

**PEMANFAATAN AIR LIMBAH KOLAM IKAN LELE UNTUK
BUDIDAYA *Azolla microphylla***

(Skripsi)

Oleh

Aprian Mandala Putra



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

UTILIZATION OF WASTE WATER CATFISH POND FOR RAISING *Azolla microphylla*

By

Aprian Mandala Putra

Catfish cultivation activities generate wastewater that comes from feces and leftover of fish feed. The catfish pond wastewater if left in the pool will be able to interfere with the growth and development of fish. The catfish pond wastewater was to be potentially used to grow *Azolla microphylla* because it contains nitrogen and phosphorus. One effort that can be done to overcome the problem of the catfish pond wastewater is construct an aquaponics system integrated with the catfish ponds. The principle of aquaponics system on this research is that *Azolla microphylla* can utilize nutrients and reduce organic matter contained in the wastewater for growth, so the pollutant potential of the wastewater can be reduced. The purpose of this study was to determine the effect of wastewater replacement period and aeration on the growth of *Azolla microphylla* biomass and water quality.

This research was conducted in the greenhouse, Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Materials used were *Azolla microphylla* plant and wastewater taken from an 2-month old catfish rearing ponds. This study uses a completely randomized design with factorial arrangement (RAL Factorial). The first factor is water replacement period which consists of four levels that are no water changes (control), two-day period of replacement, four-day period of replacement, and six-day period of replacement. The second factor is length of providing aeration which consists of three levels

that are no aeration, 12-hour aeration, and 24-hour aeration per day. The measured parameters are biomass of *Azolla microphylla*, water temperature, pH, turbidity, TSS, and Ammonium contents.

The results showed that the factor of interaction between the wastewater replacement periods and length of aeration was no effect on *Azolla microphylla* biomass, but was very significant to the water quality parameters (temperature, pH, turbidity, TSS, Amonium). The wastewater replaement factor is very influential on the growth of *Azolla microphylla*.

Keywords: Aeration, *Azolla microphylla*, catfish pond wastewater, replacement periods of wastewater.

ABSTRAK

PEMANFAATAN AIR LIMBAH KOLAM IKAN LELE UNTUK BUDIDAYA *Azolla microphylla*

Oleh

Aprian Mandala Putra

Kegiatan budidaya ikan lele menghasilkan limbah yang berasal dari feses dan sisa pakan ikan. Air limbah kolam ikan lele jika dibiarkan berada di kolam akan dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan ikan. Air limbah kolam ikan lele berpotensi untuk dijadikan media tumbuh *Azolla microphylla* karena mengandung nitrogen dan fosfor. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan air limbah kolam ikan lele yaitu dengan sistem aquaponik. Prinsip dari sistem aquaponik pada penelitian ini yaitu *Azolla microphylla* dapat mereduksi dan memanfaatkan bahan organik dari limbah budidaya lele untuk pertumbuhan sehingga dapat mengurangi pencemar yang ada pada air limbah budidaya ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh faktor periode pergantian air dan aerasi terhadap biomassa *Azolla microphylla* dan kualitas air.

Penelitian ini dilaksanakan di greenhouse, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan adalah tanaman *Azolla microphylla* dan air limbah kolam pembesaran lele yang telah digunakan selama 2 bulan. Penelitian

ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan susunan Faktorial (RAL Faktorial). Faktor I adalah periode pergantian air yang terdiri dari 4 yaitu tidak ada pergantian air (kontrol), periode pergantian air 2 hari sekali, periode pergantian air 4 hari sekali, periode pergantian air 6 hari sekali dan Faktor II adalah pemberian aerasi yang terdiri dari 3 yaitu tidak ada aerasi, aerasi 12 jam, aerasi 24 jam. Dengan demikian didapat 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diukur yaitu biomassa *Azolla microphylla* Suhu, pH, Kekeruhan, TSS, Amonium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor interaksi antara periode pergantian air dan aerasi tidak berpengaruh terhadap biomassa *Azolla microphylla*. Sedangkan faktor pergantian air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Azolla microphylla*. Faktor interaksi antara periode pergantian air dan aerasi sangat berpengaruh terhadap parameter kualitas air (Suhu, pH, Kekeruhan, TSS, Amonium).

Kata kunci: Limbah kolam budidaya ikan lele, periode pergantian air, aerasi, *Azolla microphylla*

**PEMANFAATAN AIR LIMBAH KOLAM IKAN LELE UNTUK
BUDIDAYA *Azolla microphylla***

Oleh

APRIAN MANDALA PUTRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : **PEMANFAATAN AIR LIMBAH KOLAM IKAN LELE UNTUK BUDIDAYA *Azolla Microphylla***

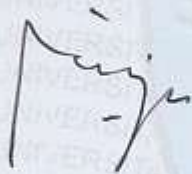
Nama Mahasiswa : **Aprian Mandala Putra**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071011

Jurusan : Teknik Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

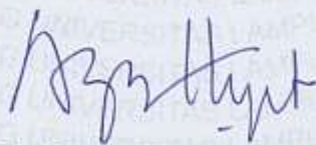


Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.
NIP 19611211 198703 1 004



Ir. Nugroho Haryono
NIP 19570616 198503 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian



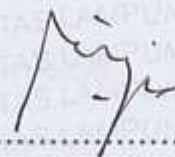
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.**



Sekretaris

: **Ir. Nugroho Haryono**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Mohamad Amin, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 19611020 198603 1 002

Anggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Desember 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Aprian Mandala Putra** NPM 1214071011 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr.Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.** dan 2) **Ir. Nugroho Haryono** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Februari 2017

Yang membuat pernyataan



(Aprian Mandala Putra)
NPM.1214071011

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Mandala, kecamatan Bandar Mataram, kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 1 April 1993, sebagai anak ke lima dari pasangan Bapak Slamet dan Ibu Sri Saidah. Penulis menempuh Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Banjar Agung pada tahun 2000 sampai dengan tahun 2006. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Seputih Mataram pada tahun 2009 dan sekolah menengah atas diselesaikan di SMA Negeri 1 Seputih Mataram pada tahun 2012. Pada tahun 2012, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN Undangan. Penulis mendapatkan beasiswa BIDIK MISI selama 4 tahun.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PUSBANG TTG LIPI Subang Jawa Barat pada bulan Juli – Agustus 2015 dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Harapan Jaya, Kecamatan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran pada bulan Januari – Maret 2016. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi yaitu: FOSI FP (Forum Studi Islam Fakultas Pertanian) sebagai Staf Bidang Dana dan Usaha pada periode 2012/2013 dan BIROHMAH (Bina Rohani Mahasiswa) sebagai Staff Bidang Hubungan Masyarakat pada periode 2014/2015.

Persembahan

Alhamdulillahirobbil aalamiin.

*Segala Puji Bagi Allah SWT, Dzat Yang Maha Sempurna
Sholawat serta Salam selalu tercurah kepada Uswatun Hasanah
Rasulullah Muhammad SAW.*

*Dengan kerendahan hati dan rasa sayang yang tiada henti,
kupersembahkan karya kecil ini sebagai tanda cinta, kasih sayang,
dan terima kasihku kepada:*

*Ibuku tercinta (Sri Saidah) dan Ayahku tercinta (Slamet), yang telah
membesarkan dan mendidik dengan penuh cinta kasih dan
pengorbanan yang tulus serta selalu mendoakan yang terbaik untuk
keberhasilan dan kebahagiaanku.*

*Kakakku Tercinta (Cahyowati, Sri Sugiartun, Budiman, Dewi Nila
Candra) dan adikku (Jeni Ari Putri Rahayu) yang selalu mendoakan,
memberikan dukungan, dan semangat padaku.*

Serta

Almamater Tercinta Universitas Lampung

Teknik Pertanian

TEKTAN 2012

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Aamiin.

Skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Air Limbah Kolam Ikan Lele Untuk Budidaya *Azolla microphylla*** ” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP.) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka dan duka yang dihadapi, namun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku pembimbing pertama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ir. Nugroho Haryono., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan berbagai masukan dan bimbingannya dalam penyelesaian skripsi ini.

3. Dr. Mohamad Amin, M.Si., selaku pembahas yang telah memberikan saran dan masukan sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku ketua jurusan Teknik Pertanian yang telah membantu dalam administrasi penyelesaian skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S., selaku dekan Fakultas Pertanian yang telah membantu dalam administrasi skripsi ini.
6. Ayahanda (Slamet), Ibunda (Sri Saidah), kakakku (Cahyowati, Sri Sugiartun, Budiman, Dewi Nila Candra) dan adikku (Jeni Ari Putri Rahayu) yang telah memberikan kasih sayang, dukungan moral, material dan doa.
7. Teman teman Teknik Pertanian angkatan 2012 yang telah memberikan semangat.

Bandar Lampung, Februari 2017

Penulis

Aprian Mandala Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kualitas Air Untuk Budidaya Lele	5
2.1.1 pH Air.....	6
2.1.2 Suhu Air	6
2.1.3 Amoniak	7
2.1.4 TSS	8
2.1.5 Kekeruhan	9
2.1.6 Oksigen terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i>)	9
2.2 Pergantian Air.....	10
2.3 Fitoremediasi	10
2.4 <i>Azolla microphylla</i>	11
2.4.1 Morfologi <i>Azolla microphylla</i>	11
2.4.2 Fisiologi <i>Azolla microphylla</i>	12
2.4.3 Siklus pertumbuhan <i>azolla</i>	13
2.4.4 Syarat tumbuh <i>Azolla</i>	14
2.4.5 Manfaat dan kegunaan <i>Azolla</i>	17
III. METODOLOGI.....	19
3.1 Waktu dan Tempat.....	19

3.2	Alat dan Bahan.....	19
3.3	Metode Penelitian	19
3.4	Persiapan sebelum penelitian	20
3.4.1	Persiapan wadah.....	20
3.4.2	Biomassa awal <i>Azolla microphylla</i>	21
3.5	Diagram alir percobaan.....	21
3.6	Metode Pengumpulan Data.....	23
3.6.1	Parameter Peningkatan Biomassa Tanaman <i>Azolla</i>	23
3.6.2	Parameter Kualitas Air.....	23
3.7	Analisis data.....	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Biomassa <i>Azolla microphylla</i>	25
4.2	Kualitas Air.....	29
4.2.1	Derajat keasaman (pH)	29
4.2.2	Suhu	31
4.2.3	Kekeruhan.....	33
4.2.4	Amonium	36
4.2.5	Total Suspended Solids (TSS).....	38
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	42
	DAFTAR PUSTAKA	43
	LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria kualitas air untuk pemeliharaan ikan	5
2. Hubungan antara pH air dan kehidupan Ikan Budidaya.....	6
3. Persentase total amonia hubungannya dengan pH dan suhu	8
4. Komposisi bahan kimia yang terkandung dalam bahan kering azolla	17
5. Tata letak perlakuan	20
6. Rincian parameter,alat dan metode	24
7. Analisis sidik ragam parameter biomassa <i>Azolla microphylla</i>	26
8. Uji lanjut faktor periode penggantian air terhadap peningkatan biomassa	26
9. Analisis sidik ragam parameter pH	29
10. Uji lanjut interaksi antara periode pergantian air dan aerasi terhadap nilai pH.....	30
11. Analisis ragam parameter suhu	32
12. Uji lanjut interaksi antara periode pergantian air dan aerasi terhadap nilai suhu	32
13. Analisis ragam parameter kekeruhan	34
14. Uji lanjut interaksi periode pergantian air dan aerasi terhadap nilai kekeruhan	34
15. Analisis sidik ragam parameter amonium	36

16. Uji lanjut interaksi antara periode pergantian air dan aerasi terhadap nilai ammonium.....	36
17. Analisis sidik ragam parameter TSS	39
18. Uji lanjut interaksi antara periode pergantian air dan aerasi terhadap nilai TSS	39
19. Peningkatan biomassa selama penelitian	Error! Bookmark not defined.
20. Nilai suhu selama penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
21. Nilai pH selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
22. Nilai kekeruhan selama penelitian	Error! Bookmark not defined.
23. Nilai TSS selama penelitian	Error! Bookmark not defined.
24. Kadar amonium selama penelitian	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Azolla microphylla</i>	12
2. Siklus N ₂ di udara oleh <i>Anabaena azollae</i>	13
3. Wadah percobaan	21
4. Diagram alir penelitian	22
5. Biomassa <i>Azolla microphylla</i> selama penelitian	28
6. Tanaman <i>Azolla microphylla</i> yang sehat (A) dan terganggu (B).....	28
6. Uji lanjut parameter pH	30
8. Uji lanjut parameter suhu	33
9. Uji lanjut parameter kekeruhan	35
11. Nilai TSS pada seluruh perlakuan	40
11. Fase pertumbuhan sampel E0A0	Error! Bookmark not defined.
12. Fase pertumbuhan sampel E0A1	Error! Bookmark not defined.
13. Fase pertumbuhan sampel E0A2	Error! Bookmark not defined.
14. Fase pertumbuhan sampel E1A1	Error! Bookmark not defined.
15. Fase pertumbuhan sampel E1A2	Error! Bookmark not defined.
16. Fase pertumbuhan sampel E1A2	Error! Bookmark not defined.
17. Fase pertumbuhan sampel E2A0	Error! Bookmark not defined.

18. Fase pertumbuhan sampel E2A1 **Error! Bookmark not defined.**
19. Fase pertumbuhan sampel E2A2 **Error! Bookmark not defined.**
20. Fase pertumbuhan sampel E3A0 **Error! Bookmark not defined.**
21. Fase pertumbuhan sampel E3A1 **Error! Bookmark not defined.**
22. Fase pertumbuhan sampel E3A2 **Error! Bookmark not defined.**
23. Lokasi penelitian **Error! Bookmark not defined.**
24. Tempat pengambilan limbah kolam budidaya lele **Error! Bookmark not defined.**
25. Pengukuran kekeruhan **Error! Bookmark not defined.**
26. Larutan standar **Error! Bookmark not defined.**
27. Proses pengukuran amonium..... **Error! Bookmark not defined.**
28. Proses pengukuran TSS **Error! Bookmark not defined.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan budidaya ikan lele menghasilkan limbah yang berasal dari feses dan sisa pakan ikan yang memiliki kandungan protein tinggi. Protein tersebut diuraikan menjadi polipeptida, asam amino dan amonia sebagai produk akhir. Didalam air amonia terdapat dalam 2 bentuk, yaitu NH_4^+ atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA), yang kurang beracun dan NH_3 atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun (Colt dan Armstrong, 1981 dalam Kordi, 2012). Cara yang biasa dilakukan oleh pembudidaya lele untuk mengatasi air limbah kolam agar tidak berbahaya yaitu dengan pergantian air secara terperiode. Cara demikian membutuhkan air dalam jumlah besar untuk proses budidaya sehingga hal tersebut akan menjadi masalah saat musim kemarau atau pada daerah yang memiliki sumber daya air yang terbatas. Selain itu air limbah kolam yang di buang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu berpotensi untuk mencemari lingkungan perairan.

Limbah air kolam ikan lele berpotensi untuk dijadikan media tumbuh *Azolla microphylla* karena mengandung nitrogen dan fospor. Nitrogen dan fospor dalam limbah air budidaya lele berasal dari feses, sisa pakan dan urine ikan yang memiliki kandungan protein tinggi. Protein dan urea adalah sumber utama

nitrogen dalam limbah ini yang secara keseluruhan atau sebagiannya terdiri atas sejumlah besar amino, karbon, hidrogen, sulfur dan fosfor (Wheaton, 1977 dalam Sumoharjo, 2010). *Azolla microphylla* merupakan tumbuhan paku air yang hidupnya mengambang di atas permukaan air serta bersimbiosis dengan *Cyanobacteria*. Tanaman ini memiliki banyak manfaat seperti sebagai pakan ternak, unggas dan ikan karena mengandung protein dan mineral cukup tinggi (Arifin, 1996). Menurut Alalade (2002) kandungan protein kasar *Azolla* adalah 21,4%, abu *Azolla* adalah 12,7% dan dapat diaplikasikan untuk pembuatan pupuk organik alami karena mengandung nitrogen bebas sekitar 30,08%.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan limbah kolam budidaya lele yaitu dengan sistem aquaponik. Akuaponik merupakan perpaduan budidaya ikan dan budidaya tumbuhan dengan teknologi hidroponik yang saling menguntungkan. Prinsip dari sistem aquaponik yaitu dengan memanfaatkan air limbah buangan hasil dari pergantian air untuk media tumbuh *Azolla microphylla*. Tanaman dapat mereduksi dan memanfaatkan bahan organik dari limbah budidaya lele untuk pertumbuhan sehingga dapat mengurangi pencemar yang ada pada air limbah budidaya ikan. Selanjutnya air kolam yang telah bersih dari zat pencemar dapat dimanfaatkan kembali untuk kegiatan pembudidayaan ikan lele. Amonia dalam sistem aquaponik akan dioksidasi menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* yang selanjutnya nitrit tersebut dioksidasi oleh bakteri *Nitrobacter* menghasilkan nitrat. Nitrat inilah yang nantinya dapat dimanfaatkan oleh *Azolla microphylla*. Pemberian aerasi dapat membantu proses oksidasi saat nitrifikasi dan dekomposisi bahan organik menjadi

anorganik. Aerasi juga dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk respirasi tanaman *Azolla microphylla*.

Agar tanaman *Azolla microphylla* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik maka dibutuhkan pemberian nutrisi yang berkelanjutan. Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui periode pergantian air dan aerasi yang optimum untuk pertumbuhan tanaman *Azolla microphylla* dan kualitas air untuk budidaya lele.

1.2 Rumusan Masalah

Pencemaran perairan merupakan salah satu permasalahan yang menjadi perhatian dunia. Kegiatan budidaya perikanan juga turut memberikan dampak negatif terhadap kualitas air di sekitar lingkungan perairan. Kegiatan budidaya perikanan menghasilkan limbah berupa bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan sisa metabolisme ikan. Kualitas air yang buruk dapat mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan budidaya serta berdampak langsung pada aspek sosial dan ekonomi. Limbah kolam budidaya lele dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh *Azolla microphylla*. Bahan organik dari limbah kolam budidaya lele dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman *Azolla microphylla*, sekaligus dapat mengurangi pencemar yang ada pada limbah kolam budidaya lele.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh faktor periode pergantian air dan aerasi terhadap kualitas air dan pertumbuhan biomassa *Azolla microphylla*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah periode pergantian air dan aerasi berpengaruh nyata terhadap parameter yang diamati.

1.5 Manfaat

Manfaat pelaksanaan penelitian adalah

1. Memberikan informasi dan data ilmiah mengenai kemampuan *Azolla microphylla*, sebagai tanaman fitoremediasi untuk memperbaiki kualitas air limbah kolam budidaya lele.
2. Memberikan informasi tentang periode pergantian air dan lama aerasi yang optimal untuk proses fitoremediasi dan peningkatan biomassa tanaman *Azolla microphylla*
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif kepada para petani dalam pengolahan air limbah kolam budidaya lele yang murah dan sederhana.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas Air Untuk Budidaya Lele

Kualitas air merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan ikan budidaya termasuk lele. Sekalipun ikan lele dapat hidup pada kualitas air yang buruk, hal tersebut dapat menjadi sumber penyakit yang dapat menginfeksi ikan. Kualitas air yang dianggap baik untuk kehidupan lele adalah berkisar antara 25 – 30⁰C, Kandung oksigen terlarut 3 – 6 ppm, dan NH₃ sebesar <0,1 ppm . Kualitas air harus dipertahankan pada kisaran optimal sehingga pertumbuhan lele dapat dipacu. Kriteria kualitas air yang optimum untuk menunjang kehidupan ikan lele dapat dilihat pada Tabel 1 (Kordi, 2010).

Tabel 1. Kriteria kualitas air untuk pemeliharaan ikan

Parameter	Ambang batas
Suhu (⁰ C)	20 – 30
Ph	6 – 9
Oksigen terlarut (mg/l)	≥ 3
Karbondioksida (mg/l)	≤ 15
Amonia (mg/l)	≤ 0,016
Nitrit (mg/l)	≤ 0,2
Kecerahan (cm)	≤ 45 cm
Total padatan terlarut (mg/l)	≤ 2.000
Tembaga (mg/l)	≤ 0,02
Minyak dan lemak (mg/l)	≤ 1
Sianida (mg/l)	≤ 0,02

Sumber: Kordi, 2012.

2.1.1 pH Air

Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu atau dapat ditulis dengan $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. Nilai pH pada banyak perairan alami berkisar antara 4- 9. Walaupun demikian, pada daerah hutan mangrove dan tanah gambut, pH dapat mencapai nilai yang sangat rendah karena kandungan asam sulfat pada tanah dasar tersebut tinggi. Derajat keasaman (pH) air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan menyukai pH sekitar 7 – 8,5. Hubungan pH air dan kehidupan jasad renik dapat dilihat pada Tabel 2 (Kordi, 2012).

Tabel 2. Hubungan antara pH air dan kehidupan Ikan Budidaya

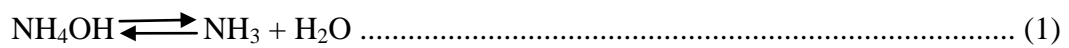
pH air	Pengaruh terhadap ikan budidaya
<4, 5	Air bersifat racun bagi ikan
5 – 6,5	Pertumbuhan ikan terhambat dan ikan sangat sensitif terhadap bakteri dan parasit
6,5 – 9	Ikan mengalami pertumbuhan optimal
>9	Pertumbuhan menurun

Sumber: Kordi (2012)

2.1.2 Suhu Air

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu penyinaran dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air, perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air.

Lele adalah ikan yang hidup pada ketinggian 0 – 700 m dpl. Suhu pada ketinggian tersebut antara 22 – 34⁰C, namun pertumbuhan optimal lele pada suhu 27 – 30⁰C. Suhu air dapat memengaruhi kehidupan air secara tidak langsung yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air. Semakin tinggi suhu air semakin tinggi pula laju metabolisme biota budidaya yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya. Padahal kenaikan suhu 10⁰C akan mempercepat laju reaksi kimia sebesar 2 kali, sebagai contoh, reaksi keseimbangan amonia (NH₃)

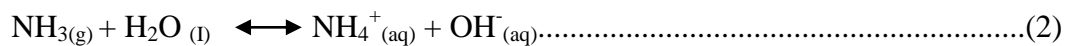


Reaksi keseimbangan amonia (NH₃) akan kekanan yang menyebabkan kadar amonia meningkat, sehingga daya racun ammonia turut mengalami peningkatan amonia lebih bersifat beracun dari pada ammonium (NH₄OH). Pada pH 8,0 dan suhu 25⁰C, presentase NH₃ adalah 5,38%, sedangkan pada pH yang sama dengan suhu 30⁰C persentase NH₃ menjadi 7,46% (Kordi, 2012).

2.1.3 Amoniak

Pada budidaya biota akuatik dengan teknologi intensif yang menerapkan padat penebaran tinggi dan pemberian pakan secara teratur dan banyak, penimbunan limbah kotoran terjadi sangat cepat. Sebagian besar pakan yang dimakan oleh biota budidaya, akan dirombak menjadi daging atau jaringan tubuh dan sisanya dibuang berupa kotoran padat (*faeces*) dan terlarut (amonia). Faeses dikeluarkan lewat anus, sedangkan amonia lewat insang. Kotoran padat dan sisa pakan tidak termakan adalah bahan organik dengan kandungan protein tinggi yang

diuraikan menjadi polipeptida, asam amino, dan akhirnya amonia sebagai produk akhir yang terakumulasi di dalam air. Didalam air amonia terdapat dalam 2 bentuk, yaitu NH_4^+ atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA), yang kurang beracun dan NH_3 atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun. Senyawa ini berada pada keseimbangan:



Makin tinggi pH air (Tabel 3), daya racun amonia semakin meningkat sebab sebagian besar berada dalam bentuk (NH_3). Amonia dalam bentuk molekul lebih beracun daripada dalam bentuk ion (NH_4^+), Amonia dalam bentuk molekul dapat menembus bagian membran sel lebih cepat daripada ion (Kordi, 2012).

Tabel 3. Persentase total amonia hubungannya dengan pH dan suhu

Ph	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)				
	10	15	20	25	30
6,0	0,086	0,027	0,040	0,057	0,081
6,5	0,059	0,087	0,125	0,180	0,250
7,0	0,186	0,273	0,396	0,566	0,799
7,5	0,586	0,859	1,240	1,770	2,480
8,0	1,830	2,670	3,820	5,380	7,460
8,5	5,560	7,970	11,200	15,300	20,300
9,0	15,700	21,500	28,400	36,300	44,600

Sumber: Kordi, 2012

2.1.4 TSS

Total solids selanjutnya dapat diklasifikasikan menjadi nonfilterable/ suspended solids (SS) dan filterable (FS). Suspended solids adalah partikel yang tidak lolos dari kertas saring whatsmann GF/C berpori 1,2 mikron, sedangkan filterable solids

adalah solids yang dapat lolos dari kertas saring tersebut. Di lingkungan air sungai suspended solids akan terbawa aliran dan mengendap setelah menempuh jarak yang cukup jauh, sedangkan filterable solids tidak mudah mengendap atau mungkin tidak akan mengendap karena ukuran partikel yang sangat kecil.

Filterable solids terdiri dari bahan-bahan koloid dan padatan terlarut (Triyono, 2011).

2.1.5 Kekeruhan

Turbidity atau kekeruhan air disebabkan oleh *impurity* atau adanya benda-benda asing di dalam air. Kandungan senyawa-senyawa kimia yang mencemari lingkungan air dapat menyebabkan perubahan warna dan tampak keruh.

Kandungan zat padat di dalam air baik yang terlarut maupun tersuspensi, juga menimbulkan kekeruhan air. Dampak dari kekeruhan adalah dapat terganggunya kehidupan di dalam air karena kekeruhan menghalangi penetrasi sinar matahari. Fotosintesis oleh plankton dapat terganggu dan produksi oksigen juga terganggu, sehingga pada akhirnya kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah. Jika kandungan oksigen terlarut di dalam air rendah, maka semua kehidupan air akan menjadi terganggu (Triyono, 2011).

2.1.6 Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen (O₂) terlarut adalah satu jenis gas terlarut dalam air yang sangat penting untuk budidaya perairan, oksigen yang diperlukan biota air untuk pernapasan harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas sehingga

bila ketersediannya didalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya maka segala aktifitas biota akan terhambat. Ikan dan biota air lainnya membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan makananya untuk menghasilkan energi untuk aktifitas seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya (Kordi, 2012).

2.2 Pergantian Air

Pergantian air adalah cara umum untuk menjaga kualitas air, terutama pada wadah pemeliharaan yang tidak mendapat pasokan air secara terus menerus, KTH, kolam beton, drum dan toren adalah wadah budidaya yang sering dikelola tanpa pasokan air secara terus menerus. Karena itu, untuk menjaga kualitas air maka dilakukan pergantian air. Pergantian air dilakukan jika kualitas air didalam wadah pemeliharaan sangat buruk. Jumlah air yang diganti hanya 20 – 30% dari total air. di dalam wadah.

Agar air yang digunakan untuk mengganti air didalam wadah pemeliharaan selalu tersedia maka perlu disediakan bak atau kolam penampungan air. Pada usaha budidaya ikan skala besar, bak atau kolam penampungan air sudah menjadi bagian dari sarana utama (Kordi, 2012).

2.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi (dari φυτό Yunani Kuno (nabati, tanaman), dan Latin *remedium* (memulihkan keseimbangan atau perbaikan) menggambarkan pengobatan masalah lingkungan (bioremediasi) melalui penggunaan tanaman yang mengurangi

masalah lingkungan tanpa perlu menggali bahan kontaminan dan membuangnya di tempat lain (Anonim, 2016).

Fitoremediasi adalah proses pemanfaatan tumbuhan bekerjasama dengan mikroorganisme untuk mengubah zat pencemar menjadi berkurang atau tidak berbahaya (Harahap, 2003 *dalam* Nurkemalasari, dkk., 2013).

2.4 *Azolla microphylla*

2.4.1 Morfologi *Azolla microphylla*

Azolla microphylla merupakan tumbuhan dengan ukuran yang relative kecil, memiliki panjang 1,5 – 2,5 cm. Tipe akar yang dimiliki yaitu akar lateral dengan bentuk akar yang runcing atau tajam terlihat seperti rambut atau bulu di atas air. Bentuk daun kecil dengan ukuran panjang sekitar 1 – 2 mm dengan posisi daun yang saling menindih. Permukaan atas daun berwarna hijau, coklat atau kemerah-merahan dan permukaan bawah berwarna coklat transparan. (Dewi, 2007).

Morfologi *Azolla microphylla* dapat dilihat pada Gambar 1.

Berikut ini klasifikasi dari taksonomi *Azolla microphylla* (Arifin, 1996):

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Divisi	: Pteridophyta
kelas	: Leptosporangiopsida (heterosporous)
Ordo	: Salviniiales
Familia	: Salviniaceae
Genus	: <i>Azolla</i>
Species	: <i>Azolla microphylla</i>



Gambar 1. *Azolla microphylla*
(Sumber: <https://bp4kgresik.wordpress.com/2014/03/14/490>)

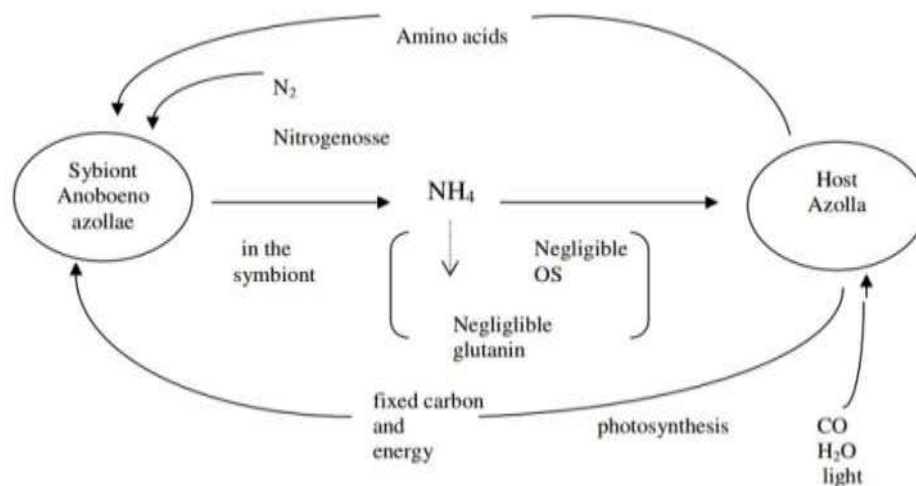
2.4.2 Fisiologi *Azolla microphylla*

Kelangsungan hidup *azolla* bersimbiosis dengan endofitik *Cyanobacteria* yang dikenal dengan nama *Anabaena azollae*, simbiosis tersebut terdapat di dalam rongga daun *azolla*. Bagian dalam rongga daun *azolla* terdapat rambut-rambut epidermal yang berperan dalam kegiatan metabolisme *azolla* dengan *Anabaena azollae*.

Anabaena berada pada posisi ventral lobus dorsal setiap daun vegetatif. Endofit mengfiksasi nitrogen atmosfer dan terdapat disebelah dalam jaringan dari paku air tersebut. *Anabaena azollae* mempunyai dua macam sel, yaitu sel vegetatif dan heterosis. Bagian dalam sel heterosis yang mengandung enzim nitrogenase *Anabaena azollae* akan memfiksasi N_2 udara melalui ATP yang berasal dari peredaran fosforilasi, dengan enzim ini maka *Anabaena azollae* dapat mengubah nitrogen menjadi amonia (NH_4^+) yang selanjutnya diangkut ke inang (*azolla*). Inang menginkorporasikan hasil fiksasi N_2 menjadi asam-asam amino. Jika pada daun *azolla* tidak terdapat *anabaena* maka unsur N yang diserap dari air sawah

bersama fosfat tidak bisa diubah menjadi amonia, sehingga dalam tubuh *Azolla* terjadi penumpukan N.

Apabila terjadi akumulasi N dalam tubuh *azolla* yang melewati batas kemampuan daya tampung N dalam tubuhnya, maka sel-sel tubuh *azolla* akan mengalami lisis akibat keracunan N. Dengan adanya simbiosis antara anabaena dengan *azolla*, *Anabaena azollae* yang mempunyai enzim *nitrogenase* mampu mengubah N_2 dari udara bebas menjadi amonia (Suarsana, 2011). Siklus N_2 oleh *Anabaena azollae* di udara dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus N_2 di udara oleh *Anabaena azollae*
(Sumber: Sudjana, 2014)

2.4.3 Siklus pertumbuhan *azolla*

Untuk mencapai pertumbuhan sempurna, setiap tanaman memiliki tahap siklus pertumbuhan. *Azolla* memiliki 2 siklus pertumbuhan, yaitu:

Pada tahap pertama, yaitu umur 7 – 10 hari merupakan tahap perkecambahan azolla. Kecambah tumbuh agak lambat dan mempunyai 1 – 8 anak daun dengan laju pertumbuhan rata - rata 0,6 – 0,7 anak daun per hari tanpa tunas sisi. Pada tahap ini, biasanya azolla masih sulit untuk dikenali, sehingga kalau datang ke sawah kita belum bisa menemukan adanya azolla pada ekosistem sawah tersebut

Demikian juga azolla masih sulit untuk ditentukan pada tahap kedua, yaitu tahap muda dengan umur 25 – 35 hari setelah berkecambah. Pada tahap ini kecambah telah memiliki 2 – 11 tunas yang masing – masing menumbuhkan 4 – 7 anak daun per hari. Biasanya pada tahap ini azolla sudah mengambang pada daerah pertengahan air dengan sosok yang sangat kecil. Namun demikian, Perlu diingat bahwa pada tahap ini biasanya *Anabaena azollae* sudah mulai bersimbiosis dengan azolla (Suarsana, 2011).

2.4.4 Syarat tumbuh *Azolla*

Faktor lingkungan yang menjadi syarat untuk pertumbuhan *Azolla* sebagai berikut:

A. Tanah

Tekstur tanah sebaiknya tidak porous agar kehilangan air yang cukup banyak akibat infiltrasi maupun perkolasi dapat dihindari. Pada daerah dengan pengairan terbatas, struktur tanah liat lebih baik bagi pertumbuhan *Azolla* dibandingkan tanah berpasir karena struktur tanah liat lebih kecil (Arifin, 1996).

B. Unsur Hara

Unsur hara sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan *Azolla*, terutama unsur fosfor (P). Tanah yang paling baik bagi pertumbuhan *Azolla* biasanya mempunyai kandungan fosfor tinggi, kekurangan fosfor pada tumbuhan *Azolla* ditandai dengan penampilan tumbuhan yang kecil, warna agak kemerah sampai merah tua, vigor rendah, dan total nitrogen dalam *Azolla* rendah (Arifin, 1996).

C. Derajat Keasaman (pH)

Azolla dapat hidup dilahan yang mempunyai derajat keasaman tanah (3,5 – 10), bila faktor – faktor lainnya telah terpenuhi syarat pertumbuhannya. Tanah dengan pH terlalu rendah dapat menimbulkan keracunan aluminium (Al) dan besi (Fe) serta defisiensi fosfor. Agar pertumbuhan *Azolla* menjadi baik, pH tanah optimum berkisar 4,5 – 7,0 dan pH air optimum berkisar 5,0 - 6,0. Derajat keasaman air tersebut dapat menghasilkan *Azolla* segar dengan laju pertumbuhan tertinggi (Arifin, 1996).

D. Air

Ketersediaan air harus terjamin dan mencukupi selama pertumbuhan *Azolla*, ini disebabkan *Azolla* merupakan tanaman air yang tumbuh dan berkembang di atas permukaan air. Air yang cukup selama pertumbuhannya dapat meningkatkan laju pertumbuhan relatif, total biomassa, dan kandungan nitrogen (Arifin, 1996).

E. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor lingkungan penting bagi pertumbuhan *Azolla* temperatur optimum 20 – 35⁰C. Dengan adanya *Azolla*, temperatur air berada pada lingkungan tumbuh yang baik bagi padi maupun *Azolla* (Arifin, 1996).

F. Kelembaban

Kelembaban relatif optimum yang dikehendaki untuk pertumbuhan *Azolla* antara 85 – 90 %. Kelembaban relatif di bawah 60% dapat menyebabkan daun *Azolla* mengering dan mudah terserang penyakit (Arifin, 1996).

G. Angin

Populasi *Azolla* yang tumbuh di atas air akan mudah terdorong oleh angin yang keras dan terkumpul di ruang tertentu. Hal ini dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangannya (Arifin, 1996).

H. Cahaya

Intensitas cahaya matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan *Azolla*. Apabila cahaya matahari terhalang (ternaungi), pertumbuhan *Azolla* dapat terhambat. Kebutuhan cahaya matahari yang dapat diterima langsung oleh *Azolla* paling sedikit 25 – 50 %. Sedangkan intensitas cahaya matahari yang optimum untuk fiksasi N₂ oleh *Anabaena azollae* sekitar 40 – 60 klux (Arifin, 1996).

3.4.5 Manfaat dan kegunaan *Azolla*

Tabel 4 menunjukkan komposisi bahan kimia yang terkandung dalam bahan kering *Azolla*. *Azolla* dapat digunakan sebagai pupuk organik dan membantu dalam memperbaiki keadaan fisik, kimia, serta biologi tanah. Keadaan fisik tanah yang diperbaiki seperti stabilitas agregat, struktur, dan porositas tanah karena kerapatan tanah menjadi berkurang. Ditinjau dari segi kimia tanah, *Azolla* dapat memperkaya unsur hara makro dan mikro dalam tanah. Sedangkan dari segi biologi tanah *Azolla* dapat meningkatkan aktifitas mikroba dalam tanah. *Azolla* dapat dijadikan filter (penyaring) air dari pencemaran logam berat, selain itu dapat dapat menekan perkembang biakan nyamuk (Arifin, 1996). Pemanfaatan *Azolla sp.* sebagai agen fitoremediasi telah dikembangkan di beberapa negara dan

Tabel 4. Komposisi bahan kimia yang terkandung dalam bahan kering *Azolla*

Bahan Kimia	Kandungan Bahan Kering (%)
Abu	10,50
Lemak kasar	3,00 - 3,30
Protein kasar	24,00 – 30,00
Nitrogen	4,50
Fosfor	0,50 - 0,90
Kalium	0,40 - 1,00
Kalsium	2,00 - 4,50
Magnesium	0,50 - 0,65
Mangan	0,11 - 0,16
Besi	0,06 - 0,26
Larutan gula	3,50
Serat kasar	9,10
Zat tepung	6,54
Klorofil	0,34 – 0,56

Sumber : Quebral,1989 dalam Arifin, 1996

diketahui bahwa tanaman tersebut mampu menyerap dan menstabilkan unsur - unsur logam seperti timbal (Pb), kromium (Cr), arsen (As), merkuri (Hg), sianida (CN^-), dan *cadmium* (Cd) (Hidayat, 2011).

Penggunaan tanaman air *Azolla sp.* yang bersimbiosis dengan mikroalga *Anabaena azollae* dapat digunakan sebagai imbuhan pakan pada pakan komplit merk Malindo untuk meningkatkan performans ayam broiler strain Hubbard sampai level 2 %, yakni parameter pertumbuhan bobot badan harian, bobot badan akhir, kadar lemak abdominal dan dada, serta kadar kolesterol daging dan di aplikasikan terhadap bobot badan ayam imbuhan pakan tidak secara nyata memberikan efek terhadap penurunan palatabilitas pada pakan komplit yang diberikan (Winaya, 2010).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2016, di *greenhouse*, Jurusan Teknik Pertanian. Untuk pengujian parameter, penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Sumberdaya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah percobaan berukuran 50 X 30 X 20 cm sebanyak 36 kotak, aerator, ember, timbangan analitik, oven, gelas ukur, pH meter, termometer. Cawan, EC meter, pipet, *desiccator*, gelas beaker, kertas saring *whatman* GF/C 1,2 μm , Filtering Funnel, turbiditymeter dan Vacuum Pump. Sedangkan bahan yang digunakan adalah air limbah kolam pembesaran lele yang sudah berumur lebih dari 2 bulan pemeliharaan, tanaman *Azolla microphylla*, NaOH, KI, HgI₂, aquadest dan larutan induk ammonia.

3.3 Metode Penelitian

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan susunan Faktorial (RALF) dengan dua faktor yaitu faktor periode penggantian air dengan 4 taraf dan lama waktu aerasi 3 taraf

1) Faktor periode penggantian air:

- a. Tidak diganti/kontrol (E_0)
- b. 2 hari sekali (E_1)
- c. 4 hari sekali (E_2)
- d. 6 hari sekali (E_3)

2) Faktor lama waktu aerasi :

- a. Pasif/kontrol (A_0)
- b. Aerasi 12 jam (A_1)
- c. Aerasi 24 jam (A_2)

Kombinasi percobaan: :

$E_0A_0, E_0A_1, E_0A_2, E_1A_0, E_1A_1, E_1A_2, E_2A_0, E_2A_1, E_2A_2, E_3A_0, E_3A_1, E_3A_2$

Tabel 5. Tata letak perlakuan

E_3A_2	E_1A_0	E_0A_0	E_1A_2	E_1A_1	E_1A_0	E_2A_2	E_0A_1	E_3A_2	E_3A_1	E_2A_1	E_3A_0
E_2A_0	E_2A_2	E_1A_1	E_1A_2	E_0A_1	E_1A_0	E_2A_1	E_2A_0	E_3A_2	E_2A_1	E_0A_2	E_3A_0
E_2A_2	E_1A_2	E_2A_0	E_0A_1	E_3A_0	E_1A_1	E_3A_1	E_0A_2	E_0A_2	E_0A_0	E_0A_0	E_3A_1

3.4 Persiapan sebelum penelitian

3.4.1 Persiapan wadah

Wadah percobaan dibuat berbentuk balok dengan menggunakan papan kayu dilapisi dengan plastik PP (*Polypropylene*) dengan ukuran 0,5 X 0,3 X 0,2 m sebanyak 36 kotak. Wadah percobaan memiliki volume 30 Liter dan luas permukaan 0,15 m². Kemudian dilakukan perakitan sistem aerasi pada wadah percobaan sesuai dengan rancangan percobaan. Wadah percobaan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



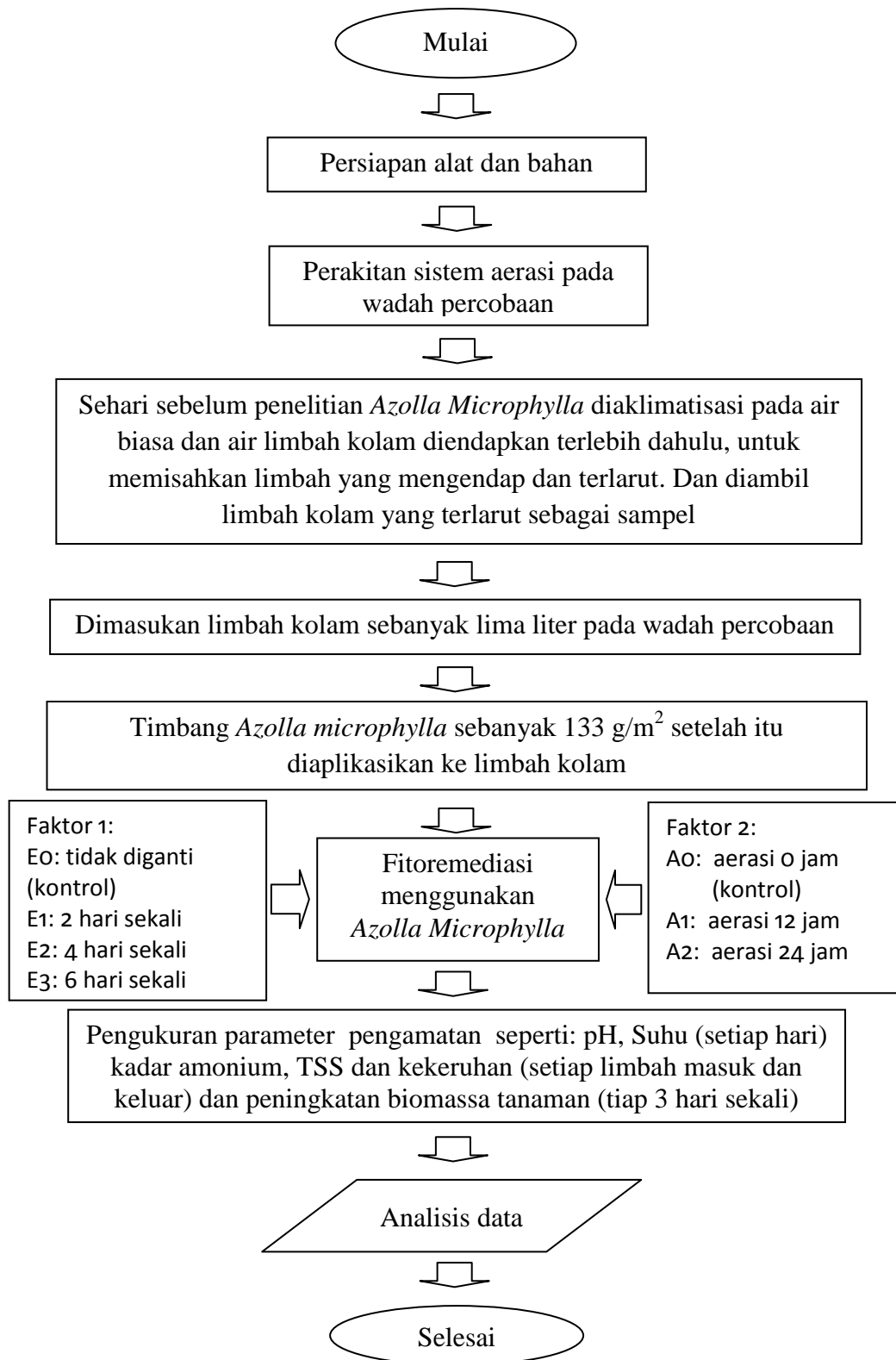
Gambar 3. Wadah percobaan

3.4.2 Biomassa awal *Azolla microphylla*

Biomassa awal *Azolla microphylla* ditentukan dengan cara yaitu pertama dilakukan penebaran bibit *Azolla microphylla* sebanyak 25% dari luas permukaan, hal tersebut bertujuan untuk memberi ruang untuk perkembangan tanaman selama penelitian, kemudian *Azolla microphylla* ditiriskan dan ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Hasil dari penimbangan tersebut dijadikan sebagai biomassa awal *Azolla microphylla*. Didapatkan hasil biomassa awal *Azolla microphylla* yaitu 133 g/m^2 .

3.5 Diagram alir percobaan

Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

3.6 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama dua belas hari proses kultur dalam limbah kolam ikan lele. *Azolla* merupakan tanaman yang memiliki kemampuan waktu panen singkat (7-20 hari) (ferentinous, dkk., 2002 dalam Adiyanti, 2014). Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan. Data parameter yang di amati yaitu pertumbuhan biomassa *Azolla microphylla* dan data kualitas air (Suhu, pH, Kekeruhan, Kadar Amonium, TSS)

3.6.1 Parameter Peningkatan Biomassa Tanaman *Azolla*

Parameter peningkatan biomassa tanaman di ukur setiap tiga hari sekali selama penelitian dengan menghitung bobot basah pada tiap wadah sampel dengan menggunakan timbangan analitik. Prosedur pengukuran yaitu sampel terlebih dahulu ditiriskan sampai tidak ada air yang menetes setelah itu ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Data yang diperoleh pada tiap ulangan kemudian dirata-ratakan untuk dilihat pertumbuhan biomassa *Azolla microphylla* disetiap perlakuan.

3.6.2 Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan pada pagi hari (Pukul 09.00 WIB). Pengukuran pada parameter suhu dan pH dilakukan setiap hari selama penelitian dan untuk parameter kekeruhan, amonium, dan TSS dilakukan setiap sebelum dan setelah diberi perlakuan penggantian air. Prosedur pengukuran TSS dan amonium dapat dilihat pada Lampiran 2. Parameter yang diamati disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rincian parameter, alat dan metode

Parameter	Satuan	Alat/Metode	Lokasi	Waktu
Peningkatan biomassa	Gram	Timbangan digital	<i>Ex - situ</i>	Setiap 3 hari sekali
Suhu	⁰ C	Termometer digital	<i>In - Situ</i>	Setiap hari
Ph	-	pH - meter	<i>In - Situ</i>	Setiap hari
Kekeruhan	NTU	Turbidimeter	<i>In - Situ</i>	Awal dan akhir
TSS	mg/L	Gravimetri	<i>Ex - situ</i>	Awal dan akhir
Amonium	mg/L	Nessler/ spektrofotometer	<i>Ex - situ</i>	Awal dan akhir

3.7 Analisis data

Analisis ragam terhadap parameter pengamatan dilakukan dengan menggunakan aplikasi SAS 9. Uji lanjut menggunakan uji *Duncan* 5% dilakukan apabila terdapat perbedaan yang nyata. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi data.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Faktor interaksi antara periode pergantian air dan aerasi tidak berpengaruh terhadap biomassa *Azolla microphylla*. Sedangkan faktor pergantian air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Azolla microphylla*. Perlakuan pergantian air empat hari sekali merupakan perlakuan optimum untuk pertumbuhan biomassa *Azolla microphylla*, dan menghasilkan biomassa akhir *Azolla microphylla* 804,4 g/m². Faktor interaksi antara periode pergantian air dan aerasi sangat berpengaruh terhadap parameter kualitas air (Kekeruhan, Kadar Amonium, pH, TSS)

5.2 Saran

Saran untuk menyempurnakan penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan nitrogen dan protein *Azolla microphylla* pada seluruh perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *Fitoremediasi*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Fitoremediasi>. Diakses hari rabu, 4 Mei 2016. Pukul 07.00 WIB.
- Adiyanti, L. 2014. Optimalisasi Media Pertumbuhan Pada Budidaya Terkontrol *Azolla Pinnata R. Br. Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Alalade, O.A, dan E.A. Lyayi. 2006. Chemical Composition and the Feeding Value of *Azolla (Azolla pinnata)* Meal for Egg-Type Chicks. *International Journal of Poultry Science*. Vol.5 No.2 Hal:137 – 141.
- Arifin, Z. 1996. *Azolla, Pembudidayaan dan Pemanfaatan Pada Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal: 1 – 53.
- Dewi, I. R. 2007. *Fiksasi N Biologis Pada Ekosistem Tropis*. Program Pasca Sarjana Universitas Padjadjaran Bandung. Hal: 1 – 65.
- Ekasari, J. 2009. Teknologi Biotlok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. Vol.8 No.2 Hal:117 – 126.
- Hidayat. 2011. *Bioremediasi Tanah Sawah Tercemar Logam Berat*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera utara.
- Kordi, M. G. 2010. *Budidaya Ikan Lele Di Kolam Terpal*. Lily Publisher. Yogyakarta. Hal:1 – 113.
- Kordi, M. G. 2012. *Kiat Sukses Pembesaran Lele Unggul*. Lily Publisher. Yogyakarta. Hal:1 – 178.
- Lloyd, D.S. 1985. *Turbidity in freshwater habitats of Alaska*. Alaska Departement of Fish and Game Habitat Division. Hal:1 – 101.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering*. Treatment. Disposal. And Reuse 3rd. Singapore: Mcgraf Hill. Hal:1 – 1291.
- Nurkemalasar, R., M. Sutina. dan E. Wardani. 2013. Fitoremediasi Limbah Cair Tapioka dengan Menggunakan Tanaman Kangkung Air. *Jurnal Online Institute Teknologi Nasional*. Vol.1 No.2 Hal:1 – 12.

- Nugroho .R.A., L.T. Pambudi., D. Chilmawati. dan A.H.C. Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol.8 No.1. Hal:46 – 50.
- Sumoharjo. 2010. Penyisihan Limbah Nitrogen Pada Pemeliharaan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Dalam Sistem Aquaponik: Konfigurasi Desain Bioreaktor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Sudjana, B. 2014. Penggunaan Azolla Untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Solusi*. Vol.1 No.2 Hal:72 – 81.
- Surdina, E., S.A. El-Rahimi. dan I. Hasri. 2016. Pertumbuhan *Azolla Microphylla* Dengan Kombinasi Pupuk Kotoran Ternak. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. Vol.1 No.3 Hal:298 – 306.
- Suarsana, M. 2011. Habitat dan Niche Paku Air Tawar (*Azolla pinnata* Linn.) (Suatu Kajian Komponen Penyusun Ekosistem). *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol.11 No. 2 Hal: 1 – 15.
- Triyono, S. 2011. *Modul Praktikum Rekayasa Pengolahan Limbah*. Bandar Lampung. Universitas Lampung. Hal:1 – 30.
- Tyson, R.V., D.D. Treadwell. dan E.H. Simonne. 2011. Opportunities and challenges to sustainability in aquaponic systems (reviews). *Hort Technology*. Vol.21 No.1 Hal: 6 – 13.
- Wiyana, A., Maftuchah dan A. Zainudin. 2010. Tanaman Air *Azolla sp.* Sebagai Imbuhan Pakan dan Pengaruhnya Terhadap Tampilan Produksi Ayam Broiler Strain Hubbard. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. Vol.5 No.1 Hal:1 – 12.
- Wulandari, N. 2015. Pemanfaatan *Limnobium Sp.* Sebagai Fitoremediator Pada Produksi Benih Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus* L.) Ukuran 4-5 Cm. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.