

**PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) YANG DIBUDIDAYAKAN PADA AIR EKSGALIAN
PASIR DENGAN KOMBINASI PERLAKUAN
FITOREMEDIASI DAN ADSORPSI**

SKRIPSI

Oleh

**FURQON IMAM MUTTAQIN
1714111035**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) YANG DIBUDIDAYAKAN PADA AIR EKS GALIAN
PASIR DENGAN KOMBINASI PERLAKUAN
FITOREMEDIASI DAN ADSORPSI**

Oleh

FURQON IMAM MUTTAQIN

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) YANG DIBUDIDAYAKAN PADA AIR EKS GALIAN PASIR DENGAN KOMBINASI PERLAKUAN FITOREMEDIASI DAN ADSORPSI

Oleh

Furqon Imam Muttaqin

Penambangan pasir merupakan kegiatan yang dapat menciptakan lapangan pekerjaan namun memiliki dampak negatif seperti terbentuknya danau-danau besar dengan kualitas yang kurang layak untuk budidaya perikanan. Fitoremediasi dan adsorpsi merupakan salah satu solusi untuk memperbaiki kualitas air sehingga mampu menunjang kegiatan budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila yang dipelihara pada air eks galian pasir hasil fitoremediasi dan penerapan adsorpsi. Rancangan penelitian menggunakan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu perlakuan A kontrol air bekas galian pasir tanpa fitoremediasi, perlakuan B air hasil fitoremediasi *Azolla pinnata*, perlakuan C air hasil fitoremediasi *Eichhornia crassipes*+arang kayu, dan perlakuan D air hasil *Azolla pinnata*+jerami padi. Ikan nila yang digunakan berukuran 2-3 cm dengan kepadatan 50 ekor/m². Parameter yang diamati yaitu pertumbuhan berat, panjang mutlak, kelangsungan hidup, rasio konversi pakan, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan berat dan panjang mutlak berturut-turut yaitu perlakuan A (24,29±3,85 g; 7,92±0,47 cm), B (33,42±2,07 g; 9,13±0,32 cm), C (39,92±0,78 g; 10,14±0,35 cm), dan D (20,49±5,69 g; 7,49±0,63 cm). Tingkat kelangsungan hidup ikan nila berkisar antara 86-95%, dengan rasio konversi pakan yang diperoleh berkisar antara 0,9-1,35.

Kata kunci : adsorpsi, budidaya, fitoremediasi, ikan nila, pertumbuhan

ABSTRACT

THE GROWTH PERFORMANCE OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) CULTIVATED IN EX-SAND MINING WATER WITH A COMBINATION OF PHYTOREMEDIATION TREATMENT AND ADSORPTION

By

Furqon Imam Muttaqin

Sand mining is an activity that can create jobs but has negative impacts such as the formation of large lakes with less decent quality for aquaculture. Phytoremediation and adsorption is one solution to improve water quality so as to support tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. This study aimed to find out the survival rate and growth of tilapia fish reared in the ex-sand quarry water resulting from phytoremediation and application of adsorption. The study design used four treatments and three replications, namely treatment A (control) was water from water sand excavation without phytoremediation, treatment B water as a result of phytoremediation by *Azolla pinnata*, treatment C water as a result of phytoremediation by *Eichhornia crassipes*+wood charcoals, and treatment D water as a result of phytoremediation by *Azolla pinnata*+rice straws. Tilapia with a size of 2-3 cm was reared in a treatment tanks with a density of 50 tails/m². The observed parameters were weight growth, absolute length, survival, feed conversion rate, and water quality. The results showed that the absolute weight and length growth i.e. treatment A (24.29± 3.85 g; 7.92±0.47 cm), B (33.42±2.07 g; 9.13±0.32 cm), C (39.92±0.78 g; 10.14±0.35 cm), and D (20.49±5.69 g; 7.49±0.63 cm). The survival rate ranged from 86-95%. The conversion rate of the obtained feed ranges from 0.9-1.35.

Keywords: *adsorpsi, aquaculture, growth, phytoremediation, tilapia*

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) YANG DIBUDIDAYAKAN PADA AIR EKS GALIAN PASIR DENGAN KOMBINASI PERLAKUAN FITOREMEDIASI DAN ADSORPSI**

Nama : **Furqon Imam Muttaqin**

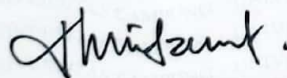
NPM : 1714111035

Program Studi : Budidaya Perairan

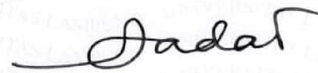
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

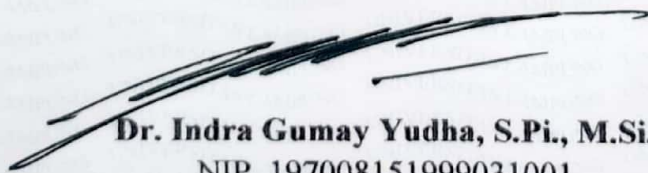


Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 197703272005011001



Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.
NIP. 197901182002121002

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Limin Santoso, S.Pi., M.Si.**

Limin Santoso

Sekretaris : **Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.**

Qadar Hasani

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

Dr. Supono



Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa
Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 Februari 2022**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Bandar Lampung, 15 Maret 2022

Yang Membuat Pernyataan,



Furqon Imam Muttaqin

NPM. 1714111035

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara yang dilahirkan di Kecamatan Tangerang, Kota Tangerang, Provinsi Banten pada tanggal 17 Januari 1999, dari pasangan Bapak Asep Mulyawan dan Ibu Ami Mardhiyya. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Gema Ilahi (2004-2005), SD Islam Terpadu Asy-Syukriyyah (2005-2011), SMP Negeri 7 Kota Tangerang (2011-2014), dan SMA Negeri 6 Kota Tangerang (2014-2017). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke strata 1 (S1) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) sebagai anggota Bidang Pengkaderan. Pada tahun 2020 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Periode I selama 40 hari di Desa Neglasari, Kecamatan Abung Tengah, Kabupaten Lampung Utara. Pada bulan Juni-Agustus 2020 penulis melaksanakan Praktik Umum di Tambak Udang Mina Sakti Mandiri, Pasir Sakti, Lampung Timur, selama 40 hari dengan judul “Teknik Pembesaran Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*)”. Penulis melakukan penelitian pada bulan Februari-April 2021 di Desa Rejomulyo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung dengan judul “Performa Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) yang Dibudidayakan pada Air Eks Galian Pasir dengan Kombinasi Perlakuan Fitoremediasi dan Adsorpsi”.

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan berkahnya sehingga skripsi ini telah selesai sebagai syarat seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar sarjana.

Kupersembahkan skripsi ini kepada:

Orang tua tercinta, Bapak Asep Mulyawan dan Ibu Ami Mardhiyya, yang telah memberikan cinta dan kasih yang tak terhingga, dukungan, doa yang tak pernah putus.

Kakak dan Adikku tersayang, Mas Farhan, Yasmin, Tsurayya, dan Fadlan, yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan kasih sayangnya.

Serta

Almamater tercinta,
Universitas Lampung

MOTTO

“Let it flow.”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”
(Q.S Insyirah : 5)

“Semua ada di dalam dirimu, mintalah pada dirimu sendiri.”
(Jalaluddin Rumi)

“Engkau berfikir tentang dirimu sebagai seongkok materi semata, padahal di dalam dirimu tersimpan kekuatan tak terbatas.”
(Ali bin Abi Thalib)

“Hambatan tidak harus menghentikanmu. Jika kamu menabrak tembok, jangan berbalik dan menyerah. Cari tahu cara memanjat, melewati, atau mengatasinya.”
(Michael Jordan)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT atas segala limpahan nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Performa Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) yang Dibudidayakan pada Air Eks Galian Pasir dengan Kombinasi Perlakuan Fitoremediasi dan Adsorpsi” sebagai salah satu syarat mencapai gelar sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Selama proses penulisan skripsi ini penulis menyadari keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis banyak memperoleh bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak yang sangat membantu penyelesaian karya ini. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, motivasi, waktu, kritik dan saran kepada penulis mulai dari awal perkuliahan hingga akhir penyelesaian skripsi ini;
4. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu, arahan, kritik, saran dan waktu dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Dr. Supono, S.Pi., M.Si. selaku Pembahas Skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan kritik dan saran serta masukan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan arahan, kritik, dan saran dalam lancarnya proses studi;

7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan pengalaman hidup dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama studi;
8. Abi, Ummi, Mas Farhan, Yasmin, Tsurayya, Fadlan, yang selalu memberikan doa dan dukungan, cinta dan kasih sayang sehingga penulis selalu diberi semangat, kemudahan dan kelancaran selama masa studi;
9. Teman, sahabat, saudara, dan orang-orang terkasih, Ridha, Fahry, Fathur, Wahyu, Irpan, Ade, Giri, Alpin, Gusti, Albir, Bagoes, Iqbal, Bang Miko, Mas Toni, Bang Tuter, Edo, Vincent, Michael, Ella, Risma, Eta, Dhea, Bang Arif yang selalu memberikan segala dukungan, saran, doa, serta bantuan dalam mengerjakan tanggung jawab dan kewajiban pribadi;
10. Segenap Analis dan Staf UPT LTSIT yang telah memberikan ilmu, bantuan dalam lancarnya proses penelitian ini;
11. Keluarga besar Budidaya Perairan 2017 dan segenap kru *Flying Dutchman* yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas kebersamaannya semasa perkuliahan berlangsung.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan-kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat.

Bandar Lampung, 15 Maret 2022

Penulis

Furqon Imam Muttaqin

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biologi Ikan Nila.....	7
2.1.1 Klasifikasi Ikan Nila Gift.....	7
2.1.2 Morfologi Ikan Nila Gift.....	8
2.1.3 Habitat Ikan Nila.....	9
2.1.4 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila.....	9
2.2 Fitoremediasi dan Adsorpsi	10
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	12
3.3 Rancangan Penelitian.....	13
3.3.1 Penelitian Pendahuluan.....	13
3.3.2 Rancangan Kolam Uji.....	14

3.4	Persiapan dan Pemeliharaan Ikan	15
3.4.1	Persiapan Kolam Pemeliharaan.....	15
3.4.2	Persiapan Agen Fitoremediasi dan Adsorpsi.....	16
3.4.3	Persiapan Air Penelitian	16
3.4.4	Persiapan Ikan Uji	16
3.4.5	Pemeliharaan Ikan Uji	16
3.5	Pengukuran Berat dan Panjang Ikan	17
3.6	Parameter Pengamatan	17
3.6.1	Pertumbuhan.....	17
	A. Pertambahan berat mutlak	17
	B. Pertambahan panjang mutlak.....	18
3.6.2	Tingkat Kelangsungan Hidup	18
3.6.3	Rasio Konversi Pakan	18
3.6.4	Pengukuran Kualitas Air.....	19
3.7	Analisis Data	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Kualitas Air	20
4.2	Pertumbuhan Mutlak Ikan Nila Gift (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	22
4.3	Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila Gift (<i>Oreochromis niloticus</i>) ...	27
4.4	Rasio Konversi Pakan Ikan Nila Gift (<i>Oreochromis niloticus</i>)	29
V.	SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1	Simpulan	31
5.2	Saran.....	31
	DAFTAR PUSTAKA	32
	LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Ikan nila gift	8
3. Denah kolam penelitian.....	15
4. Pertumbuhan berat mutlak ikan nila pada setiap perlakuan fitoremediasi dan adsorpsi	23
5. Perumbuhan panjang mutlak ikan nila pada setiap perlakuan fitoremediasi dan adsorpsi	25
6. Tingkat kelangsungan hidup ikan nila pada setiap perlakuan fitoremediasi dan adsorpsi	28
7. Rasio konversi pakan ikan nila pada setiap perlakuan fitoremediasi dan adsorpsi	30
8. Pembersihan kolam penelitian	46
9. Fitoremediasi tanaman air dan adsorben.....	46
10. Pengangkatan tanaman air dan adsorben	46
11. Tebar benih	46
12. Pemberian pakan ikan	46
13. Sampling ikan nila	46

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian.....	12
2. Konsentrasi Fe ²⁺ (mg/l) berdasarkan perlakuan pada penelitian Pendahuluan	14
3. Konsentrasi Fe ²⁺ (mg/l) pada setiap perlakuan penelitian	20
4. Nilai rata-rata kualitas air pada awal dan akhir penelitian.....	21
5. Kisaran nilai kualitas air pada masing-masing perlakuan.....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data penelitian	41
2. Uji homogenitas, uji Anova, dan uji Duncan pada setiap parameter menggunakan SPSS dengan selang kepercayaan 95%	44
3. Dokumentasi penelitian	46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang berlimpah. Kekayaan yang terkandung di dalamnya dapat berupa mineral dan batu bara. Kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil bumi dengan cara menggali atau mengeruk disebut sebagai penambangan. Menurut Undang-Undang (UU) Nomor 4 Tahun 2009 Pasal 1 nomor 19, pertambangan adalah bagian kegiatan usaha penambangan untuk memproduksi mineral atau batubara dan mineral ikutannya. Pasir merupakan salah satu hasil pertambangan mineral.

Penambangan pasir menciptakan lapangan pekerjaan yang dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat sekitar galian. Namun memberikan dampak buruk seperti rusaknya habitat dan vegetasi (Ramadan *et al.*, 2001), degradasi lahan (Siswanto *et al.*, 2012), perubahan bentang alam, pola aliran air permukaan dan air tanah (Marini *et al.*, 2014), lalu pengikisan humus tanah dan terbentuknya lubang-lubang yang besar di bekas galian pasir (Suherman, 2015). Lubang-lubang bekas galian pasir ini dapat terisi air hujan atau oleh resapan air tanah sehingga membentuk danau-danau. Terdapat perubahan kimia berupa tingginya kandungan logam dalam perairan (Wahyuni *et al.*, 2013). Kandungan logam dapat berasal dari aktivitas geogenik, cemaran limbah rumah tangga dan pencemaran limbah penambangan pasir.

Salah satu lokasi penambangan pasir di Indonesia terdapat di Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Lokasi tersebut potensial untuk kegiatan budidaya perikanan karena luasnya galian-galian pasir yang dihasilkan, namun terdapat kekurangan yang sangat berarti yaitu buruknya kualitas perairan seperti rendahnya nilai pH dan tingginya konsentrasi besi (Fe^{2+}). Menurut Hasani *et al.*

(2021c), konsentrasi Fe^{2+} pada eks galian pasir di tiga stasiun yang terletak di Kecamatan Pasir Sakti, kabupaten Lampung Timur berkisar antara 0,159-5,898 mg/l. Fe^{2+} merupakan unsur esensial bagi makhluk hidup. Dalam konsentrasi yang sangat kecil diperlukan untuk proses metabolisme, namun jika konsentrasi Fe^{2+} melebihi ambang batas maka akan merusak tubuh organisme yang bersangkutan (Puspasari, 2006). Menurut Suryati (2013), Fe^{2+} dapat terakumulasi dalam tubuh suatu organisme. Melalui rantai makanan, akumulasi Fe^{2+} akan terus meningkat karena Fe^{2+} akan terus berpindah dari organisme yang dimangsa ke organisme pemangsa, fenomena ini disebut dengan biomagnifikasi (Puspasari, 2006).

Fitoremediasi merupakan teknologi biologis dengan pemanfaatan tumbuhan hiperakumulator untuk mereduksi bahan-bahan pencemar dalam perairan, tanah, maupun udara. Menurut Hidayati (2005) fitoremediasi merupakan suatu metode pencucian polutan yang diremediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian dapat diartikan sebagai penghancuran, atau inaktivasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya. Teknologi ini telah diterapkan untuk memindahkan logam berat yang mencemari tanah dan air. Keuntungan dari fitoremediasi adalah dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik, mudah diterapkan dan biayanya murah. Tumbuhan air yang dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi antara lain adalah tanaman azolla (*Azolla pinnata*) (Hasani *et al.*, 2021a), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Hasani *et al.*, 2021b) dan kiambang (*Salvinia molesta*) (Yuliani, 2013).

Selain teknologi memanfaatkan tumbuhan air, terdapat metode lain untuk mereduksi polutan-polutan dalam perairan yaitu penerapan adsorpsi. Adsorpsi merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dalam perairan. Pemanfaatan adsorpsi alami mulai dikembangkan karena kemampuan adsorpsi yang cukup baik dan juga ekonomis (Zahara *et al.*, 2018). Kebanyakan adsorpsi adalah bahan-bahan yang berpori dan adsorpsi berlangsung pada dinding-dinding pori. Adsorpsi yang dapat dimanfaatkan untuk proses adsorpsi antara lain jerami padi (Ifa *et al.*, 2020) dan arang kayu (Zahara *et al.*, 2018).

Proses fitoremediasi dan adsorpsi pada penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas air yang kurang baik pada air eks galian pasir sehingga danau-danau

yang terdapat di bekas galian pasir dapat dimanfaatkan untuk budidaya perikanan. Dilakukannya penelitian ini untuk mengetahui performa pertumbuhan ikan nila yang dibudidayakan pada air dari lahan eks galian pasir yang telah mengalami proses fitoremediasi dan penambahan adsorpsi. Pemilihan ikan nila karena ikan nila adalah ikan air tawar yang memiliki sifat unggul, memiliki pertumbuhan yang relatif cepat, efisien dalam pemanfaatan pakan, dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Ikan nila termasuk ikan omnivora (Amri dan Khairuman, 2007). Ikan nila termasuk ikan dengan kemampuan beradaptasi terhadap kisaran salinitas yang tinggi, memiliki kemampuan hidup yang baik pada berbagai kondisi perairan yang berkualitas tidak baik namun tidak pada air yang beracun (Boyd, 1991).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu

1. Mempelajari tingkat kelangsungan hidup/*survival rate* (SR) ikan nila gift (*O. niloticus*) yang dipelihara pada media air dari lahan eks galian pasir yang diberi perlakuan fitoremediasi tanaman air yang berbeda dengan penambahan arang kayu atau jerami padi.
2. Mempelajari pertumbuhan ikan nila gift (*O. niloticus*) yang dipelihara pada media air dari lahan eks galian pasir yang diberi perlakuan fitoremediasi tanaman air berbeda dengan penambahan arang kayu atau jerami padi.

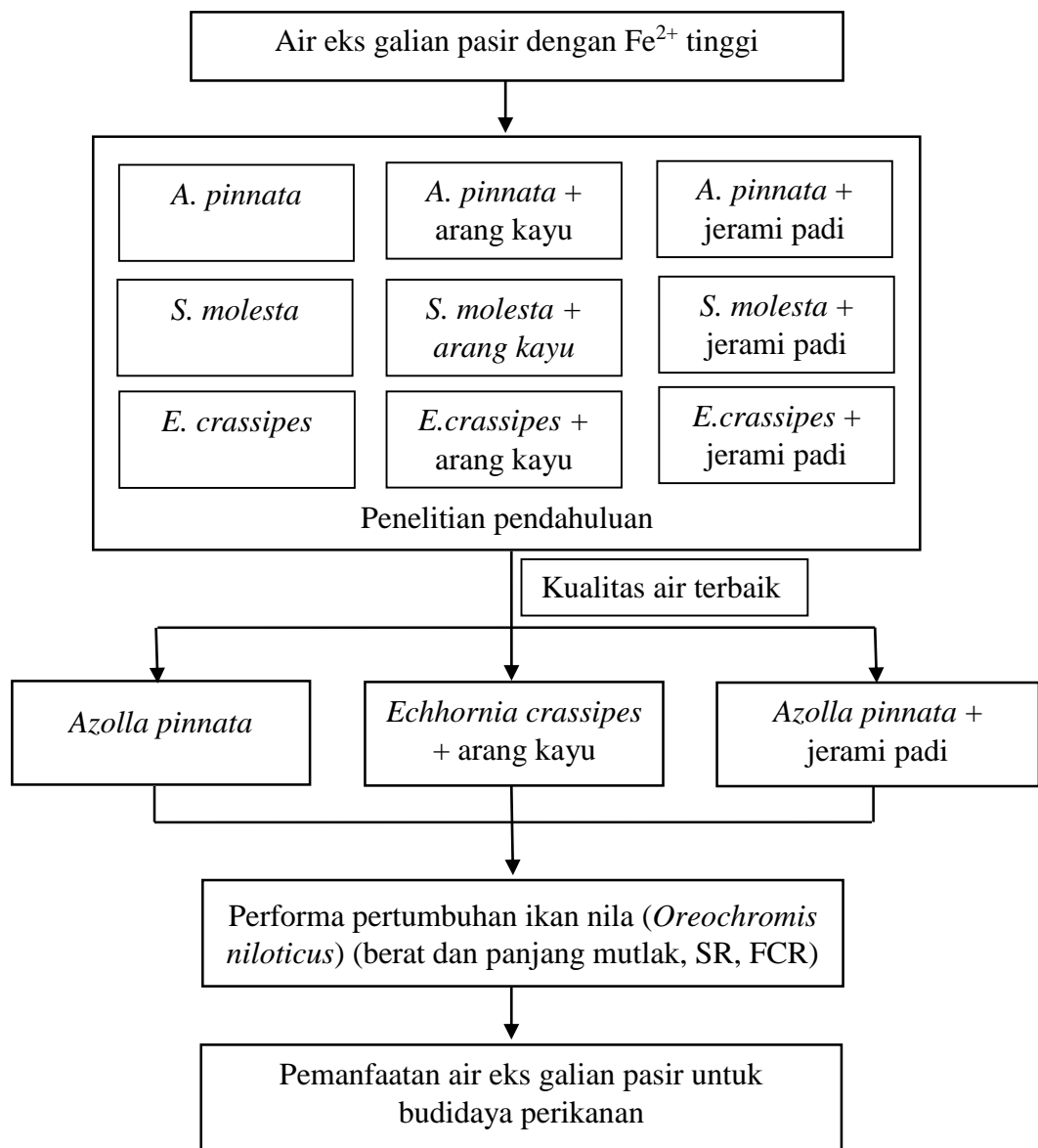
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai upaya pemanfaatan air dari danau-danau bekas galian pasir di Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur agar dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya ikan nila.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Pemanfaatan air bekas galian pasir di Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur masih belum optimal. Salah satu upaya dalam memanfaatkannya adalah dengan melakukan kegiatan budidaya perikanan. Namun, air eks galian

pasir memiliki kualitas air yang kurang baik karena tingginya kandungan Fe^{2+} dalam perairan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mereduksi kandungan Fe^{2+} tersebut dengan penerapan fitoremediasi dan adsorpsi. Uji pendahuluan dilakukan dengan proses fitoremediasi tanaman *A.pinnata*, *E.crassipes*, *S. molesta* dan dengan penambahan adsorpsi arang kayu dan jerami padi. Didapatkan hasil Fe^{2+} terendah pada setiap kelompok remediasi yang dilakukan yaitu reduksi Fe^{2+} dengan *A. pinnata*, *E.crassipes*+arang kayu, *A.pinnata*+jerami padi (Tabel 2). Untuk mengetahui pengaruh hasil fitoremediasi dan adsorpsi terhadap kegiatan budidaya perikanan, dilakukan percobaan budidaya ikan nila (*O.niloticus*) dengan memperhatikan pertumbuhan berat dan panjang mutlak, tingkat kelangsungan hidup/*survival rate* (SR), dan rasio konversi pakan (FCR) pada ikan nila. Berikut kerangka pikir yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Hipotesis berat ikan

H₀ : semua $\tau_i = 0$

Pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak ikan nila gift.

H₁ : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal terdapat satu pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak ikan nila gift.

2. Hipotesis panjang ikan

H₀ : semua $\tau_i = 0$

Pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan nila gift.

H₁ : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal terdapat satu pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan nila gift.

3. Hipotesis tingkat kelangsungan hidup ikan

H₀ : semua $\tau_i = 0$

Pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi tidak berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup ikan nila gift.

H₁ : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal terdapat satu pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi yang berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup ikan nila gift.

4. Hipotesis rasio konversi pakan

H₀ : semua $\tau_i = 0$

Pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi tidak berbeda nyata terhadap rasio konversi pakan pada ikan nila gift.

H₁ : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal terdapat satu pengaruh perlakuan fitoremediasi tanaman air dan adsorpsi yang berbeda nyata terhadap rasio konversi pakan pada ikan nila gift.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila Gift

2.1.1 Klasifikasi Ikan Nila Gift

Menurut Trewavas (1982), ikan nila gift memiliki klasifikasi yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Subkelas	: Teleostei
Ordo	: Perchomorphi
Subordo	: Perchoidae
Famili	: Chichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>
Strain	: Gift

Pada awalnya, ikan nila digolongkan ke dalam jenis *Tilapia nilotica*, atau ikan yang tidak mengerami telur. Dalam perkembangannya, ikan nila kemudian digolongkan ke dalam jenis *Sarotherdon niloticus*, atau ikan yang mengerami telur di dalam mulut induknya. Oleh karena itu, para pakar perikanan memutuskan untuk merubah nama tersebut menjadi *Oreochromis niloticus* atau *Oreochromis* sp. Nama *niloticus* menunjukkan tempat nila berasal, yakni Sungai Nil di Benua Afrika (Khairuman dan Amri, 2013).



Gambar 2. Ikan nila gift
Sumber : Yusuf (2016)

2.1.2 Morfologi Ikan Nila Gift

Ikan nila memiliki tubuh yang ramping dengan sisik yang berukuran besar (Khairuman dan Amri, 2013). Mata ikan nila tampak menonjol agak besar dengan bagian tepi mata berwarna hijau kebiru-biruan. Letak mulut terminal, posisi sirip perut terhadap sirip dada *thorocis*, dan garis *linea lateralis* terputus menjadi dua bagian, letaknya memanjang di atas sirip dada (Ghufran dan Kordi, 2010). Menurut Khairuman dan Amri (2013), ikan nila memiliki lima buah sirip, yaitu sirip punggung (*dorsal fin*), sirip dada (*pectoral fin*), sirip perut (*ventral fin*), sirip anus (*anal fin*), dan sirip ekor (*caudal fin*).

Menurut Khairuman dan Amri (2013) ikan nila gift (*genetic improvement of farmed tilapia*) memiliki perbedaan yang mendasar dengan ikan nila lokal yaitu pada bentuk, proporsi, dan warna tubuh. Tubuh ikan nila gift memiliki perbandingan panjang dan tinggi 2:1, sementara pada ikan nila lokal perbandingan panjang dan tingginya 2,5:1. Tinggi dan lebar ikan nila gift memiliki perbandingan 4:1, sementara pada ikan nila lokal perbandingan tinggi dan lebarnya 3:1. Berdasarkan hal tersebut, ikan nila gift memiliki badan yang lebih tebal dari ikan nila lokal.

Nila jantan memiliki tubuh membulat dengan dimensi agak pendek dibandingkan dengan ikan nila betina. Pada umumnya ikan nila jantan berwarna lebih cerah atau terang dibandingkan dengan nila betina. Pada bagian anus ikan nila jantan, terdapat alat kelamin yang memanjang atau menonjol dan terlihat cerah. Kecerahan

alat kelamin dapat ditentukan dari semakin dewasa dan matang gonad ikan, semakin cerah warna kelamin ikan nila jantan, maka ikan siap untuk membuahi telur. Sementara itu, ikan nila betina memiliki warna sisik sedikit kusam dan bentuk tubuh agak memanjang. Pada bagian anus, ikan nila betina memiliki dua tonjolan membulat. Satu tonjolan sebagai saluran keluarnya telur dan satunya lagi sebagai saluran pembuangan kotoran/feses (Amri dan Khairuman, 2007).

2.1.3 Habitat Ikan Nila

Ikan nila merupakan ikan air tawar yang hidup di sungai, danau, rawa-rawa, dan waduk dengan keadaan air yang tenang. Ikan nila termasuk ikan yang memiliki toleransi yang luas terhadap perubahan salinitas (*euryhaline*), oleh karena itu ikan nila juga dapat hidup di wilayah perairan air payau dan air asin (Ghufran dan Kordi, 2010). Ikan nila mampu hidup di perairan dengan kisaran salinitas tinggi. Penyesuaian diri ikan nila terhadap salinitas, dipengaruhi oleh kemampuan osmoregulasi yang tinggi (Setiawan dan Suprayudi, 2003), karena organ-organ tubuhnya seperti insang, ginjal, usus dapat beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan lingkungan (Yusuf, 2016). Syarat hidup kualitas air ikan nila yaitu suhu perairan yang berkisar antara 25 °C sampai 32 °C (BSNI 7550, 2009), dengan kandungan nilai oksigen terlarut (DO) dalam air 5-7 mg/l (Kordi, 2007), pH berkisar antara 6,00-8,50, dan konsentrasi amonia berkisar antara <0,02 mg/l (BSNI 7550, 2009).

2.1.4 Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila

Pertumbuhan berat dan panjang ikan, serta kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi: keturunan, umur, ketahanan terhadap penyakit, dan kemampuan memanfaatkan makanan. Faktor eksternal meliputi kualitas air, ruang gerak, serta kualitas dan kuantitas makanan (Gusrina, 2008). Menurut Bajaj (2017), cepat atau lambatnya pertumbuhan ikan dikendalikan oleh faktor manusia sebagai pemegang peran memelihara dan faktor lingkungan, seperti pH, *dissolved oxygen* (DO), cahaya dan suhu.

Pertumbuhan dipengaruhi langsung oleh suplai makanan yang dikonsumsi ikan. Pakan yang dikonsumsi oleh ikan tidak semua digunakan untuk pertumbuhan, sebagian besar digunakan untuk metabolisme basal dan sisanya untuk aktivitas, pertumbuhan, dan reproduksi (Nurdin *et al.*, 2011). Menurut Sari (2016), energi yang dihasilkan dari pemanfaatan pakan oleh ikan dapat menunjang pertumbuhan berat ikan nila. Pertumbuhan berat ikan nila terjadi karena ikan memiliki energi yang lebih untuk pertumbuhan setelah memenuhi kebutuhan energi untuk metabolisme basal. Menurut Putra (2015), makanan yang dimakan oleh ikan akan mengalami proses pencernaan, penyerapan, pengangkutan dan metabolisme. Perubahan energi pakan yang telah termakan oleh ikan terutama digunakan untuk basal metabolisme dan *voluntary activity*, selanjutnya energi tersebut digunakan untuk pertumbuhan. Menurut Mudjiman (2004), pertumbuhan ikan dan kelangsungan hidup dapat dipercepat jika pakan yang diberikan memiliki nutrisi yang cukup. Untuk memacu pertumbuhan, jumlah nutrisi pada pakan yang dicerna dan diserap oleh ikan harus lebih besar dari jumlah yang diperlukan untuk pemeliharaan tubuhnya. Menurut BSNI 7550 (2009) pakan buatan berupa pellet untuk ikan nila harus memiliki kandungan minimal protein minimal sebesar 25%.

2.2 Fitoremediasi dan Adsorpsi

Istilah fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, termasuk pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air, untuk menghilangkan atau mereduksi bahan-bahan berbahaya baik organik maupun anorganik yang terdapat pada lingkungan (Suryati, 2013). Fitoremediasi memiliki dua cara pengaplikasian yaitu secara *ex-situ* dan *in-situ*, pengaplikasian secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor dan *in-situ* dilakukan pada tanah, air, atau daerah yang terkontaminasi limbah (Hardyanti, 2007). Teknik fitoremediasi berkembang pesat di berbagai negara seperti di Amerika Serikat dan Eropa karena terbukti lebih murah dan efektif menghilangkan bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan (Juhaeti *et al.*, 2005). Tidak semua tanaman dapat digunakan dalam kegiatan fitoremediasi, tanaman tersebut harus memiliki kriteria sebagai berikut: Memiliki laju penyerapan beberapa unsur yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman lainnya;

memiliki toleransi yang tinggi untuk menyerap unsur pada jaringan akar dan tajuknya; dan memiliki laju translokasi logam berat dari akar ke tajuk yang tinggi sehingga akumulasinya pada tajuk lebih tinggi dari pada akar (Brown *et al.*, 1995).

Jenis-jenis tanaman yang dapat digunakan dalam kegiatan fitoremediasi antara lain eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Piyush *et al.*, 2012), *Azolla pinnata* (Hasani *et al.*, 2021a), dan *Salvinia molesta* (Rifki *et al.*, 2020; Kodituwakku *et al.*, 2020; George *et al.*, 2017). Eceng gondok mampu mengakumulasi beberapa jenis logam seperti aluminium (Al), timbal (Pb), tembaga (Cu), besi (Fe), mangan (Mn), nikel (Ni), kadmium (Cd), kromium (Cr), kobalt (Co), zink (Zn), dan merkuri (Hg) (Skinner *et al.* 2007). Begitu pula tanaman azolla (*A. pinnata*). Tanaman *A. pinnata* dapat mereduksi Fe^{2+} dalam perairan sebesar 98% dalam waktu 21 hari (Hasani *et al.*, 2021a). Tanaman *S. molesta* merupakan tanaman air yang dapat tumbuh di perairan dengan konsentrasi nutrisi yang rendah. Menurut Kodituwakku *et al.* (2020), *S. molesta* mampu mereduksi beberapa jenis logam seperti Zn, Fe, Cu, Cr, Cd, Pb, dan Ni. Menurut George *et al.* (2017), *S. molesta* mampu mereduksi logam berat seperti Fe, Zn, Cd, Cu, Ni, dan Pb.

Pemanfaatan adsorpsi alami mulai dikembangkan karena kemampuan absorpsi terhadap logam yang cukup baik dan juga ekonomis (Zahara *et al.*, 2018). Adsorben yang dapat digunakan antara lain jerami padi dan arang kayu (Andini *et al.*, 2015; Ifa *et al.*, 2020). Menurut Ifa *et al.* (2020), jerami padi dapat mengabsorpsi logam karena jerami mengandung selulosa yang memiliki gugus fungsi berupa gugus karboksil (COOH) dan hidroksil (OH) yang dapat mengikat ion logam. Menurut Andini *et al.* (2015), jerami padi kaya akan kandungan selulosa berkisar antara 35-50 %. Arang kayu merupakan salah satu bahan yang dapat dijadikan media pengolahan air dengan daya absorpsi yang baik. Menurut Zahara *et al.* (2018), arang kayu dapat menyerap kandungan Fe dalam perairan yang tercemar Fe. Arang kayu memiliki kelebihan yaitu harganya yang terjangkau.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal Februari–April 2021. Penelitian berlokasi di lahan eks galian pasir Desa Rejomulyo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Sedangkan pengukuran konsentrasi Fe^{2+} dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian

No	Nama Alat	Jumlah	Fungsi/Keterangan
1	Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram	1 unit	Menimbang berat ikan uji.
2	Kolam terpal ukuran 2,5x1,5x0,75 m ³	12 unit	Kolam budidaya ikan dan percobaan fitoremediasi
3	Alkon dan selang	1 unit	Alat untuk mengisi air kekolam
4	DO meter	1 unit	Alat untuk mengukur oksigen terlarut didalam air
5	pH meter	1 unit	Alat untuk mengukur pH dalam air
6	Termometer	1 unit	Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dalam air
7	Ammoniak Kit	1 unit	Alat untuk mengukur ammonia terlarut dalam air
8	Spons	1 unit	Alat untuk mencuci terpal
9	Skopnet	1 unit	Alat bantu sampling
10	Ember 10 liter	1 unit	Alat untuk menampung ikan saat sampling
11	Paranet	90 m ²	Penutup kolam terpal

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian (Lanjutan)

No	Nama Alat	Jumlah	Fungsi/Keterangan
12	Penggaris dengan ketelitian 0,1 cm	1 unit	Alat untuk mengukur panjang ikan
13	Benih ikan nila gift	2.160 ekor	Hewan uji dalam penelitian
14	Air hasil fitoremediasi terbaik*	33756 liter	Media pemeliharaan
15	Pellet PF1000	6940,1 gram	Pakan ikan
16	Pellet 781	42165,6 gram	Pakan ikan

Keterangan : *) Hasil fitoremediasi terbaik menggunakan tanaman *E.crassipes*, *A.pinnata* dengan kombinasi adsorpsi arang kayu atau jerami.

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian ini dilaksanakan dengan memperhatikan hasil dari uji pendahuluan. Uji pendahuluan yang dilakukan berupa proses fitoremediasi tanaman air dengan penambahan adsorpsi arang kayu dan jerami padi dengan dibagi menjadi tiga kelompok remediasi. Kelompok satu yaitu fitoremediasi menggunakan tanaman air *A.pinnata*, *S.molesta*, dan *E.crassipes*. Kelompok dua yaitu fitoremediasi *A.pinnata*, *S.molesta*, dan *E.crassipes* ditambah arang kayu. Kelompok tiga yaitu fitoremediasi *A.pinnata*, *S.molesta*, dan *E.crassipes* ditambah jerami padi. Adapun hasil dari uji pendahuluan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2, didapatkan masing-masing satu perlakuan fitoremediasi dan adsorpsi yang memiliki konsentrasi Fe^{2+} terendah pada setiap kelompok perlakuan sehingga didapatkan tiga perlakuan yang akan digunakan dalam penelitian ini. Menurut Moore (1991), konsentrasi Fe^{2+} jika melebihi 1 mg/l dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik.

Tabel 2. Konsentrasi Fe^{2+} (mg/l) berdasarkan perlakuan pada penelitian pendahuluan

Perlakuan	Hari ke-		
	Ke- 0	Ke- 3	Ke- 6
Kontrol (air eks galian pasir)	0,46	0,54	0,50
Kelompok 1 (air eks galian pasir+tanaman air)			
1. <i>A.pinnata</i>	0,72	0,77	0,45*
2. <i>S.molesta</i>	0,59	0,73	0,69
3. <i>E.crassipes</i>	0,47	0,48	0,63
Kelompok 2 (air eks galian pasir +tanaman air+arang kayu)			
1. <i>A.pinnata</i> + arang kayu	0,47	0,23	0,04
2. <i>S.molesta</i> + arang kayu	0,52	0,18	0,04
3. <i>E.crassipes</i> + arang kayu	0,52	0,13	0,02*
Kelompok 3 (air eks galian pasir +tanaman air+jerami padi)			
1. <i>A. pinnata</i> + jerami padi	0,72	0,77	0,45*
2. <i>S. Molesta</i> + jerami padi	0,59	0,73	0,69
3. <i>E. crassipes</i> + jerami padi	0,47	0,48	0,63

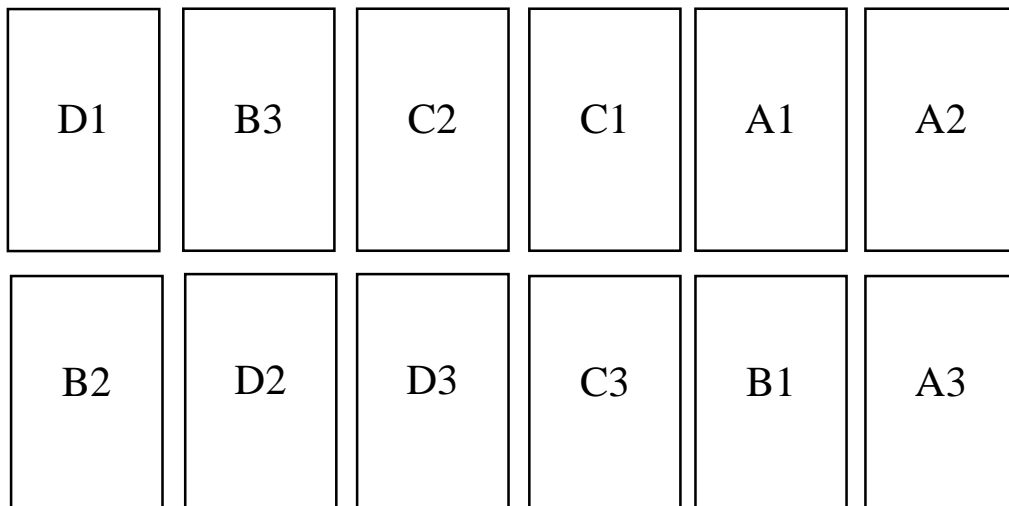
Keterangan: *) Hasil reduksi Fe^{2+} terbaik dari setiap kelompok perlakuan

Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, sebagai berikut:

- Perlakuan A: Air eks galian pasir tanpa perlakuan fitoremediasi (kontrol).
- Perlakuan B: Air eks galian pasir hasil fitoremediasi dengan tanaman air *A. pinnata*.
- Perlakuan C: Air eks galian pasir hasil fitoremediasi *E.crassipes* dengan penambahan arang kayu.
- Perlakuan D: Air eks galian pasir hasil fitoremediasi *A.pinnata* dengan penambahan jerami padi.

3.3.2 Rancangan Kolam Uji

Penelitian ini dilaksanakan pada lingkungan terbuka yang terkontrol dengan ukuran kolam 2,5 x 1,5 x 0,75 m³. Pada setiap perlakuan terdapat tiga kali ulangan sehingga membutuhkan 12 kolam uji. Penentuan posisi kolam uji ditentukan dengan cara pengacakan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Skema posisi rancangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Denah kolam penelitian

Keterangan : Notasi huruf menyatakan perlakuan, notasi angka menyatakan ulangan penelitian

3.4 Persiapan dan Pemeliharaan Ikan

3.4.1 Persiapan Kolam Penelitian

Setelah skema posisi rancangan kolam dibuat, kolam dibersihkan dengan cara disikat menggunakan spons. Setelah itu, kolam dibilas dengan menggunakan air bersih. Proses selanjutnya yaitu dikuras air sisa pembersihan, lalu dijemur di bawah sinar matahari.

3.4.2 Persiapan Agen Fitoremediasi dan Adsorpsi

Tanaman air (*E.crassipes*, *A.pinnata*, *S.molesta*), arang kayu, dan jerami padi dipilih untuk mencari ukuran yang seragam. Setelah proses pemilihan, agen fitoremediasi dan adsorpsi dibersihkan menggunakan air bersih dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran, debu ataupun bahan-bahan lainnya yang dapat mengganggu proses fitoremediasi dan adsorpsi. Pada jerami padi, dikeringkan dibawah sinar matahari hingga jerami padi mengering.

3.4.3 Persiapan Air Penelitian

Agen fitoremediasi dan adsorpsi yang telah siap, kemudian dimasukkan ke dalam kolam pemeliharaan. Adsorpsi arang kayu dan jerami padi diletakkan pada dasar kolam pemeliharaan dengan tinggi 2-3 cm. Seluruh arang kayu dan jerami padi diwadahi paranet dan diberi pemberat agar arang kayu dan jerami padi tidak mengambang ke permukaan air pemeliharaan. Proses selanjutnya yaitu pengisian air menggunakan alkon dengan ketinggian 50 cm. Tanaman air yang digunakan dalam proses fitoremediasi menggunakan luas tutupan 50%. Proses fitoremediasi dengan kombinasi adsorpsi dilakukan sampai konsentrasi Fe^{2+} dalam perairan menurun. Pada Tabel 2 didapatkan konsentrasi Fe^{2+} menurun pada hari ke-6. Setelah didapatkan nilai konsentrasi Fe^{2+} yang rendah, agen-agen fitoremediasi dan adsorpsi dikeluarkan dari kolam penelitian. Air dengan konsentrasi Fe^{2+} yang rendah digunakan untuk kegiatan pemeliharaan ikan uji.

3.4.4 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan yaitu ikan nila gift dengan berat rata-rata 0,52 gram dan panjang rata-rata 2,76 cm. Ikan didapatkan dari Balai Benih Ikan Kota Metro, Provinsi Lampung. Populasi ikan nila gift yang digunakan yaitu 180 ekor dengan mengacu pada BSNI 6141 (2009) yang memaparkan padatan tebar ikan nila yaitu 50 ekor/ m^2 . Sebelum dimasukkan ke dalam kolam pemeliharaan, benih ikan diaklimatisasi dengan cara dimasukkan ikan beserta wadah plastik ke dalam masing-masing kolam sampai terdapat embun pada setiap plastik benih ikan nila gift. Setelah itu, benih ikan nila gift ditebar pada kolam penelitian.

3.4.5 Pemeliharaan Ikan Uji

Rasio pemberian pakan atau *Feeding rate* (FR) yang digunakan yaitu 4% dari berat ikan uji. Pakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pakan komersil dengan merk dagang Prima Feed ukuran PF1000 dengan kandungan nutrisi protein

minimal 39-41%, lemak minimal 5%, serat maksimal 6%, abu maksimal 18% dan air maksimal 10%. Pakan Hi Pro Vite ukuran 781 dengan kandungan protein minimal 31-33%, lemak minimal 4-6%, serat minimal 3-5%, air 3-5%. Berdasarkan BSNI 6139 (2009), frekuensi pakan ikan nila dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari. Pemberian pakan dilakukan pada pukul 08.00-09.00 WIB dan pukul 16.00-17.00 WIB. Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 80 hari.

3.5 Pengukuran Berat dan Panjang Ikan

Setiap 10 hari sekali diambil 10% ikan nila pada setiap kolam penelitian untuk pengukuran berat dan panjang ikan nila gift. Berat ikan diukur menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram dan panjang ikan diukur menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,1 cm.

3.6 Parameter Pengamatan

3.6.1 Pertumbuhan

A. Pertambahan berat mutlak

Perhitungan berat ikan dilakukan untuk mengetahui penambahan berat ikan uji pada awal hingga akhir penelitian. Menurut Effendi (1997), pertumbuhan berat ikan mutlak menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta W = W_t - W_o$$

Keterangan :

W : Pertumbuhan berat (gram)

W_t : Berat rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (gram)

W_o : Berat rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (gram)

B. Pertambahan panjang mutlak

Perhitungan panjang ikan dilakukan untuk mengetahui pertambahan panjang ikan uji selama periode penelitian. Pengukuran panjang mutlak dilakukan dengan mengukur selisih panjang antara ujung kepala ikan hingga ujung ekor ikan. Menurut Effendi (1997), persamaan pertambahan panjang ikan sebagai berikut :

$$Pm = lt - lo$$

Keterangan :

Pm : Pertumbuhan panjang (cm)

lt : Panjang rata-rata ikan akhir penelitian (cm)

lo : Panjang rata-rata ikan awal penelitian (cm)

3.6.2 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR) dihitung untuk mengetahui kemampuan hidup ikan uji selama penelitian. Menurut Pandit *et al.* (2010), tingkat kelangsungan hidup ikan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan:

SR : Kelangsungan hidup (%)

No : Jumlah hewan uji pada awal penelitian (ekor)

Nt : Jumlah hewan uji pada akhir penelitian (ekor)

3.6.3 Rasio Konversi Pakan

Ratio konversi pakan atau *feed conversion ratio* adalah perhitungan untuk mengetahui perbandingan antara banyaknya pakan yang diberikan selama pemeliharaan dengan pertumbuhan ikan selama pemeliharaan. Persamaan yang digunakan menurut Effendi (1997) adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

FCR : Rasio konversi pakan

F : Total pakan yang digunakan (gram)

Wo : Berat total ikan awal pemeliharaan (gram)

Wt : Berat total ikan akhir pemeliharaan (gram)

D : Berat total ikan mati (gram)

3.6.4 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dibagi menjadi dua kelompok waktu yaitu setiap dua hari sekali dan setiap sepuluh hari sekali. Parameter suhu, pH, dan DO diukur setiap dua hari sekali, sedangkan parameter amonia diukur setiap sepuluh hari sekali yaitu amonia.

3.7 Analisis Data

Data hasil pertumbuhan berat dan panjang mutlak, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan pada ikan nila gift dianalisis secara statistika dengan uji Anova pada tingkat kepercayaan 95% menggunakan *software* SPSS V25.0. Apabila hasil uji Anova menunjukkan adanya perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan pada selang kepercayaan 95%. Parameter kualitas air, seperti pH, suhu, DO, dan amonia dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tingkat kelangsungan hidup/*survival rate* (SR) ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang dihasilkan pada penelitian ini terbaik pada perlakuan fitoremediasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan penambahan adsorben arang kayu.
2. Pertumbuhan berat berat dan panjang mutlak ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang dihasilkan pada penelitian ini terbaik pada perlakuan fitoremediasi *Azolla pinnata*, dan *Eichhornia crassipes* dengan penambahan adsorben arang.

5.2 Saran

1. Dapat dilakukan fitoremediasi *Azolla pinnata*, dan *Eichhornia crassipes* dengan penambahan arang kayu untuk mereduksi Fe^{2+} sehingga air eks galian pasir dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya perikanan.
2. Perlu adanya tandon air hasil fitoremediasi setiap perlakuan sehingga dapat dilakukan proses penyiponan untuk meminimalisir bahan-bahan toksik dalam air penelitian dan perlu adanya penelitian lanjutan untuk memaksimalkan proses absorpsi logam berat Fe^{2+} pada jerami padi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, H. S., dan Dedi, A. A. 2017. Budidaya ikan nila dengan system keramba jaring apung (KJA) pada lahan bekas tambang pasir (studi kasus Kelurahan Kalumene, Kecamatan Ujung Belu, Kabupaten Bulukumba). *Jurnal Ilmu Perikanan*. 6 (1): 546-550.
- Amri, K. dan Khairuman. 2007. *Budidaya Ikan Nila Secara Intensif*. Jakarta. Agromedia Pustaka. 145 hlm.
- Andini., Yullita, S.L., Larasati, T.R.D., dan Nana, M. 2015. Fitoremediasi lahan tercemar logam Pb dan Cd dengan menggunakan jerami hasil fermentasi *Trichoderma viride* yang dipapar radiasi sinar gamma dosis 250 gray. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah - Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2015*. 83–87.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI). 2009. Produksi benih ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) kelas benih sebar. *Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta. SNI 6141:2009. 16 hlm.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia (BSNI). 2009. Produksi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) Bleeker kelas benih sebar. *Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta. SNI 7550:2009. 12 hlm.
- Bajaj, S. 2017. Effect of environment factors on fish growth. *Indian Journal Science Research*. 12(2): 87–91.
- Begum, A., Krishna, H., dan Irfanulla, K. 2009. Analysis of heavy metals in water, sediments and fish samples of Madivala Lakes of Bangalore, Karnataka. *International Journal of Chemical Technologi Research*. 1(2): 245-249.
- Bhosle, R.V., Chavan, B.R., Mesbram, S.J., Dhamagaye, H.B., Wasave, S.S., dan Pai, R. 2018. Growth performance og gift tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry in nursery rearing by using brackish water. *Contemporary Research in India*. 3(28): 32-36.
- Boyd, C.E. 1991. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Agriculture Experiment Station Auburn University. Birmingham Publishing Co. 482 hlm.

- Brown, S.L., Angle, J.S., Chaney, R.L., dan Baker, A.J.M. 1995. Zinc and cadmium uptake by hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* grown in nutrient solution. *Soil Science Society of America Journal*. 59(1): 125-133.
- Damayanti, M.M., dan N. Abdulgani. 2013. Pengaruh paparan sub lethal insektisida diazinon 600 EC terhadap laju konsumsi oksigen dan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2): 2337-3520.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung. 2017. *Kajian Pengembangan Budidaya Ikan Nila (Oreochromis sp.) dan Ikan Patin (Pangasius sp.) di Bekas Galian Tambang Pasir Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur*. Laporan Kegiatan (tidak dipublikasikan). Pemerintah Provinsi Lampung. Bandar Lampung. 279 hlm.
- Effendi, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusantara. 157 hlm.
- Egna, H.S., dan Boyd, C.E. 1997. *Dynamics of Pond Aquaculture*. Florida. CRC Press. 415 hlm.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta. Kanisius. 190 hlm.
- George, G.T., dan Gabriel, J.J. 2017. Phytoremediation of heavy metals from municipal waste water by *Salvinia molesta* Mitchell. *Saudi Journal of Life Sciences*. 2(3): 108-115.
- Gufran, H.M., dan Kordi K. 2010. *Budidaya Ikan Nila di Kolam Terpal*. Yogyakarta. Lily Publisher. 112 hlm.
- Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan Jilid 3*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 138 hlm.
- Hapsari, A.W., J. Hutabarat, dan D. Harwanto. 2020. Aplikasi komposisi filter yang berbeda terhadap kualitas air, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi. *Jurnal Sains Akukultur Tropis*. 4(1): 39-50.
- Hardyanti, N., dan Rahayu, S.S. 2007. Fitoremediasi fosfat dengan pemanfaatan enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). *Jurnal Presipitasi*. 2(1): 28-33.
- Hasani, Q., Pratiwi, N.T.M., Wardiatno, Y., Effendi, H., Martin, A.N., Efendi, E., Pirdaus, P., dan Wagiran. 2021a. Phytoremediation of iron in ex-sand mining waters by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Biodiversitas*. 22(2): 838-845.

- Hasani, Q., Pratiwi, N.T.M., Effendi, H., Wardiatno, Y., Raja Guk Guk, J.A., Maharani, H.W., dan Rahman, M. 2021b. *Azolla pinnata* as phytoremediation agent of iron (Fe) in ex sand mining water. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 20(1): e2021017.
- Hasani, Q., Pratiwi, N.T.M., Wardiatno, Y., Effendi, H., Yulianto, H., Yusuf, M.W., Caesario, R. dan Farlina. 2021c. Assessment of water quality of the ex-sand mining sites in Pasir Sakti Sub-District, East Lampung for tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 8(4): 3007-3014.
- Ifa, L., Pakala, F.R., Jaya, F., dan Majid, R.A. 2020. Pemanfaatan sabut kelapa sebagai bioadsorpsi logam berat Pb (II) pada air limbah industri. *Journal of Chemical Process Engineering*. 5(1): 54–60.
- Iskandar, P., D. Djoko, S., dan Dinamella, W. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1): 53-63.
- Iskandar, R., dan Elrifadah, E. 2015. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan buatan berbasis kiambang. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*. 40(1): 18-24.
- Jacqueline, M.F.S. 2011. *Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) dan Pengaruhnya Pada Konsumsi Oksigen dan Respon Hematologi Juvenil Ikan Kerapu Macan*. (Thesis). Institut Pertanian Bogor. 47.
- Juhaeti, T., Syarif, F., dan Hidayati, N. 2005. Inventarization of potential plant for phytoremediation on degraded land and water mined. *Journal of Biological Diversity*. 6(1): 31-33.
- Khairuman, H.S.P., dan Amri, K. 2013. *Budi Daya Ikan Nila*. Jakarta. AgroMedia Pustaka. 108 hlm.
- Kodituwaku, K.A.R.K., dan Yatawara, M. 2020. Phytoremediation of industrial sewage sludge with *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* in batch fed free water flow constructed wetlands. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 104(5): 627–633.
- Kukuh, N., Yuni, P.H., dan Vika, Y. 2012. Toksisitas merkuri (Hg) dan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah, dan kerusakan organ pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11(1): 38-48.
- Maharani, H.W., Hasani, Q., Aimma, M.A., Utomo, D.S.C., Santoso, L., Kartini, N. dan Radho, M. 2022. Growth performance of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivated in water from ex-sand pit lakes by phytoremediation

- treatments. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 9(2): 3237-3245.
- Marini, Baja, S., dan Sultan, I. 2014. Penerimaan informasi dampak penambangan pasir bagi kerusakan lingkungan hidup di kalangan penambang pasir ilegal di Das Jeneberang Kabupaten Gowa. *Jurnal Komunikasi KAREBA*. 3(2): 112-118.
- Meyer, D.E.P., dan Pena, P. 2001. Ammonia excretion rates and protein adequacy in diets for tilapia *Oreochromis* sp. *World Aquaculture Society*. 1: 61-70.
- Mirzakhani, N., Eisa, E., Seyed, A. H. J., dan Julie, E. 2019. Growth performance Intestinal morphology and nonspecific immunity response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry culture in biofloc systems with different carbon source and input C:N ratios. *Journal Aquaculture*. 512: 1-10.
- Monalisa, S.S., dan Minggawati. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*. 5(2): 526-530.
- Moore, J.W. 1991. *Inorganic Contamination of Surface Water*. New York. Springer Verlag. 140-154 hlm.
- Mudjiman, A. 2004. *Makanan Ikan*. Bojonegoro. Penebar Swadaya. 191 hlm.
- Mulqan, M., Sayyid, A.E.R., dan Irma, D. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(1): 183-193.
- Niode, A.R., Nasriani, dan Irdja. A.M. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pakan buatan yang berbeda. *Jurnal Akademika*. 6 (2): 99-112.
- Nurdin, M., Widiyati., Kusdiarti., dan Insan. 2011. Pengaruh frekuensi pemberian pakan terhadap produksi pembesaran ikan mas (*Cyprinus carpio*) di keramba jaring apung Waduk Cirata. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 825-830.
- Nurul, A. N. F., Medha, B., dan Setiawati. 2015. Analisis kemampuan tanaman semak di median jalan dalam menyerap logam berat Pb. *Jurnal Universitas Brawijaya*. 3 (7) : 1-11.
- Pandit, N.P., dan Nakamura, M. 2010. Effect of high temperature on survival, growth and feed conversion ratio of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal Our Nature*. 8: 219-224.

- Pillay, T.V.R. 2008. *Aquaculture and the Environment*. Jerman. Wiley. 208 hlm.
- Piyush, G., Surendra, R., dan Amit, B.M. 2012. Treatment of water using water hyacinth, water lettuce and vetiver grass. *Resources and Environment*. 2(5): 202-215.
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., dan Wardoyo, S.E. 2018. Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 8(1): 24-34.
- Puspasari, R. 2006. Logam dalam ekosistem perairan. *Jurnal Riset Perikanan Tangkap*. 1 (2): 1-6.
- Putra, A.N. 2015. Basal metabolism in fish. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5 (2): 57-65.
- Rahmadian, F., dan Dharmawan, A.H. 2014. Ideologi aktor dan persepsi masyarakat terhadap dampak pertambangan pasir di Pedesaan Gunung Galunggung. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*. 2(2): 83-95.
- Rajamanicham, V., dan N. Muthuswamy. 2008. Effect of heavy metals induced toxicity on metabolic biomarkers in common carp (*Cyprinus carpio L*). *Maejo International Journal of Science and Technology*. 2(1): 192-200.
- Ramadan, T.M., Abdelsalam, M.G., dan Stern, R.J. 2001. Mapping gold-bearing massive sulfide deposits in the neoproterozoic allaqi suture Southeast Egypt with landsat TM and SIR-C/X SAR image. *Journal Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 67(4): 491-497.
- Rennika., Aunurohim., dan N. Abdulgani. 2013. Konsentrasi dan lama paparan senyawa organik dan inorganik pada jaringan insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada kondisi sub lethal. *Jurnal Sains dan Seni Pomit*. 2(2): 2337-3520.
- Rifki, A.S., dan Bieby, V.T. 2020. Studi literature kemampuan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Salvinia natans* terhadap penyerapan Fe dan Mn pada pengolahan air asam tambang. *Jurnal Teknik*. 9(2): 191-196.
- Riska, E.S.D., Eko, E., dan Suparmono. 2014. Efektivitas system akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(1): 297-301.
- Rochyatun, E., dan Rozak, A. 2007. Observation on heavy metals in sediment of Jakarta bay waters. *Makara Journal Of Science*. 11(1): 28-36.
- Sari, I.Y., Santoso, L., dan Suparmono, S. 2016. Kajian pengaruh penambahan tepung tapioka sebagai binder dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan

nila gift (*Oreochromis sp.*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 5(1): 537-546.

Setiawati, M., Mokoginta, I., Suprayudi, M.A., dan Manalu W. 2007. Pengaruh penambahan mineral Fe pada pakan ikan terhadap status kesehatan ikan ke-rapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 12(1): 55-63.

Siswanto, B., Krisnayani, B.D., Utomo W.H., dan Anderson, C.W.N. 2012. Re-habilitation of artisanal gold mining land in West Lombok, Indonesia. *Journal of Geology and Mining Research*. 4(1): 1-7.

Squadron, S.M., Prearo, P., Brizio, S., Gavinelli, M., Pellegrino, T., Scanzio, S., Guarise, A., Benedetto, M.C., dan Abete. 2012. Heavy metals distribution in muscle, liver, kidney, and gill of European catfish (*Silurus glanis*) from Italian rivers. *Journal Chemosphere*. 90(2): 358-365.

Stone, D.A., Hardy, R.W., Barrows, F. T., dan Cheng, Z. J. 2005. Effects of extru-sion on nutritional value of diets containing corn gluten meal and corn di-stiller's dried grain for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Aquaculture*. 17(3): 1-20.

Suherman, D.W., Suryaningtyas, D.T., dan Mulatsih, S. 2015. Dampak penam-bangan pasir terhadap kondisi lahan dan air di Kecamatan Sukaratu Kabu-paten Tasikmalaya. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5(2): 99-105.

Suryati T. B. 2013. Eliminasi logam berat kadmium dalam air limbah mengguna-kan tanaman air. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(3): 143-147.

Skinner, K., Wright, N., dan Porter, G. E. 2007. Mercury uptake dan accumulation by four species of aquatic plants. *Journal Environ Pollut*. 145: 234-7.

Syauqiah, I., Mayang, A., dan Hetty, A, K. 2011. Analisis variasi waktu dan kece-patan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang ak-tif. *Jurnal Info Teknik*. 12(1): 11-20.

Trewavas, F. 1982. *Tilapia: Taxonomi and Speciation*. In. R. S. V. Dullin and R. H. Low Mc. Connel (Eds). The Biology and Culture of Tilapia. ICLARM Convergence, Mamalia.

Wahyuni, H., Sasongko, S.B., dan Sasongko, D.P. 2013. Kandungan logam berat pada air, sedimen, dan plankton di daerah penambangan masyarakat Desa Batu Belubang Kabupaten Bangka Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 489-494.

- Wepener, W., Van Vuren, J.H.J., dan Preez, H, H. 1992. Effect of manganese and iron at neutral pH values on the haematology of the banded tilapia *Tilapia sparrmanii*. *Environmental Contamination and Toxicology*. 49: 613-619.
- Yulaipi, S., dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomite*. 2(2): 2337-3520.
- Yuliani, D. E., Saibun S., dan Teguh W. 2013. Analisis kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat Cu (ii) pada media tumbuh air. *Jurnal Kiamia Mulawarman*. 10(2): 70-73.
- Yulianti, P., Kardatini, T., dan Rusmaedi, S. S. 2003. Pengaruh padat penebaran terhadap pertumbuhan dan sintasan pendederan ikan nila gift (*Oreochromis sp*) di kolam. *Jurnal Ikhtiologi indonesia*. 3(2): 301-305.
- Yusuf, M., dan Arifin. 2016. Pertumbuhan dan *survival rate* ikan nila (*Oreochromis. sp.*) strain merah dan strain hitam yang dipelihara di media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 16(1): 159-166.
- Zahara, R.K., Mamar, R., dan Edy, W. 2018. Reduksi kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) pada air tanah menggunakan arang kayu. *Proceeding of Engineering*. 5897–5904.
- Zainuri, M., Sudrajat., dan E.S. Siboro. 2011. Konsentrasi logam berat Pb pada ikan baronang (*Siganus sp.*), lamun, sedimen dan air di wilayah pesisir Kota Bontang. *Jurnal Kelautan*. 4(2): 102-118.