10.4	10.3	10.9	10.3	10.7	11.4	11.7	11.4
Rata-rata	10.3	10.5	10.4	10.8	10.4	10.6	11.5	11.7	11.6
St. dev ( $\pm$ )	0.082	0.149	0.105	0.115	0.094	0.149	0.133	0.133	0.141

b. Data Panjang Ikan Nila (cm)

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	6.50	8.6	9.2	9.7	10.3
	2	6.50	9.1	9.7	10.1	10.5
	3	6.50	8.6	9.6	9.8	10.4
	Rerata	6.50	8.8	9.5	9.9	10.4
	St. dev	±0.000	±0.288	±0.265	±0.208	±0.100
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	6.50	8.9	9.7	10.3	10.8
	2	6.50	8.8	9.8	10.2	10.4
	3	6.50	8.5	9.6	10.1	10.6
	Rerata	6.50	8.7	9.7	10.2	10.6
	St. dev	±0.000	±0.231	±0.100	±0.100	±0.200
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	6.50	9.2	10.3	10.5	11.5
	2	6.50	8.8	10.1	10.8	11.7
	3	6.50	8.6	9.9	10.3	11.6
	Rerata	6.50	8.9	10.1	10.5	11.6
	St. dev	±0.000	±0.314	±0.200	±0.252	±0.100

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

c. Data Pertumbuhan Panjang Mutlak

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (cm)	stdev
	1	2	3		
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	3.8	4.0	3.9	3.90	±0.100
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	4.3	3.9	4.1	4.10	±0.200
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	5.0	5.2	5.1	5.10	±0.100

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

d. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
Perlakuan	2	2.480	1.240	62.00	5.14
Acak	6	0.120	0.020	**	
Total	8				

*Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )*

e. Uji Beda Nyata Terkecil

BNT 5%		0.282555			
Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
		3.90	4.10	5.10	
A	3.90				a
B	4.10	0.200			a
C	5.10	1.200	1.000		b

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

**Lampiran 14.** Data dan Analisis Statistik Pertumbuhan Bobot Ikan

## a. Data Sampling Ikan Nila tiap 10 Hari (gram)

H10

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ikan 1	12.05	11.35	12.01	11.65	11.87	11.54	11.48	11.87	12.58
Ikan 2	12.25	11.54	12.05	11.58	11.95	11.67	11.35	11.70	12.56
Ikan 3	11.80	11.45	11.87	11.35	11.80	11.35	11.25	11.68	12.43
Ikan 4	11.94	11.23	11.90	11.56	11.94	11.45	11.34	11.50	12.34
Ikan 5	11.78	11.36	11.68	11.50	11.78	11.54	11.23	11.75	12.42
Ikan 6	12.00	11.54	11.75	11.75	12.00	11.65	11.28	11.65	12.65
Ikan 7	12.00	11.45	11.65	11.42	12.05	11.34	11.34	11.87	12.54
Ikan 8	11.85	11.55	11.87	11.34	11.85	11.45	11.42	11.65	12.25
Ikan 9	11.80	11.45	11.56	11.45	11.80	11.75	11.25	11.87	12.65
Ikan 10	11.73	11.38	11.46	11.4	11.96	11.46	11.06	11.5	12.18
Rata-rata	11.92	11.43	11.78	11.50	11.90	11.52	11.30	11.70	12.46
St. dev ( $\pm$ )	0.159	0.102	0.193	0.134	0.093	0.149	0.116	0.146	0.164

H20

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ikan 1	14.05	14.12	14.10	14.25	14.21	14.18	14.67	14.62	14.45
Ikan 2	14.13	14.07	14.12	14.27	14.25	14.21	14.98	14.87	14.52
Ikan 3	13.76	14.50	13.87	14.53	14.23	14.22	14.83	14.91	14.78
Ikan 4	13.86	13.76	13.95	14.35	14.34	14.25	14.77	14.81	14.85
Ikan 5	13.95	13.88	13.88	14.32	14.43	14.06	14.64	14.57	14.84
Ikan 6	14.04	14.12	14.03	14.38	14.36	14.12	14.67	14.61	14.62
Ikan 7	14.12	14.02	13.92	14.35	14.32	13.95	14.87	14.73	14.75
Ikan 8	14.02	14.05	14.11	14.23	14.21	13.87	14.78	14.77	14.68
Ikan 9	13.76	13.97	14.02	14.32	14.23	14.15	14.77	14.82	14.74
Ikan 10	13.51	14.11	14.50	14.10	14.22	14.29	14.82	14.49	14.37
Rata-rata	13.92	14.06	14.05	14.31	14.28	14.13	14.78	14.72	14.66
St. dev ( $\pm$ )	0.197	0.193	0.183	0.112	0.077	0.134	0.103	0.140	0.166

## H30

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	ulangan	1	2	3	1	2	3	1	2
Ikan 1	17.20	18.01	17.78	18.36	18.28	18.66	19.36	19.05	18.85
Ikan 2	17.14	17.93	17.75	18.45	18.18	18.48	19.32	18.72	18.94
Ikan 3	17.32	18.05	17.67	18.54	18.46	18.36	19.29	19.05	19.05
Ikan 4	17.12	17.76	17.97	18.35	18.51	18.56	19.17	18.87	19.21
Ikan 5	16.98	17.87	17.73	18.46	18.49	18.78	19.16	18.94	19.02
Ikan 6	17.30	17.85	17.46	18.52	18.35	18.68	19.23	19.01	18.82
Ikan 7	17.25	17.91	17.58	18.27	18.32	18.57	19.12	18.85	18.95
Ikan 8	17.27	17.56	17.68	18.23	18.56	18.73	19.02	19.12	19.12
Ikan 9	17.23	17.67	17.76	18.45	18.30	18.65	19.30	19.10	19.03
Ikan 10	17.39	18.09	17.32	18.47	18.35	18.13	19.13	18.49	19.11
Rata-rata	17.22	17.87	17.67	18.41	18.38	18.56	19.21	18.92	19.01
St. dev ( $\pm$ )	0.117	0.168	0.181	0.103	0.120	0.195	0.108	0.196	0.122

## H40

Perlakuan	A (TLBT:TP = 1:0)			B (TLBT:TP = 1:1)			C (TLBT:TP = 0:1)		
	ulangan	1	2	3	1	2	3	1	2
Ikan 1	22.87	22.96	23.05	24.25	24.62	24.17	26.87	26.68	27.01
Ikan 2	22.77	22.64	23.07	24.28	24.72	24.12	26.75	26.78	26.87
Ikan 3	22.65	22.74	23.21	24.12	24.75	24.43	26.73	26.87	26.75
Ikan 4	22.56	22.85	23.22	24.21	24.82	24.36	26.54	26.91	26.79
Ikan 5	22.89	22.61	23.32	24.31	24.65	24.28	26.62	26.58	26.81
Ikan 6	22.73	22.84	23.35	24.08	24.88	24.25	26.75	26.52	26.93
Ikan 7	22.61	23.03	23.21	24.36	24.71	24.21	26.68	26.67	27.02
Ikan 8	22.86	23.01	23.17	24.31	24.68	24.32	26.72	26.72	26.77
Ikan 9	22.61	22.87	23.25	24.06	24.70	24.28	26.75	26.73	26.85
Ikan 10	22.65	23.15	23.25	24.12	25.17	23.78	26.49	26.74	26.60
Rata-rata	22.72	22.87	23.21	24.21	24.77	24.22	26.69	26.72	26.84
St. dev ( $\pm$ )	0.122	0.173	0.095	0.108	0.160	0.179	0.112	0.119	0.127

b. Data Bobot Ikan (gram)

Perlakuan	Ulangan	Hari 0	Hari 10	Hari 20	Hari 30	Hari 40
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	9.12	11.92	13.92	17.22	22.72
	2	9.12	11.43	14.06	17.87	22.87
	3	9.12	11.78	14.05	17.67	23.21
	Rerata	9.12	11.71	14.01	17.59	22.93
	St. dev	±0.000	±0.252	±0.078	±0.333	±0.251
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	9.12	11.50	14.31	18.41	24.12
	2	9.12	11.90	14.28	18.38	24.77
	3	9.12	11.52	14.13	18.56	24.22
	Rerata	9.12	11.64	14.24	18.45	24.37
	St. dev	±0.000	±0.225	±0.096	±0.096	±0.351
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	9.12	11.30	14.78	19.21	26.69
	2	9.12	11.70	14.72	18.92	26.72
	3	9.12	12.46	14.66	19.01	26.84
	Rerata	9.12	11.82	14.72	19.05	26.75
	St. dev	±0.000	±0.589	±0.060	±0.148	±0.079

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

c. Data Pertumbuhan Bobot Mutlak

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (%)	Stdev
	1	2	3		
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	13.6	13.8	14.1	13.81	0.251
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	15.0	15.7	15.1	15.25	0.351
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	17.6	17.6	17.7	17.63	0.079

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*



d.. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
Perlakuan	2	22.297	11.149	173.89	5.14
Acak	6	0.385	0.064	*	
Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

e. Uji Beda Nyata Terkecil

BNT 5%		0.505894			
Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
		13.81	15.25	17.63	
A	13.81				a
B	15.25	1.44			b
C	17.63	3.82	2.38		c

Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )

**Lampiran 15.** Data dan Analisis Statistik *Total Weight Gain*

a. Data Biomassa ikan nila (gram)

Perlakuan	Ulangan	Total biomassa awal	Total biomassa akhir	Total weight gain
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	456	1022.40	566.40
	2	456	1029.15	573.15
	3	456	1090.9	634.87
	Rerata			591.47
	St. dev			±37.734
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	456	1133.64	677.64
	2	456	1164.19	708.19
	3	456	1114.0	657.97
	Rerata			681.27
	St. dev			±25.307
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	456	1307.81	851.81
	2	456	1255.84	799.84
	3	456	1288.3	832.32
	Rerata			827.99
	St. dev			±26.254

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

b. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Perlakuan</b>	2	85530.839	42765.420	46.59	5.14
<b>Acak</b>	6	5507.160	917.860	**	
<b>Total</b>	8				

*Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )*

c. Uji Beda Nyata Terkecil

<b>BNT 5%</b>	<b>60.53082</b>				
Perlakuan	A	B	C	Notasi	
	Rerata	591.47	681.27	827.99	
<b>A</b>	591.47			a	
<b>B</b>	681.27	89.79		b	
<b>C</b>	827.99	236.52	146.72	c	

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

**Lampiran 16.** Data dan Analisis Statistik *Average Daily Gain*

a. Data *Average Daily Gain* (gram/hari)

Perlakuan	Ulangan	Berat rata-rata ikan awal		Average Daily Gain
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	9.12	22.72	0.340
	2	9.12	22.87	0.344
	3	9.12	23.21	0.352
	Rerata			0.35
	St. dev			±0.0063
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	9.12	24.12	0.375
	2	9.12	24.77	0.391
	3	9.12	24.22	0.377
	Rerata			0.38
	St. dev			±0.0088
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	9.12	26.69	0.439
	2	9.12	26.72	0.440
	3	9.12	26.84	0.443
	Rerata			0.44
	St. dev			±0.0020

*Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan*

b. Analisis Sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Perlakuan</b>	2	0.014	0.007	173.89	5.14
<b>Acak</b>	6	0.000	0.000	**	
<b>Total</b>	8				

*Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )*

c. Uji Beda Nyata Terkecil

<b>BNT 5%</b>		<b>0.012647</b>			
Perlakuan		A	B	C	Notasi
	Rerata	0.35	0.38	0.44	
<b>A</b>	0.35				a
<b>B</b>	0.38	0.04			b
<b>C</b>	0.44	0.10	0.06		c

*Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )*

**Lampiran 17.** Data dan Analisis Statistik *Specific Growth Rate*

a. Data *Specific Growth Rate* (%)

Perlakuan	Ulangan	Berat rata-rata ikan awal	Berat rata-rata ikan akhir	Ln W0	Ln Wt	Specific Growth Rate
<b>A (TLBT:TP = 1:0)</b>	1	9.12	22.72	2.21	3.123	2.28
	2	9.12	22.87	2.21	3.129	2.30
	3	9.12	23.21	2.21	3.144	2.34
	Rerata					2.31
	St. dev					±0.0273
<b>B (TLBT:TP = 1:1)</b>	1	9.12	24.12	2.21	3.183	2.43
	2	9.12	24.77	2.21	3.209	2.50
	3	9.12	24.22	2.21	3.187	2.44
	Rerata					2.46
	St. dev					±0.0358
<b>C (TLBT:TP = 0:1)</b>	1	9.12	26.69	2.21	3.284	2.68
	2	9.12	26.72	2.21	3.285	2.69
	3	9.12	26.84	2.21	3.290	2.70
	Rerata					2.69
	St. dev					±0.0074

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

b. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
<b>Perlakuan</b>	2	0.226	0.113	162.22	5.14
<b>Acak</b>	6	0.004	0.001	**	
<b>Total</b>	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

<b>BNT 5%</b>	<b>0.052686</b>				
<b>Perlakuan</b>	Rerata	A	B	C	Notasi
		2.31	2.46	2.69	
<b>A</b>	2.31				a
<b>B</b>	2.46	0.15			b
<b>C</b>	2.69	0.38	0.23		c

Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )

Lampiran 18. Data dan Analisis Statistik *Feed Conversion Ratio*

a. Data *Feed Conversion Ratio*

Perlakuan	Ulangan	Pakan yang diberikan (gram)	Berat ikan yang mati	Biomassa awal	Biomassa akhir	Feed Conversion Ratio
<b>A</b> (TLBT:TP = 1:0)	1	1263.10	79.07	456	1022.40	1.96
	2	1278.17	83.16	456	1029.15	1.95
	3	1289.00	48.20	456	1090.9	1.89
	Rerata					1.93
	St. dev					±0.038
<b>B</b> (TLBT:TP = 1:1)	1	1315.09	51.03	456	1133.64	1.80
	2	1332.81	51.17	456	1164.19	1.76
	3	1285.52	57.33	456	1114.0	1.80
	Rerata					1.79
	St. dev					±0.027
<b>C</b> (TLBT:TP = 0:1)	1	1350.65	16.18	456	1307.81	1.56
	2	1342.58	52.87	456	1255.84	1.57
	3	1371.75	36.90	456	1288.3	1.58
	Rerata					1.57
	St. dev					±0.012

Ket: TLBT: Tanah Lahan Bekas Tambang; TP: Tanah Permukaan

b. Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%
Perlakuan	2	0.199	0.100	135.99	5.14
Acak	6	0.004	0.001	**	
Total	8				

Ket: \*) berbeda nyata ( $F_{hit} > F_{5\%}$ ); ns) tidak berbeda nyata ( $F_{hit} < F_{5\%}$ )

c. Uji Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	Rerata	A	B	C	Notasi
		1.93	1.79	1.57	
<b>A</b>	1.93				a
<b>B</b>	1.79	0.14			b
<b>C</b>	1.57	0.36	0.22		c

Ket: Huruf notasi yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ( $P < 0.05\%$ )

Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian



Survei lokasi penelitian



Laksi kuari tanah liat



Pembuatan kolam RFCS



Pemasangan terpal pada kolam



Pengisian air di kolam RFCS



Penanaman padi



Benih ikan nila merah



Penebaran benih ikan



Kolam RFCS



Pemeliharaan ikan nila merah



Kegiatan sampling ikan nila



Pengukuran kualitas air di laboratorium



*Plankton net*



Pengukuran kualitas air *insitu*



Alat spektrofotometer



Penimbangan ikan nila H-40



Tim Peneliti ITS, Unirow, dan PT.SI



Tim Penliti RFCS ITS



Tim Pascasarjana Univ. Brawijaya



Sertifikat Seminar Interasional



# Evaluation of Water Quality and Survival Rate of Red Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) by Using Rice-Fish Culture System in Quarry Land of Clay

DEWI HIDAYATI<sup>1\*</sup>, SUPIANA DIAN NURTJAHYANI<sup>2</sup>, DWI OKTAFITRIA<sup>2</sup>, NOVA MAULIDINA ASHURI<sup>1</sup>, WAHYU KURNIALLAH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Sains, Institute of Technology Sepuluh Nopember, Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, East Java.

<sup>2</sup>University of PGRI Ronggolawe Tuban, Jl. Manunggal No. 61, Gedongombo, Semanding, Wire, Gedongombo, Semanding, Tuban 62381, East Java.

\*Corresponding author: dewi\_hidayati@ymail.com

**Abstract.** Quarry land is an area that has been used as mining land and has different characteristics from the initial conditions before being mined so that the level of productivity of the soil decreases. This study aims to determine the suitability of clay quarry land in Tuban as a cultivation medium based on the analysis of the water quality and survival of red tilapia (*Oreochromis niloticus*) using rice-fish culture system. This study used a completely randomized experimental design method with triplicate of three ratio of cultivation medium using Ex-mining Land Soil from quarry land and Top Soil i.e 1:0 (A), 1:1 (B), and 0:1 (C/Control). Results of water quality measurements that include nitrite, nitrate, temperature, pH, and dissolved oxygen in descriptive unreal influence. But ammonia gives a significantly different effect mainly on the survival rate in 30 days maintenance. In final, the ANOVA test result of tilapia survival in treatment A was not significantly different ( $P>0.05$ ) with treatment B and control. Based on these data, it can be seen that the EmLS from the quarry land of clay and TS can be used as a medium for cultivation of red tilapia (*O. niloticus*) with the recommended ratio of 1:1.

**Keyword:** Quarry land, Rice-Fish Culture System, *Oreochromis niloticus*, Survival Rate, Clay.

## INTRODUCTION

The Tlogowaru clay quarry mining area in Tuban, before being mined is rice fields and land planted with corn trees. In general, it is owned by the community which was then purchased by PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk (Parascita *et al.*, 2015). After mining activities are finished the quarry land has become a water catchment pond. Clay mining results in degradation of the land so that it changes the topography and composition of the surface soil which makes the basins on the surface of the earth and contains water (Herjuna, 2011). One of the main problems of clay mining is the inefficient use of post-mining land that is no longer productive, for example the lack of reclamation and rehabilitation of post-production land (Peshkova *et al.*, 2016). However, there are several examples of ex-mining land that have been reported i.e. reforestation 12 hectares of clay mines in Costa Rica and Sitapuram quarry of limestone located in India Southeast of turning the pit into a lake, which includes a small pond and reservoir bowl can use for agricultural irrigation and fish farming (WBCSD, 2011).

The post-mining clay in Tuban needs further management so that the benefits of the community can't be achieved. One of the suggested efforts is to conduct activities based on the potential of the region i.e. the abundance of water from quarry land and agricultural activities by the community. Therefore, a potential activity to do is the *Rice-Fish Culture System* (RFCS). *Rice-Fish Culture System* is the maintenance of rice and fish simultaneously and the best choice to increase food production from limited land through ecological agriculture (Tsuruta, 2011). The types of fish that are cultivated with the rice-fish system are mostly tilapia (Lantarsih, 2016).

Based on this, it is necessary to know the impact of using Ex-mining Land Soil on water quality of cultivation medium and the survival of the fish are cultivated using the rice-fish culture system, because water is one of the most essential factors for fish culture so that based on these results expected to be the basis for the utilization of the area around the clay mined land so that its land use is increasing.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

This research was conducted in July-August 2018 by making a miniature plot of rice fields in the greenbelt area where former clay mining was located in Temandang Village, Merakurak District, Tuban Regency, East Java and the Zoology and Animal Engineering Laboratory, Department of Biology, Faculty of Sciences, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

### Experimental Design

The experimental design used in this study was a completely randomized design (CRD) with triplicate of three ratio. The treatments in the study were the differences in the ratio of land use i.e comparison of Ex-mining Land Soil (take it from quarry of clay) and Top Soil as medium in the rice-fish culture system i.e treatment of A= 1:0; B= 1:1; and C= 0:1 (Control). The land preparation phase begins with the creation of pond design (4x3 meter). The pond that has been finished was then installed with a tarpaulin on the bund and the bottom of the pond, after which the pond was filled with soil medium according to each treatment. After the soil was treated with fertilizing method, then caren was made as a place to live fish with a width of 75 cm from the bund. After that the rice is planted and one week later tilapia is inserted into the Rice-Fish Culture System pond. The fish juveniles were stocked on the 12 days after the rice was planted.

### Maintenance of Fish Culture

This study used a strain of larasati red tilapia (*Oreochromis niloticus*) obtained from juvenile traders in Tuban with an average size 6.5 cm and a weight average 9.12 gram is then stocked into a pond of 50 fish/pond. The feed used in this study was artificial feed (CP Prima T 78-2 contains 25-27% protein). Feeding was carried out with the restricted feed method which was 5% of the total weight of the fish with the frequency of feeding twice a day i.e 08.00 and 16.00 WIB. Fish are kept for 40 days and parameters data sampling was done every 10 days.

### Samples and Analysis

Water quality parameters measured in situ are temperature (digital thermometer), Dissolved Oxygen (Lutron PDO-519), pH (pH-ATC 211R), and ex situ are ammonia, nitrite, and nitrate (Genesys 10S UV-Vis Spectrophotometer), then the measured biological parameter is the survival rate of tilapia red (*O. niloticus*) using the Goddard (1996) method:

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

with:

SR = Survival Rate (%)

N<sub>t</sub> = The number of tilapia living at the end of the study (tail)

N<sub>o</sub> = Number of tilapia at the beginning of the study (tail)

The data obtained were analyzed statistically by using diversity analysis or f test (ANOVA) to determine the effect of treatment (independent variables) on the response parameters measured (test f). If the test value f is significantly different or very real different then proceed with the Smallest Significant Difference test (SSD) to determine the difference in effect between treatments.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Water Quality

Management of water quality is one of the influencing factors success in cultivation activities. Based on Table 1, all parameters of water quality are still included in the optimal level unless ammonia slightly exceeds the optimal limit for tilapia aquaculture. Water quality parameters such as temperature, Dissolved oxygen (DO), pH, ammonia, nitrite, and nitrate during the Red Tilapia cultured are shown in Table 1.

Table 1. The range of water quality parameters during culture period of Red tilapia in rice-fish culture system.

Parameter	Unit	Treatment			Optimal Range	
		A	B	C		
Temperature	Morning	°C	23.3- 26.6	23.2 - 26.8	23.3 -26.3	25 – 32 <sup>a</sup>
	Afternoon		31.2 - 32.1	31.1- 32.3	28.7 - 30.7	
Dissolved Oxygen	Morning	mg/L	3.2 - 4.1	3.3 - 4.6	3.6 - 4.7	≥ 3 <sup>a</sup>
	Afternoon		5.4- 6.2	5.4- 6.3	5.7-6.4	
pH		-	7.65 - 7.72	7.52 - 7.65	7.41 - 7.68	6.5 - 8.5 <sup>a</sup>
Ammonia		mg/L	0.085-0.2001	0.0927-0.1538	0.0791-0.133	≤ 0.1 <sup>b</sup>
Nitrite		mg/L	0.0033-0.025	0.0036-0.0349	0.0018-0.0176	0.02–0.12 <sup>c</sup>
Nitrate		mg/L	0.1195-0.3524	0.1431-0.409	0.1577-0.4896	0.2 - 219 <sup>c</sup>

Remarks: <sup>a)</sup> SNI 7550:2009; <sup>b)</sup> El-Sayeed (2006); <sup>c)</sup> Setiadi *et al.* (2018)

### Temperature

Temperature is a physical factor that is very important in water quality because it has an influence on other water quality parameters and directly affects the life of aquatic organisms. Insitu measurement results obtained temperature range i.e in the morning is 23.2-26.8 °C and in the afternoon is 28.7-32.3 °C (Fig. 1) with the lowest temperature is obtained in treatment C (morning) and B (afternoon) while the maximum temperature is obtained in treatment B (morning) and A (afternoon). The value of the temperature obtained from each measurement has a value that is not much different from each treatment and tends to be stable, but the treatment C as a control has a temperature value slightly lower than treatment A and B. Based on the optimal temperature range for tilapia fish maintenance in accordance with SNI (2009) which is 25-32 °C, the temperature in each treatment supports the life of tilapia.

There is an increase in temperature in the morning to afternoon measurement (Fig.1), this is due to the presence an increase in the intensity of sunlight entering the pond, but the temperature increase is not up to 10 °C so that it is still safe for the fish being raised. Effendi (2003) states that an increase in water temperature of 10 °C will cause an increase in oxygen consumption by aquatic organisms around 2-3 times. If there is an increase in temperature, it will reduce the dissolved oxygen concentration and to some extent cannot meet the oxygen demand for metabolic processes and respiration. Utojo (2015) reports that the temperature conditions of traditional ponds are more unstable than intensive ponds because traditional ponds are generally shallower. In treatment C has a temperature value that is slightly lower than other treatments due to several factors, one of which is the intensity of light due to plankton abundance in maintenance ponds, according to Utojo (2015), plankton makes ponds shady, so fish or shrimp can be more actively looking eat during the day. Increasing water temperature to a certain extent can stimulate fish metabolism and increase the rate of feed consumption so as to accelerate growth (Affandi and Tang, 2002).

### Dissolved Oxygen

Oxygen is one of the limiting factors so if its availability in water does not meet the needs of cultivation biota, then all biota activities will be hampered (Kordi and Tancung, 2008). The results obtained in-situ measurement of dissolved oxygen ranges that in the morning of 3.2- 4.7 mg/L and in the afternoon of 5.4-6.4 mg/L (Fig. 1) with the lowest value obtained in treatment A (morning) and B (afternoon) while the highest temperature obtained in treatment C in the morning and in the afternoon. Lower dissolved oxygen in the morning is caused by the use of oxygen by rice plants and phytoplankton for respiration at night. Jean-Renaud *et al.* (2016) stated that the respiration of animals and plants causes anoxic or less oxygen conditions that occur at night until before dawn.

The value of dissolved oxygen obtained from each measurement has a value that is not much different from each treatment and is above the oxygen tolerance limit dissolved in the maintenance of tilapia is ≥ 3 mg/L (SNI, 2009). In the rice-fish culture system pond has the main anorganic nitrogen that can be dissolved in water, i.e. ammonia, ammonium, nitrite and nitrate. The composition of anorganic nitrogen is strongly influenced by the free oxygen content in water. The low oxygen concentration causes nitrogen to move towards the ammonia compound, while the highest oxygen concentration causes nitrogen to move towards the nitrate compound (Hutagalung and Rozak, 1997). In addition, dissolved oxygen levels in the maintenance pond also

support the nitrification process, Effendi (2003) reports that the oxygen content for the nitrification reaction is  $> 2$  mg/L.

### pH

The ability of water to bind or release a number of hydrogen ions will indicate whether the solution is acidic or alkaline. The pH value obtained during the study fluctuated in every 10 days of measurement, but the value still ranged from 7.41-7.72 with the lowest value obtained in the treatment C whereas treatment A had the highest value (Fig. 1). Based on these results the pH value is still present in the optimal range of tilapia maintenance ponds i.e. 6.5-8.5 (SNI, 2009), El-Sherif and El-Feky (2009) observed that water pH 7-8 could be more suitable for tilapia culture for optimum growth performance and survival rate. Changes in pH values can also be caused by carbon dioxide concentration in the waters. The more  $\text{CO}_2$  produced from respiration results, the reaction moves to the right and gradually releases the  $\text{H}^+$  ion which causes the pH of the water to fall. The opposite reaction occurs with photosynthetic activity which requires a lot of  $\text{CO}_2$  ions, causing the pH of the water to rise (Kordi and Tancung, 2007).

Based on research result from Kurniallah (2018), Ex-mining Land Soil in Tuban has a higher pH value (6.6-6.9) than Top Soil (5.8-6.3) due to the texture of both. EmLS is dominated by sand particles while TS contains more clay. According to statement of Hastuti (2011), pH values are influenced by physical factors of sediment, related to the concentration of organic materials in sediments. The smaller the size of the grain of the sediment, the lower the pH (acid), and vice versa. Changes in pH values in sediments affect the distribution of microorganisms whose metabolism depends on the distribution of these chemical factors. Most microorganisms are very sensitive to changes in pH values in waters. The pH value will affect aquatic biochemical processes, for example the nitrification process will end if the pH is low.

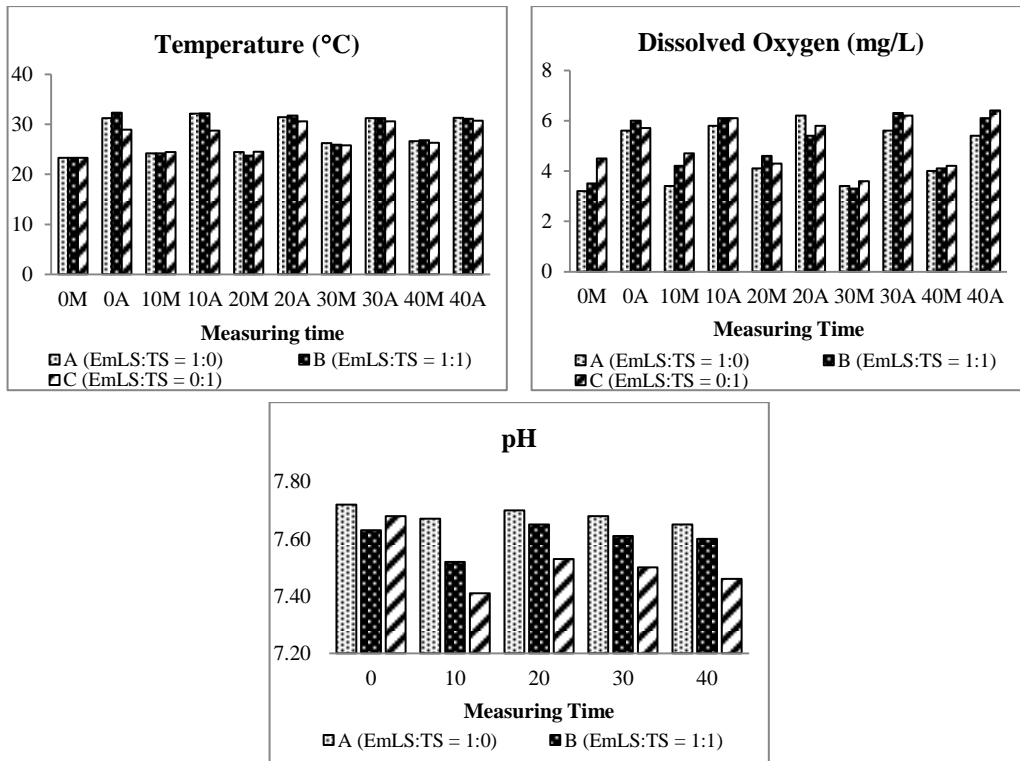


Figure 1. The average value of the rfc pond maintenance during the observation period (EmLS= Ex-mining Land Soil and TS= Top Soil).

### Ammonia

Free ammonia cannot be ionized, while ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) can be ionized. Non-ionized ( $\text{NH}_3$ ) free ammonia is toxic to aquatic organisms. High ammonia concentration can be an indication of organic matter contamination. The total ammonia concentration obtained from the

research results ranged from 0.0791 to 0.2001 mg/L with the lowest concentration in treatment C in measurement on the 10th day maintenance while the highest concentration was obtained in treatment A in the measurement on the 20th day.

In general, fluctuations in ammonia levels all had the same pattern (Fig. 2), a decrease in ammonia levels on the day 10 of all treatments, then on the 20th day there was a significant increase in all treatments and exceeded the ammonia tolerance limit aquaculture waters that are 0.1 mg/L caused by the accumulation of excretions of fish and phytoplankton metabolism that die in the aquatic column then make a few fish that are cultivated dead. Character toxins from ammonia are associated with concentrations of non-ionized forms ( $\text{NH}_3$ ), these toxic properties will be high in environments with low temperatures and high pH (Brigden and Stringer, 2000). Increase in pH of water will cause the percentage of  $\text{NH}_3$  in water to be higher, for example, at water pH 7.0 the percentage of  $\text{NH}_3$  content is 0.3, whereas at a water pH of 7.9 percent the free  $\text{NH}_3$  increases by about 10 times that is 2.9% (Sutomo, 1989). The increase in ammonia in the blood and tissues will cause physiological damage in animals and changes in blood pH and intercellular. This will affect membrane stability and reaction of catalyst enzymes, various metabolic processes, especially in the brain and nerves (Colt and Armstrong, 1981).

On the 30th days the levels of ammonia in treatment B and C experienced a decrease approaching the threshold, the value at treatment A was still above the limit. According to Popma and Lovshin (1996) 0.2 mg/L ammonia levels can cause death in fish. This decrease in ammonia levels is affected by the nitrification process that converts ammonia to nitrite, this is proven by increasing nitrite levels at the same measurement time (Fig. 2). Ammonia is oxidized into nitrite ( $\text{NO}_2$ ) and then into nitrate ( $\text{NO}_3$ ) through nitrifying bacteria grown on suspended organic matter. The bacteria remove the organic matter from the culture system by using it as food, while the bacteria themselves can be used as natural food for tilapia and carp (El-Sayed, 2006).

### Nitrite

Nitrite ( $\text{NO}_2$ ) is usually found in very small amounts in natural waters, levels are smaller than nitrates because nitrite is unstable when there is oxygen (Effendi, 2003). Nitrite is highly toxic to fish, including tilapia, because it disturbs the physiological functions of the fish and lead to growth retardation (El-Sayed, 2006). Nitrite concentration obtained from the study ranged from 0.0018-0.0349 mg/L with the lowest concentration in treatment C was measured on 20th day while the highest concentration was obtained in treatment B in the measurement at the beginning of maintenance.

There is a decrease in levels nitrite on the 10th and 20th days in all treatments (Fig. 2), the decrease in nitrite content is closely related to the process of decomposing nitrite to nitrate in the process nitrification, then on the 30th and 40th day there was a significant increase in all treatments due to the nitrification process which is breaking down ammonia to nitrite, but this increase did not exceed the nitrite tolerance limit for tilapia aquaculture ponds which is 0.06 mg/L (UU No. 82 thn 2001). Nitrite in treatments A and B was higher than treatment C due to different pH values in the two treatments. Myrold (1999) explained that ammonia from fertilizer hydrolysis will be toxic to *Nitrobacter* but has no effect on *Nitrosomonas*, so nitrite accumulation will occur in soils with high pH.

### Nitrate

Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) is the main form of nitrogen in natural waters and is a major source of nutrition for phytoplankton growth and other water plants (Rudiyanti. 2009). Nitrate is relatively non-toxic to tilapia, however, prolonged exposure to elevated levels of nitrate may decrease immune response and induce mortality (El-Sayed, 2006). Nitrate concentration obtained from the research results ranged from 0.1195-0.4896 mg/L with the lowest concentration in treatment A on the measurement 40th day while the highest concentration was obtained in treatment C in the measurement at the beginning of maintenance.

There is a decrease in levels nitrate (Fig. 2) on the 10th and 20th days in all treatments, this decrease showed along with the decrease in nitrite concentration which means that ammonia decomposes into ammonium under aerobic conditions undergoing nitrification. In addition, the low value of nitrate can be affected by phytoplankton, low nitrate in water is probably related to the high algal productivity observed in the tanks. Phytoplankton absorb nitrate from water for their growth (Masclaux *et al.*, 2015). In addition, according to Nugroho *et al.* (2017), a

decrease in nitrate concentration occurs in rice fields due to its use by rice as a source of nutrients for growth so as to prevent the occurrence of nitrate accumulation.

However, on 30th and 40th days does not occur a significant increase in all treatments this is because the rate of change of nitrite to nitrate hampered because of environmental factors such as temperature, the optimum temperature of nitrification is 20-25 °C (Effendi, 2003), while the temperature in the pond can reach 26-31 °C. Nitrate content at 30th day is 0.1426 mg/L; 0.1901 mg/L; and 0.1934 mg/L for each treatment A, B, and C. H of course this should get attention because nitrate levels that are more than 0.2 mg/L can cause eutrophication of the waters and subsequently can cause blooming (Effendi, 2003).

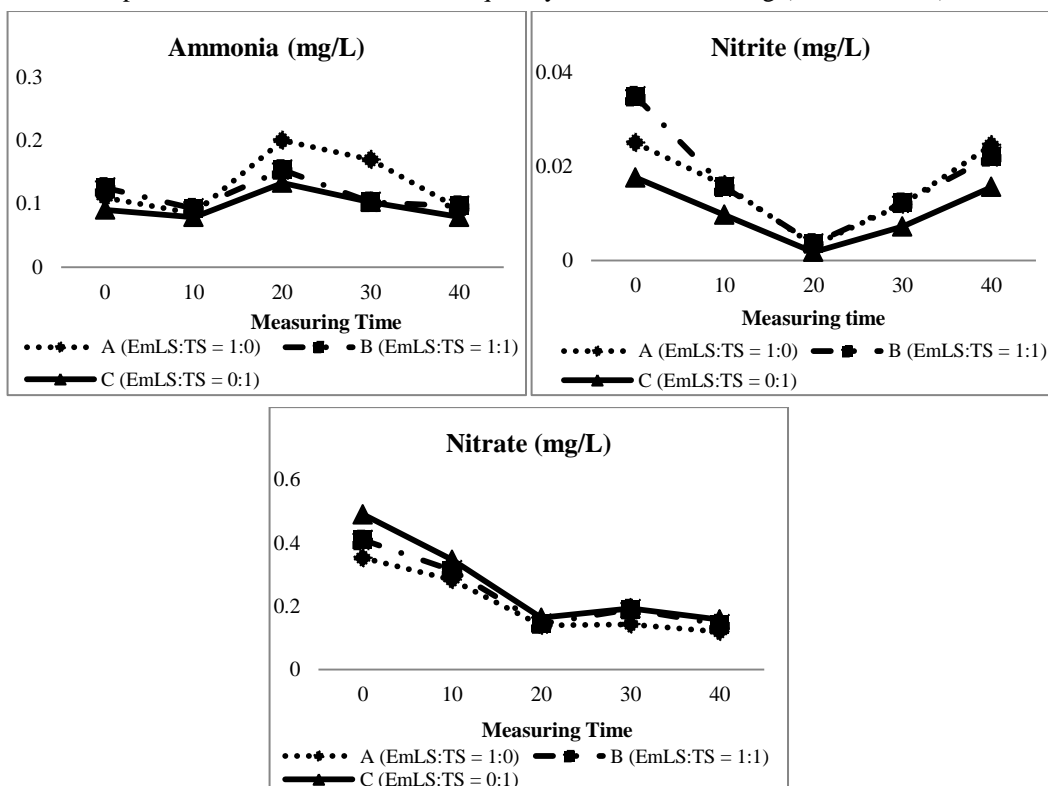


Figure 2. The average value of the rfc's pond maintenance nitrogen during the observation period (EmLS= Ex-mining Land Soil and TS= Top Soil).

### Survival Rate of Red Tilapia

Other parameters measured in addition to water quality are the survival rate of red tilapia. In Figure 3 it can be seen that during the maintenance period there was a decrease in the level of survival rate recorded on the 30th day on all treatment, especially in treatment A, this is due to the significant increase in ammonia values in the 20th and 30th day maintenance that exceeds the threshold. On the 40th day, there were still a number of fish that died but fewer than maintenance in the previous 10 days due to improved water quality. The survival rate of red tilapia in treatment A is lower due to an increase in the significant ammonia value on the 20th day of maintenance that exceeds the threshold that is  $>0.1$  mg/L (SNI, 2009). Iqbal *et al.* (2012) states that death in fish is usually caused by stress on environmental changes due to several things or treatments such as transport or transportation, another factor that influences the life of these fish is the environment of the place his life.

Average the highest value of survival rate obtained in treatment C (full top soil) as control was 96 % and the lowest was in treatment A (full reject soil ) amounting to 91.33 %. The results of variance analysis showed that differences in the use of soil media in aquaculture ponds had no significant effect on the survival value of tilapia ( $P > 0.05$ ) (Fig. 3). The condition of the rice-fish culture system which contains a lot of ammonia, causes the fish to become stressed, weak, decreases the body's resistance, and low appetite, which will eventually inhibit the growth rate and can even cause death. According to Popma and Lovshin (1996), ammonia begins to

decrease the appetite of tilapia at a concentration of 0.08 mg/L, while at a concentration of 0.2 mg/L, tilapia will experience death.

Factors that affect survival rate are biotic and abiotic. Biotic factors that affect are competitors, parasites, age, predation, population, density, adaptability of animals and human handling while abiotic factors are the physical and chemical properties of an aquatic environment (Effendi, 2003). The results of survival rates in this study were not different from the results obtained by Salsabila *et al.* (2013), the survival rate of larasati strain red tilapia that was maintained by the rice-fish system reached 94.94%. According to Basuki *et al.* (2013), larasati tilapia cultivation in a rice-fish system with density of 5-10 fish/m<sup>2</sup> obtaining an 80% survival rate.

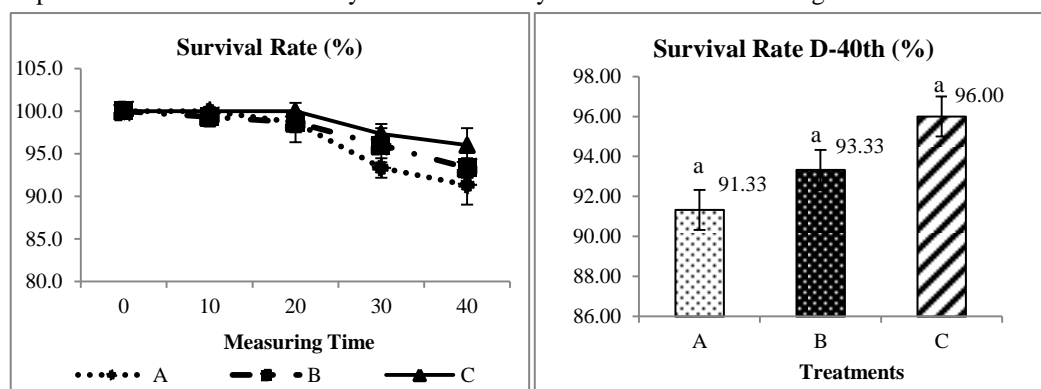


Figure 6. The average value of Red Tilapia survival rate in the end of observation period with A (EmLS:TS=1:0), B (EmLS:TS =1:1), C (EmLS:TS =0:1).

#### ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by PT. Semen Indonesia (Tbk.) in Tuban. In addition, financial support was provided by LPPM of Institute of Technology Sepuluh Nopember. We would also thank University of Ronggolawe as a research partner and for the help of students who helped in data collection and care of fish.

#### CONCLUSION

The conclusion from this study is that treatment using top soil provides more stable water quality fluctuations, especially in the value of ammonia in the rice-fish culture system. The difference in the ratio of the use of Ex-mining Land Soil and Top Soil does not have a significant effect on the level of survival of red tilapia Larasati (*Oreochromis niloticus*) at the end of the study. However, water quality in cultivation media will affect the growth of cultivated fish. The advice given is application of rice-fish culture system on ex-mining land, namely through the addition of top soil with ratio 1:1.

#### REFERENCES

- Affandi, R. and Tang, U.M. 2002, Physiology of Aquatic Animals, Unri Press. Riau
- Basuki, F., Hastuti, S., Subandiyono, and Hadie, W. 2013. Growth performance of Larasati Tilapia (*Oreochromis niloticus*) which is maintained by bioflok technology. *Proceeding of Fish National Conference 8th*, Diponegoro University, Semarang. [Indonesian]
- Brigden, K. and R. Stringer. 2000. Ammonia and Urea Production: Incidents of Ammonia Release From The Profertil Urea and Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina. Greenpeace Research Laboratories, Departement of Biological Science University of Exeter, UK.

- Colt, J.E and Armstrong, D.A. 1981. Nitrogen toxicity to crustacea, fish and molusca. Bio-engineering symp. 1: 34-47.
- Effendi, H. 2003. Review Water Quality for the Management of Resources and the Aquatic Environment, Kanisius, Yogyakarta.
- El-Sayed, A-F.M. 2006. Tilapia Culture. CABI Publishing. Cambridge.
- El-Sherif, M. S. and A. M. I. El-Feky. 2009. Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. effect of pH. Int. J. Agriculture and Biology 11(3): 297-300.
- Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman and Hall. New York.
- Hastuti, Y.P. 2011. Nitrification and denitrification in pond. J. Akuakultur Indonesia. 10 (1): 89-98
- Herjuna, S. 2011. Utilization of humic materials and flying ash for reclamation of ex-mine areas. [Thesis]. Institute of Pertanian Bogor, Bogor [Indonesian].
- Hutagalung, H.P. and Rozak, 1997. Methods of Analysis of Seawater, Sediment and Biota. P3O-LIPI. Jakarta.
- Iqbal, K.J., N. A. Qureshi, M. Ashraf, M. H. U. Rehman, N. Khan, A. Javid, F. Abbas, M. M. H. Mushtaq, F. Rasool and H. Majeed. 2012. Effect of different salinity levels on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). The Journal of Animal and Plant Sciences 22(4): 919-922.
- Jean-Renaud, A., Emmanuel, A.N., Yves, B.K., François, A.J.B.L. and Cyrille, K.N. (2016), "Evaluation of Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Crop in Rice-Fish Ponds", Entomology and Zoology Studies. Vol. 4, No. 1, hal. 91-97.
- Kordi, M. G. H. K. dan A. B. Tancung. 2007. Management of Water Quality in Aquaculture. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kurniallah, W. 2018. Productivity Analysis of *Oreochromis niloticus* in Rice-Fish Culture System in the Former Mining Area of the Cement Industry in Tuban Regency. [Thesis]. Institute of Technology Sepuluh Nopember, Surabaya [Indonesian]
- Lantarsih, R. 2016. Development of 'Minapadi Deep Pond' in Sleman. Agraris 2(1): 17–27.
- Masclaux, H., S. Tortajada, O. Philippine, F-X. Robin and C. Dupuy. 2015. Planktonic food web structure and dynamic in freshwater marshes after a lock closing in early spring. Aquatic Sciences 77(1): 115-128.
- Myrold, D.D. 1999. Transformation of Nitrogen. In: Principles and Application of Soil Microbiology. Sylvia, DM., Jeffry, JF., Peter, GH. and David AZ. (eds.) Prentice Hall
- Anderson, JM dan Ingram, JS. 1989. Tropical Soil Biology and Fertility, A Handbook of Methods, Commonwealth Agricultural Bureau, Wallingford.
- Nugroho, H.B., Basuki, F., and Wisnu A., R. 2017, Effect of different stocking density toward growth rate of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn. 1758) in rice fish farming system. Journal of Aquaculture Management and Technology. 6(2): 21-30.
- Parascita, L., A. Sudiyanto and G. Nusanto. 2015. Reclamation plan for former clay mining land at Tlogowaru quarry PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Tuban factory, East Java, Teknologi Pertambangan 1(1): 1-4.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. 2001. Baku Mutu Air Tawar. Perikanan dan Peternakan.
- Peshkova, G., A. Cherepovitsyn and P. Tsvetkov. 2016. Prospects of the environmental technologies implementation in the cement industry in Russia. Ecological Engineering 14(4): 17-24.
- Popma, TJ and L.L. Lovshin. 1996. World prospect for commercial production of tilapia. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environmens, Departement of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama
- Rudiyanti. 2009. The quality of the waters of the banger river in Pekalongan is based on biological indicators. J. Saintek Perikanan, 4(2): 46- 52.



- Salsabila A., F. Basuki and S. Hastuti. (2013), Growth performance of different tilapia strains (*Oreochromis niloticus*) in rice-fish culture systems. *Aquaculture Management and Technology* 2(4): 1-6.
- Setiadi, E., Y.R. Widyastuti and T.H. Prihadi. 2018. Water quality, survival, and growth of red tilapia, *Oreochromis niloticus* cultured in aquaponics system. *E3S Web of Conferences* 47: 1-8.
- SNI Standar Nasional indonesia (SNI). 2009. Production of tilapia (*Oreochromis niloticus* Bleeker). Seed Spread Class. BSN (Badan Standar Nasional). Jakarta.
- Sutomo. 1989. Pengaruh amonia terhadap ikan dalam budidaya sistem tertutup. *Oseana*. 14(1): 19-26.
- Tsuruta, T., M. Yamaguchi, S. Abe and K. Iguchi. 2011. Effect of fish in rice-fish culture on the rice yield. *Fisheries Science* 77: 95-106.
- Utojo. 2015. Plankton diversity and intensive and traditional pond aquatic conditions in Probolinggo, East Java. *Biosfera* 32 (2): 83-97.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). 2011. Guidelines on Quarry Rehabilitation. Atar Roto Presse SA. Switzerland.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan tesis ini tidak terlepas dari dukungan moril dan materil dari semua pihak. Melalui kesempatan ini, dengan kerendahan hati perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Dwi Oktafitria, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing lapang yang telah banyak memberikan saran, bimbingan, arahan dan nasehat bagi penulis.
- Universitas Ronggolawe Tuban selaku perguruan tinggi yang menjadi mitra penelitian bersama Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- PT. Semen Indonesia selaku industri yang menjadi mitra penelitian dengan memberikan ijin dan akses untuk melakukan penelitian di wilayah perusahaan.
- Syamsul Arifudin, S.Si, M.Si, Imam Rofi'i, S.Si, Robby Ramadhani, S.Si, Fahmi, R., S.Si selaku tim RFCS yang telah bekerja sama dengan baik dalam melakukan penelitian.
- Zainul Muttaqin, S.Si, M.Si dan M. Ulya Farisi, S.Si, M.Si selaku tim pendukung Pascasarjana Biologi ITS.
- Rusmawanto, S.Pi, MP. dan Jefri Anjaini, S.Pi, MP. yang telah membantu operasional penelitian di Malang.
- Rahmad Viqi R., S.Pi, Awanda Galuh L., S.Pi, Aulia Darmawan, S.Pi, dan Risyaf Falahi, S.Pi yang telah membantu operasional penelitian di Sidoarjo dan Tuban.
- Annisa Farhana Dewi, S.Pi, MP., Immaria Fransira, S.Pi, MP., dan Ezzat M. Aljawad, S.Pi, MP. selaku tim pascasarjana Budidaya Perairan Universitas Brawijaya.
- Teman-teman Aquasean UB dan Pascasarjana Biologi ITS yang telah membantu dan memberikan dukungan.
- Bapak Anto dan kawan-kawan yang telah banyak membantu dalam persiapan, pemeliharaan hingga pemanenan kolam penelitian RFCS di Tuban.

*“Selesai (?)”*