

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN MEDIA FILTER TERHADAP LAJU
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN LELE
(*Clarias sp.*) PADA BUDIDAYA
SISTEM AKUAPONIK**

**EFFECTS OF DIFFERENT FILTER MEDIA ON GROWTH RATE
AND SURVIVAL RATE OF CATFISH (*Clarias sp.*)
IN AQUAPONIC SYSTEM**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI S-1 BUDIDAYA PERAIRAN**



Oleh:

**NIZMAH KUMALA DEWI
BANYUWANGI - JAWA TIMUR**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2019**



KCC
KC
PK-BP 94/19
Dew
P

Surat Pernyataan Keaslian Karya Tulis Skripsi

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nizmah Kumala Dewi
NIM : 141511133141
Tempat, tanggal lahir : Banyuwangi, 01 Juli 1997
Alamat : Jl. K.H Agus Salim Perumahan Puri Camar C-6
Judul Skripsi : Pengaruh Perbedaan Media Filter Terhadap Laju
Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Lele
(*Clarias sp.*) Pada Budidaya Sistem Akuaponik
Pembimbing : 1. Prayogo, S.Pi., MP.
2. Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil tulisan laporan Skripsi yang saya buat adalah murni hasil karya saya sendiri (bukan plagiat) yang berasal dari Dana Penelitian : Mandiri / Proyek Dosen / Hibah / PKM (*coret yang tidak perlu*). Di dalam skripsi / karya tulis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan atau gagasan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya, serta kami bersedia :

1. Dipublikasikan dalam Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga;
2. Memberikan ijin untuk mengganti susunan penulis pada hasil tulisan skripsi / karya tulis saya ini sesuai dengan peranan pembimbing skripsi;
3. Diberikan sanksi akademik yang berlaku di Universitas Airlangga, termasuk pencabutan gelar kesarjanaan yang telah saya peroleh (sebagaimana diatur di dalam Pedoman Pendidikan Unair 2010/2011 Bab. XI pasal 38 – 42), apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri

Demikian surat pernyataan yang saya buat ini tanpa ada unsur paksaan dari siapapun dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 Mei 2019
Yang membuat pernyataan,

METERAI
TEMPEL
TGL. 20
2E454AEF457244895
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Nizmah Kumala Dewi
NIM. 141511133141

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN MEDIA FILTER TERHADAP LAJU
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN LELE (*Clarias* sp.)
PADA BUDIDAYA SISTEM AKUAPONIK**

**EFFECTS OF DIFFERENT FILTER MEDIA ON GROWTH RATE AND
SURVIVAL RATE OF CATFISH (*Clarias* sp.) IN AQUAPONIC SYSTEM**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Program Studi Budidaya Perikanan Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Airlangga

Oleh :

Nizmah Kumala Dewi
NIM. 141511133141



Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama,

Prayogo, S.Pi., MP.

NIP. 19750522 200312 1 002

Pembimbing Serta,

Boedi Setya Rahardja, Ir., MP.

NIP. 19580117 198601 1 001

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN MEDIA FILTER TERHADAP LAJU
PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN IKAN LELE (*Clarias sp.*)
PADA BUDIDAYA SISTEM AKUAPONIK**

**EFFECTS OF DIFFERENT FILTER MEDIA ON GROWTH RATE AND
SURVIVAL RATE OF CATFISH (*Clarias sp.*) IN AQUAPONIC SYSTEM**

Oleh :

Nizmah Kumala Dewi
NIM. 141511133141



Telah diujikan pada

Tanggal : 20 Juni 2019

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Agustono, Ir., M.Kes.
Sekretaris : Yudi Cahyoko, Ir., M.Si
Anggota : Luthfiana Aprillianita Sari, S.Pi., M.Si.
Prayogo, S.Pi., MP.
Boedi Setya Rahardja, Ir., M.P.

Mengetahui,
Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Airlangga
Dekan,

Prof. Dr. Mirni Lamid., drh., M.P.
NIP. 19620116 199203 2 001

RINGKASAN

Pengaruh Perbedaan Media Filter Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Lele (*Clarias* sp.) Pada Budidaya Sistem Akuaponik. Dosen Pembimbing Prayogo, S.Pi., M.P. dan Boedi Setya Rahardja, S.Pi., M.P.

Ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan ikan konsumsi air tawar yang memiliki pertumbuhan yang cepat, mudah pemeliharaannya, serta mampu bereproduksi dengan produktivitas tinggi sehingga menyebabkan budidaya ikan lele dilakukan hampir di seluruh provinsi di Indonesia. Dalam pemeliharaan ikan lele suplai air yang cukup belum menjamin keberhasilan apabila kualitas air selama pemeliharaan tidak diperhatikan. Sistem akuaponik merupakan kombinasi sistem budidaya ikan dan budidaya tanaman (hidroponik) dan menciptakan suatu simbiotik antara keduanya. Teknologi akuaponik merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil pertanian dan perikanan secara bersamaan pada lahan dan ketersediaan air yang terbatas dan limbah dari ikan yang dapat digunakan sebagai pupuk oleh tanaman melalui media air sehingga dapat meningkatkan kualitas air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media filter yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele pada sistem akuaponik. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan menggunakan rancangan RAL yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 kali ulangan yaitu, P0 = sebagai kontrol atau tanpa menggunakan media filter, P1 = 50 media filter *bioball*/wadah filter, P2 = 50 media filter *bioring*/wadah filter, dan P3 = kombinasi media filter *bioball* dan *bioring* masing-masing 25 buah/wadah filter. Parameter utama yang diteliti dalam penelitian ini yaitu laju pertumbuhan spesifik dan kelulushidupan ikan lele.

Hasil perhitungan menggunakan *Analyze of Varian* (ANOVA) menunjukkan bahwa penggunaan media filter yang berbeda pada sistem akuaponik, menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara P0, P1, P2, dan P3 terhadap laju pertumbuhan maupun kelulushidupan ikan lele ($p > 0,05$). Namun, berdasarkan hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram, perlakuan P0 atau kontrol memiliki nilai paling rendah dibanding perlakuan P1, P2, dan P3. Nilai laju pertumbuhan ikan lele tertinggi pada perlakuan P3 (2,95%), P1 (2,85%), P2 (2,76%), dan P0 (2,37%). Sedangkan nilai kelulushidupan ikan lele selama penelitian tertinggi pada perlakuan P2 (94%), P3 (92%), P1 (90%), dan P0 (79%).

Kualitas air sebagai parameter pendukung memiliki hasil yaitu pada semua perlakuan mengalami penurunan dan peningkatan. Kualitas air pendukung tersebut adalah ammonia, nitrat, nitrit, suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO).

SUMMARY

Effects of Different Filter Media On Growth Rate and Survival Rate of Catfish (*Clarias* sp.) In Aquaponic System. Lecturer Prayogo, S.Pi., M.P. and Boedi Setya Rahardja, S.Pi., M.P.

Catfish (*Clarias* sp.) is a consumption fish that have a rapid growth, easy to cultivate, and high productivity so catfish can be cultivated almost in every province of Indonesia. In catfish cultivate, water supply is not enough to ensure good cultivation if a water quality in maintenance not be noticed. Aquaponic system is combination of fish and plant cultivation (hydroponic) and there is symbiosis between them. Aquaponic technology is one of alternative way to get agricultural and fishery product at one time in limited area and water availability also waste of fish that can be used for plant fertilizer by water, so it can increase a water quality.

The aim of this research was to know an effect of using different filter media to growth rate and survival rate of catfish in aquaponic system. This research was experimental by using RAL with 4 treatments and 5 repetition, there were P0 = as a control or no media filter, P1 = 50 media filter bioballs, P2 = 50 media filter biorings, and P3 = combination of 25 bioballs and 25 biorings. Main parameters that examined were specific growth rate and survival rate of catfish.

The result of calculation by Analyze of Varian (ANOVA) have shown that used different media filter in aquaponic system, there was no significant differences between P0, P1, P2, and P3 to growth rate and survival rate of catfish (p.0,05). But, depends on research's result with diagram, treatment P0 or control had lower value than treatmen P1,P2, and P3. The higher value of catfish's growth rate is on treatment P3 (2,95%), P1 (2,85%), P2 (2,76%), and P0 (2,37%). While, the higher value of survival rate during research is on treatment P2 (94%), P3 (92%), P1 (90%), and P0 (79%).

Water quality as a support parameters had a result, there were increased and decreased value in all treatments. Support water quality were ammonia, nitrate, nitrite, temperatures, pH, and dissolved oxygen.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dan penyusunan laporan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Media Filter Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Lele (*Clarias* sp.) Pada Budidaya Sistem Akuaponik” ini disusun dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada bulan Februari-Maret 2019.

Dalam pelaksanaan penelitian skripsi dan penyusunan laporan penulis tidak lepas dari bimbingan dan dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak. Dalam menulis serta menyusun laporan, penulis sadar bahwa masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Penulis berharap agar laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi informasi kepada para pembaca.

Surabaya, 15 Mei 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Mirni Lamid, drh., MP., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya;
2. Bapak Prayogo, S.Pi., MP. dan, Boedi Setya Rahardja, Ir., M.Kes., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, petunjuk serta bimbingan sejak penyusunan usulan hingga selesainya penyusunan laporan penelitian;
3. Bapak Agustono, Ir., M.Kes. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan;
4. Bapak Agustono, Ir., M.Kes., Bapak Yudi Cahyoko, S.Pi., M.Si, dan Ibu Luthfiana Aprillianita Sari, S.Pi., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, kritik dan saran dalam penyempurnaan laporan penelitian;
5. Seluruh staff dan karyawan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya, yang telah membantu kelancaran proses awal hingga akhir skripsi;
6. Orang tua tercinta, Ayah Abdul Aziz Hamidi dan Ibu Sulistyani serta kakak-kakak Rifqi Edib Adityawan dan Intan Satria yang telah memberi dukungan, doa, serta motivasi yang tiada henti.
7. Bapak Hadi Subhan, S.P., selaku kepala Balai Benih Ikan Kabat Banyuwangi beserta staff yang telah memberi fasilitas tempat selama penelitian sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.

8. Rekan sekaligus teman seperjuangan dalam penelitian Tito Adam Lukmantoro, Haris Dwi, Irfan Mahbuby, dan Arinda Fadilah yang telah banyak membantu dan memberi dukungan.
9. Teman-teman Seahorse angkatan 2015 yang senantiasa kompak, baik dalam suka maupun duka, terimakasih atas dukungan dan doa yang telah kalian berikan;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan maupun penyelesaian penelitian skripsi. Semoga Allah SWT melimpahkan berkat-Nya dan membalas segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Judul	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Ikan Lele (<i>Clarias</i> sp.)	5
2.1.1 Klasifikasi	5
2.1.2 Morfologi	5
2.1.3 Habitat dan Penyebaran	7
2.1.4 Kebiasaan Makan	7
2.2 Sistem Akuaponik	8
2.3 Media Filter Biologis	9
2.3.1 Bioball	10
2.3.2 Bioring	11
2.4 Tanaman Kangkung (<i>Ipomoea aquatic</i>)	12
2.4.1 Klasifikasi	12
2.4.2 Morfologi	12

2.5	Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan	14
2.6	Pengaruh Akuaponik Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Budidaya	15
2.7	Pengaruh Akuaponik Terhadap Kelulushidupan Ikan Budidaya	15
III	KERANGKA KONSEPTUAL	17
3.1	Kerangka Konsep	18
3.2	Hipotesis	19
IV	METODOLOGI PENELITIAN	20
4.1	Tempat dan Waktu	20
4.2	Materi Penelitian	20
4.2.1	Alat	20
4.2.2	Bahan	20
4.3	Metode Penelitian	20
4.3.1	Rancangan Penelitian	20
4.3.2	Perlakuan	21
4.3.3	Variabel Penelitian	22
4.4	Prosedur Kerja	22
4.5	Pengambilan Sampel	25
4.6	Parameter Penelitian	25
4.6.1	Parameter Utama Penelitian	25
4.6.2	Parameter Penunjang Penelitian	26
4.7	Analisis Data	27
4.8	Alur Penelitian	28
V	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
5.1	Hasil	29
5.1.1	<i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Ikan Lele	30
5.1.2	<i>Survival Rate</i> (SR) Ikan Lele	30
5.1.3	Kualitas Air	30
5.2	Pembahasan	33
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

1. Ikan Lele (<i>Clarias</i> sp.)	5
2. Bioball sebagai media filter	10
3. Bioring sebagai media filter	11
4. Tanaman Kangkung Air	12
5. Kerangka Konseptual	18
6. Denah Pengacakan Bak Penelitian	21
7. Rangkaian Akuaponik	24
8. Diagram Alur Penelitian	28
9. Diagram SGR Ikan Lele Selama Penelitian	29
10. Diagram SR Ikan Lele Selama Penelitian	30
11. Nilai Kadar TAN	31
12. Nilai Kadar Nitrat	32
13. Nilai Kadar Nitrit	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data rata-rata laju pertumbuhan spesifik ikan lele	29
Tabel 2. Data rata-rata kelulushidupan ikan lele	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data SGR ikan lele selama 30 hari penelitian.....	45
Lampiran 2. Data kelulushidupan ikan lele selama 30 hari penelitian	47
Lampiran 3. Data panjang ikan lele selama 30 hari penelitian.....	49
Lampiran 4. Data berat ikan lele selama 30 hari penelitian.....	50
Lampiran 5. Data kualitas air (pH, suhu, dan DO)	51
Lampiran 6. Data kualitas air (nitrit, nitrat, dan ammonium).....	54
Lampiran 7. Data pengukuran tanaman kangkung	55
Lampiran 8. Dokumentasi selama 30 hari penelitian.....	56



BAB I

PENDAHULUAN



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lele merupakan salah satu dari jenis komoditas budidaya perairan tawar yang berkembang pesat. Ikan lele (*Clarias* sp.) adalah ikan konsumsi air tawar yang cukup diminati masyarakat karena memiliki rasa daging yang enak, gurih, serta tidak banyak duri. Selain itu, keunggulan dari ikan lele ialah pertumbuhan yang relatif cepat, pemeliharaannya mudah, serta memiliki kemampuan reproduksi dengan produktivitas (Andriyanto dan Sugiani, 2015). Menurut Sukoco (2016), ikan lele termasuk salah satu komoditas yang sangat digemari oleh banyak masyarakat. Kegiatan budidaya ikan lele sering dilakukan pada kolam tanah, kolam beton serta kolam terpal. Suplai air yang cukup dalam budidaya ikan lele belum menjamin keberhasilan apabila kualitas air selama pemeliharaan tidak diperhatikan.

Sistem akuaponik ialah gabungan dari sistem budidaya ikan dan budidaya tanaman (hidroponik). Pada sistem akuaponik, ikan dan tanaman tumbuh dalam satu sistem yang terintegrasi dan keduanya memiliki simbiosis yang saling menguntungkan. Teknologi akuaponik merupakan salah satu cara mendapatkan hasil perikanan dan pertanian secara bersamaan pada lahan dan ketersediaan air yang terbatas. Sistem ini menerapkan sistem resirkulasi air sehingga air yang mengandung limbah pakan dan kotoran dari wadah budidaya ikan akan dialirkan dan disaring pada wadah filter dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai pupuk yang kemudian kualitas air meningkat pada saat air tersebut kembali pada wadah budidaya ikan. Wasonowati, dkk. (2013) mengatakan bahwa unsur N yang berasal dari hasil oksidasi NH_3 ialah unsur yang sangat penting dan berperan dalam

pertumbuhan tanaman. Bakteri *Nitrosomonas* mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan kemudian dalam kondisi aerob bakteri *Nitrobacter* akan mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Nitrat tersebut dapat digunakan sebagai zat nutrisi (pupuk) untuk pertumbuhan tanaman (Saptarini, 2010).

Lingkungan yang optimum merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu usaha budidaya karena dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang dipelihara (Mulyadi dkk., 2014). Limbah yang dihasilkan di dalam budidaya ikan dapat menyebabkan turunnya kualitas air. Dampak dari turunnya kualitas air mengakibatkan lingkungan perairan yang tidak optimal, sehingga mempengaruhi nafsu makan ikan. Apabila nafsu makan ikan menurun akan menyebabkan pertumbuhan yang lambat, mudah terserang penyakit yang dapat menyebabkan kematian dan berujung pada tingkat kelulushidupan ikan yang rendah. Beberapa bahan filter yang sering digunakan untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik, diantaranya yaitu keramik filter (*ceramic ring*) dan *bioballs*. *Bioball* merupakan media atau tempat untuk melekatnya berbagai bakteri nitrifikasi yang dibutuhkan untuk memproses racun – racun di dalam air. Hal tersebut seperti yang dijelaskan Alfia dkk. (2013), bahwa *Bioball* dapat digunakan sebagai media pelekatan bagi bakteri – bakteri yang dapat menghilangkan ammonia yang terkandung dalam air. Desain *bioball* dibuat ringan dan terapung di air dan biasanya digunakan dalam jumlah banyak. Sedangkan filter *bioring*/keramik ring memiliki sifat inert yaitu tidak mudah bereaksi dan memiliki pori yang dapat berfungsi sebagai media perlekatan bakteri di dalam maupun di permukaannya (Alfia dkk., 2013).

Kualitas air yang optimal dan memenuhi syarat bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan selama pemeliharaan merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam budidaya perikanan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas air adalah dengan menggunakan sistem budidaya akuaponik. **Media filter diperlukan pada sistem budidaya akuaponik sebagai tempat melekatnya bakteri. Bakteri tersebut berperan dalam mengubah zat beracun menjadi zat yang dapat dimanfaatkan.** Sehingga, diperlukan penelitian tentang pengaruh penggunaan media filter yang berbeda pada budidaya sistem akuaponik sehingga kualitas air akan menjadi baik dan berdampak pada pertumbuhan ikan yang optimal serta kelulushidupan ikan yang dibudidaya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah penggunaan media filter yang berbeda pada sistem akuaponik dapat berpengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele (*Clarias sp.*)?
2. Manakah jenis media filter yang paling dapat memperbaiki kualitas air sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele pada sistem akuaponik?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh penggunaan media filter yang berbeda pada sistem akuaponik terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele (*Clarias sp.*).

2. Mengetahui jenis media filter yang paling berpengaruh pada kualitas air sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele dalam sistem akuaponik.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sebuah informasi yang bermanfaat bagi para pembaca. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan tambahan oleh para pembudidaya, khususnya dalam pengembangan sistem akuaponik, sehingga para pembudidaya mendapatkan hasil produksi yang lebih baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Ikan Lele (*Clarias sp.*)

2.1.1 Klasifikasi

Klasifikasi ikan lele (*Clarias sp.*) menurut Nelson (2006) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Siluriformes
Famili	: Clariidae
Genus	: <i>Clarias</i>
Spesies	: <i>Clarias sp.</i>



Gambar 1. Morfologi Ikan Lele (*Clarias sp.*)

(Sumber: Djatmika *et al.*, 1986)

2.1.2 Morfologi

Ikan lele memiliki morfologi kulit yang licin dan berlendir serta tidak memiliki sisik. Apabila terkena sinar matahari, maka warna tubuh ikan lele terlihat menjadi loreng seperti mozaik hitam putih. Ukuran mulut ikan lele sekitar $\frac{1}{4}$ bagian dari panjang total tubuhnya. Badan ikan lele berbentuk memanjang dengan kepala pipih dibawah (depressed). Ikan lele memiliki tiga buah sirip tunggal yaitu sirip punggung, sirip ekor dan sirip dubur. Selain itu, ikan lele juga memiliki dua buah sirip yang berpasangan sebagai alat bantu berenang, yaitu sirip perut dan sirip dada. Ikan lele memiliki sepasang patil yang ada di depan sirip dada (Ratnasari, 2011).

Kepala dan punggung ikan lele berwarna gelap kehitaman atau kecoklatan. Ikan lele memiliki alat bantu pernapasan yang disebut *arborescent* organ dan terletak di bagian kepala. Alat pernapasan tambahan tersebut berwarna kemerahan dengan bentuk seperti tajuk pohon rimbun yang berisi kapiler-kapiler darah (Najiyanti, 2007). Karena adanya alat bantu pernapasan tersebut ikan lele dapat hidup pada kondisi perairan yang kurang oksigen. Sifat lain dari ikan lele yaitu menyukai tempat yang gelap karena ikan ini memiliki sifat nokturnal atau aktif pada malam hari. Namun pada saat budidaya biasanya ikan lele dibiasakan untuk aktif pada siang hari. Misalnya seperti melakukan pemberian pakan pada pagi, siang, dan sore hari pada saat hari masih terang (Darmawan, 2007).

2.1.3 Habitat dan Penyebaran

Ikan lele memiliki habitat pada semua perairan air tawar. Ikan lele termasuk ikan air tawar yang menyukai genangan air yang tidak tenang atau cukup deras. Kondisi yang ideal bagi hidup ikan lele adalah air yang mempunyai rentang pH 6,5-9 dan suhu 27–30°C. Suhu air akan mempengaruhi laju pertumbuhan, laju metabolisme ikan dan nafsu makan ikan serta kelarutan oksigen dalam air (Ratnasari, 2011).

2.1.4 Pakan dan Kebiasaan Makan

Pemberian pakan dengan nilai nutrisi yang kurang baik dapat menurunkan kelangsungan hidup ikan dan menyebabkan pertumbuhan yang lambat, bahkan dapat menimbulkan penyakit yang disebabkan oleh kekurangan gizi (*malnutrition*). Pakan ikan lele biasanya berupa pakan alami yang berasal dari jenis zooplankton

dan pakan tambahan berupa pellet yang mengandung protein diatas 20% (Prihartono dkk., 2007).

Ikan lele termasuk jenis ikan pemakan segala atau omnivor, tetapi di alam bebas ikan lele memakan pakan alami yang terdiri dari jasad-jasad renik berupa zooplankton dan fitoplankton. Ikan lele termasuk hewan nokturnal, yaitu hewan yang lebih aktif dalam beraktivitas dan mencari makan di malam hari. Sifat ini merupakan penyebab ikan lele lebih menyukai tempat yang terlindung atau gelap (Ratnasari, 2011).

2.2 Sistem Akuaponik

Sistem akuaponik merupakan suatu kombinasi atau gabungan dari sistem budidaya ikan dan budidaya tanaman atau yang biasa disebut dengan hidroponik. Sistem akuaponik memiliki prinsip yaitu ikan dan tanaman tumbuh dalam satu sistem dan menciptakan suatu simbiotik yang saling menguntungkan diantara keduanya. Manfaat dari penerapan sistem akuaponik adalah nitrat yang merupakan limbah budidaya ikan dapat diserap dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman akuatik sehingga menurunkan konsentrasi cemaran serta meningkatkan kualitas air. Limbah yang dihasilkan oleh ikan seperti feses dan sisa pakan, digunakan sebagai pupuk untuk tanaman, kemudian air yang dialirkan dari media pemeliharaan dibersihkan oleh tanaman dengan bantuan bakteri yang ada pada akar sehingga dapat digunakan kembali oleh ikan dengan kualitas air yang lebih baik.

Rakocy *et al.* (2006) menyatakan bahwa adanya interaksi antara ikan dan tanaman dapat menghasilkan lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan. Limbah yang berasal dari feses, urin, dan sisa pakan adalah limbah yang dapat menyebabkan

kandungan racun meningkat pada media pemeliharaan, tetapi air limbah yang telah diubah menjadi nitrat oleh bantuan bakteri juga dapat digunakan sebagai pupuk cair untuk menyuburkan tanaman. Sebaliknya, tanaman pada sistem akuaponik berfungsi sebagai media biofilter yang akan menyerap nitrat sehingga air yang sudah bersih dapat dialirkan kembali ke media pemeliharaan ikan. Diver (2006) menyatakan bahwa sistem akuaponik terdiri dari tiga jenis yaitu sistem pasang surut, sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) dan sistem *Floating Raft* (rakit apung). Sistem pasang surut merupakan sistem yang mengalirkan air pada tempat pemeliharaan tanaman dengan menggunakan metode pasang surut. Air pada kolam budidaya ikan akan mengalir tempat pemeliharaan tanaman pada waktu pasang dan tidak ada air yang mengalir dari kolam budidaya yang mengalir tempat pemeliharaan tanaman pada waktu surut. Sedangkan sistem rakit apung ialah sistem yang membiarkan akar tanaman terendam air langsung pada kolam budidaya ikan. Tanaman ini diapungkan dengan *sterofoam* yang mengapung diatas permukaan kolam budidaya dengan harapan akar dapat menyerap langsung nutrisi di dalam kolam budidaya (Diver, 2006).

2.3 Media Filter Biologis

Filter biologi biasanya digunakan pada budidaya ikan dengan sistem resirkulasi. Filter biologi merupakan filter yang bekerja dengan bantuan jasad-jasad renik, khususnya bakteri dari golongan pengurai amonia. Untuk itu, agar jasad-jasad renik tersebut dapat hidup dengan baik di dalam filter dan melakukan fungsinya dengan optimal diperlukan media dan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan jasad-jasad renik tersebut (Sajuni *et al.*, 2010).

Ada beberapa macam media yang dapat digunakan sebagai tempat hidup biofilter, yaitu bioball dan bioring.

2.3.1 *Bioball*

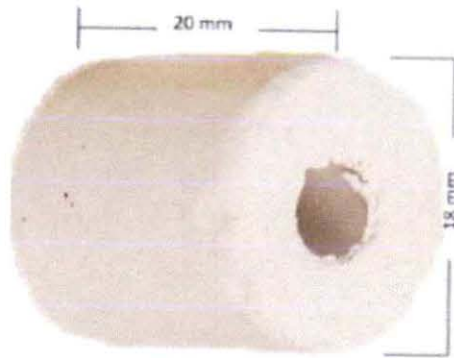
Bioball Bacteria House adalah filter yang berasal dari kumpulan-kumpulan bakteri yang dapat menyerap ammonia yang digabung dan disatukan di dalam bola berongga agar bakteri tidak dapat keluar dan tercecer dikolam secara tidak rata tetapi berkumpul di dalam *Bioball Bacteria House* (Nelvia dkk., 2013). *Bioball* dapat berfungsi sebagai tempat tumbuhnya bakteri. Bakteri nitrifikasi (bakteri *Nitrosomonas* sp dan *Nitrobacter* sp) merupakan bakteri yang tumbuh pada media filter ini. *Nitrosomonas* berperan mengoksidasi amonia menjadi nitrit, sedangkan *Nitrobacter* berperan mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Desain bioball dibuat ringan dan terapung di air dan biasanya digunakan dalam jumlah banyak (Alfia dkk., 2013). Menurut Said (2002), kelebihan bioball diantaranya yaitu memiliki luas permukaan spesifik yang cukup besar, yaitu $\pm 210 \text{ m}^2/\text{m}^3$, fraksi volume rongganya besar yaitu 85%, terbuat dari bahan inert, ringan, serta fleksibel. Penggunaan filter bioball mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Alfia (2013) yang merupakan hasil data terbaik yang didapatkan dibandingkan dengan menggunakan filter lain seperti ijuk dan arang. Bentuk *bioball* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Bioballs* sebagai media filter
(Sumber: www.fishlab.com)

2.3.2 *Bioring*

Media *bioring* merupakan media yang terbuat dari bahan keramik. Media filter *bioring*/ keramik ring memiliki sifat inert (tidak mudah bereaksi), sifat kebasahan yang tinggi, dan berpori sehingga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri didalam maupun di permukaan luarnya. *Bioring* memiliki permukaan yang luas dan berpori maksimum sehingga cocok untuk media pertumbuhan bakteri di dalam dan diluarnya. Banyaknya pori yang terdapat pada *bioring* menjadikan *bioring* memiliki luas permukaan yang tinggi yang berguna bagi bakteri untuk berkoloni, yang memungkinkan air masuk ke dalam pori dengan mudah (Indriyati, 2003). *Bioring* memiliki desain bentuk silinder dengan ketinggian 20 mm dan diameter 18 mm (Dayanti dan Herlina, 2018). Media filter jenis ini dapat berfungsi sebagai tempat hidup bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi. Bentuk media filter *bioring* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Bioring* sebagai media filter
(Sumber: Dayanti dan Herlina, 2018)

2.4 Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*)

2.4.1 Klasifikasi

Klasifikasi tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) menurut Suratman

dkk. (2000) adalah sebagai berikut :

Filum	: Spermatophyta
Subfilum	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea aquatic</i>



Gambar 4. Tanaman Kangkung Air
(Sumber: Kaur *et al.*, 2016)

2.4.2 Morfologi

Kangkung air memiliki panjang daun sekitar 5-15 cm dengan ujung daun yang tumpul dan berwarna hijau tua. Kangkung memiliki bunga seperti terompet berwarna putih kekuningan atau kemerahan (Nugroho, 2008). Akar tanaman kangkung tumbuh menjalar dengan percabangan yang cukup banyak (Dauhan dkk., 2014). Menurut Effendie (2003), tanaman kangkung dapat menurunkan kandungan karbondioksida bebas di perairan tercemar, sehingga tanaman ini dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi pencemaran. Penggunaan kangkung dalam sistem akuaponik mampu mengurangi limbah nitrogen budidaya ikan hingga 58% (Setijaningsih, 2015).

Menurut Ekayanti (2004), kangkung air merupakan jenis tumbuhan yang memiliki klorofil (zat pembawa warna hijau pada tumbuhan). Unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) merupakan unsur yang berperan dalam pertumbuhan serta merupakan unsur utama dalam sintesa protein dan berperan dalam pembentukan klorofil pada proses fotosintesis. Peran nitrogen pada tanaman yaitu membantu proses pembentukan klorofil dan fotosintesis (Lingga dan Marsono, 2007). Sedangkan fosfor memiliki fungsi dalam transfer energi, metabolisme karbohidrat dan protein serta transport karbohidrat di dalam sel daun (Subarijanti, 2002).

Menurut Ningsih dkk., (2016) tanaman kangkung air merupakan salah satu tanaman yang mudah untuk di budidayakan, karena tanaman ini mampu tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi 200 m di atas permukaan laut. Kangkung air dapat dipanen pada umur satu bulan setelah tanam dengan cara panen memangkas bagian pucuk tanaman.

Menurut Yuan dkk. (2017), pertumbuhan kangkung yang optimal dengan kepadatan tinggi yaitu berkisar panjang 10 – 16cm, sedangkan menurut Taragusti (2018) mengatakan bahwa dalam penelitian tanaman kangkung yang di pelihara selama 30 hari mengalami pertumbuhan berkisar 5 – 10 cm dengan jumlah daun sebanyak 6 helai dari awal pemeliharaan 10 cm dengan jarak tanam 10 cm. Hal tersebut dikarenakan jumlah organik yang menjadi nitrogen dan oksigen yang diserap oleh akar tanaman kangkung serta pencahayaan yang memadai, dan jarak tanam yang sesuai.

2.5 Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan

Pertumbuhan merupakan suatu perubahan bentuk akibat pertambahan panjang, berat, dan volume dalam periode atau waktu tertentu secara individual. Pertumbuhan juga dapat diartikan sebagai pertambahan jumlah sel-sel secara mitosis yang pada akhirnya menyebabkan perubahan ukuran jaringan.

Mudjiman (2004) menyatakan, bahwa laju pertumbuhan adalah perbedaan pertumbuhan mutlak yang terukur berdasarkan urutan waktu. Pertumbuhan bergantung kepada energi yang tersedia. Pertumbuhan akan terjadi apabila terdapat kelebihan energi dari pakan yang dikonsumsi setelah kebutuhan energi minimumnya telah terpenuhi. Pertumbuhan pada ikan dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya yaitu jenis dan jumlah pakan yang diberikan, kualitas air, serta padat tebar ikan (Muarif dan Rosmawati, 2011). Wedemeyer (1996), menyatakan bahwa peningkatan padat penebaran akan mengganggu proses fisiologis dan tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang pada akhirnya dapat menurunkan

kondisi kesehatan dan fisiologis ikan, akibat lanjut dari proses tersebut adalah pertumbuhan dan kelangsungan hidup mengalami penurunan.

Tingkat kelulushidupan ikan merupakan salah satu parameter utama yang menunjukkan keberhasilan dalam pemeliharaan suatu organisme akuatik. Kelulushidupan merupakan persentase organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan dari jumlah organisme yang ditebar pada saat awal pemeliharaan dalam suatu wadah (Setiawati dkk., 2013). Kelulushidupan ikan dapat tergantung dengan padat tebar. Semakin tinggi padat tebar, maka semakin tinggi pula mortalitasnya karena adanya suatu kompetisi masing-masing ikan sehingga menyebabkan kelulushidupannya rendah (Nugroho dkk., 2014).

2.6 Pengaruh Akuaponik Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Budidaya

Pertumbuhan merupakan perubahan ukuran ikan baik dalam berat maupun panjang selama periode waktu tertentu yang disebabkan oleh perubahan jaringan akibat pembelahan sel otot dan tulang yang merupakan bagian terbesar dari tubuh ikan sehingga menyebabkan penambahan bobot ikan (Mulyadi dkk., 2014)

Pertumbuhan ikan terjadi karena tersedianya pakan dalam jumlah yang cukup, dimana pakan yang dikonsumsi lebih besar dari kebutuhan pokok untuk kelangsungan hidup. Selain pakan yang mencukupi, kualitas air yang optimal di dalam media pemeliharaan juga sangat mendukung untuk pertumbuhan ikan. Kualitas air yang buruk dapat membuat ikan stress yang mengakibatkan nafsu makan ikan berkurang dan terganggunya sistem metabolisme. Laju pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh makanan, suhu, umur ikan serta kandungan zat-zat hara dalam perairan (Mulyadi dkk., 2014).

2.7 Pengaruh Akuaponik Terhadap Kelulushidupan Ikan Budidaya

Persentase kelulushidupan merupakan perbandingan jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan awal yang ditebar pada satu periode dalam satu populasi selama pemeliharaan. Di dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Mulyadi dkk. (2014), diperoleh tingkat kelulushidupan ikan yang tinggi pada salah satu perlakuan. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya proses filtrasi yang optimal sehingga menghasilkan kualitas air yang baik pada media pemeliharaaan ikan. Tingginya persentase kelulushidupan selama penelitian tersebut karena adanya pengaruh sistem resirkulasi yang optimal. Sistem resirkulasi dapat memperbaiki kualitas air di dalam media pemeliharaan yang sangat berpengaruh bagi kehidupan ikan. Selain kualitas air, faktor lain yang menunjang kelulushidupan seperti pemberian pakan yang cukup. Weartherley (1972) menyatakan bahwa kematian ikan dapat terjadi disebabkan oleh predator, parasit, penyakit, populasi yang tidak seimbang, keadaan lingkungan yang tidak cocok serta fisik yang disebabkan oleh penanganan manusia. Hal ini juga serupa seperti yang dikatakan oleh Effendi (1979), faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelangsungan hidup adalah faktor abiotik dan biotik, antara lain: kompetitor, kepadatan populasi, umur dan kemampuan organisme beradaptasi dengan lingkungan.

BAB III

KERANGKA KONSEPTUAL



III KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konsep

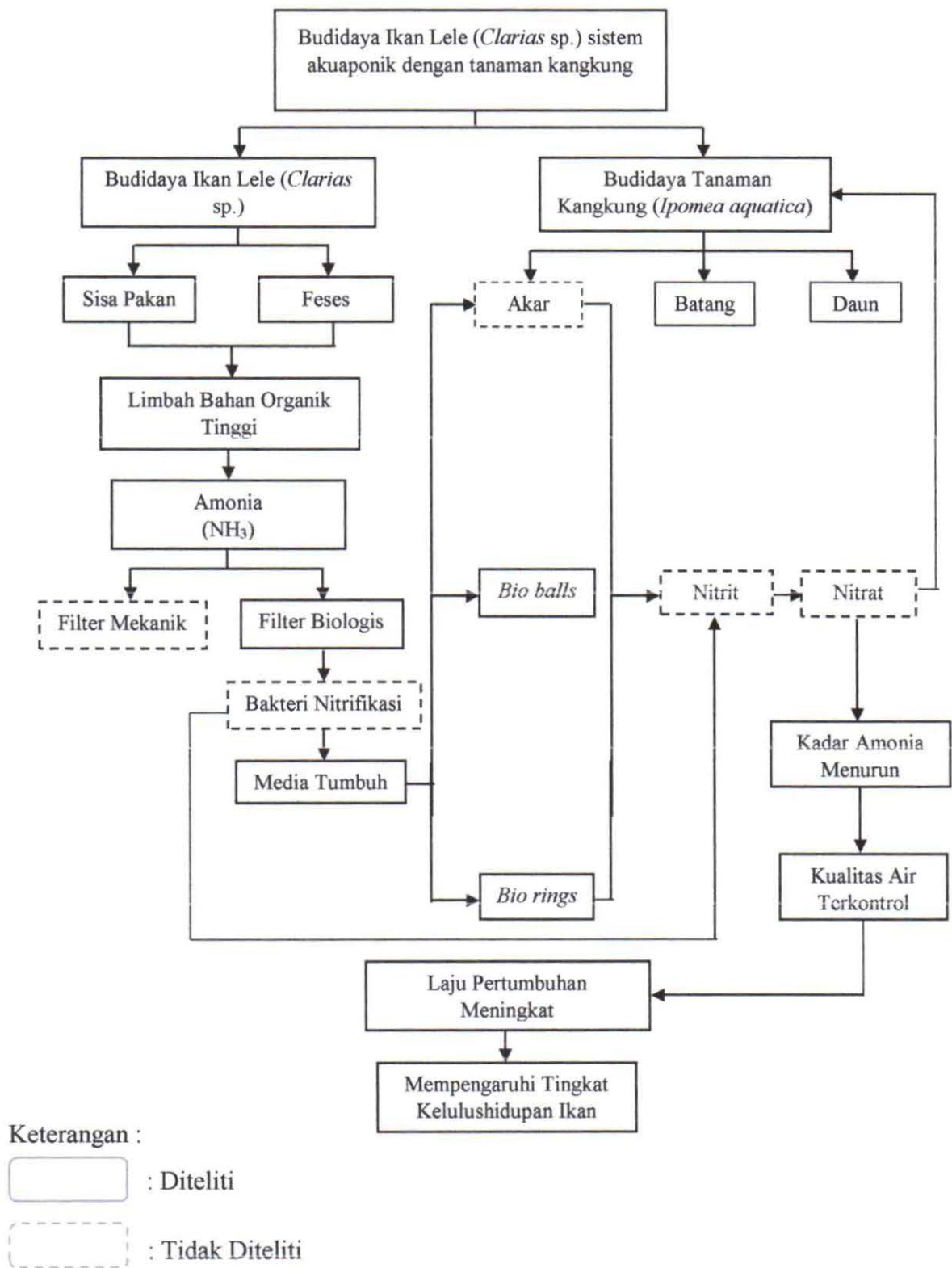
Output dari proses budidaya ikan selain produksi ikan juga limbah kimia seperti unsur nitrogen dan fosfat, serta limbah lainnya berupa solid partikel. Limbah tersebut dapat menyebabkan turunnya kualitas air. Dampak dari turunnya kualitas air mengakibatkan pertumbuhan lambat, sintasan rendah, dan timbulnya berbagai macam penyakit.

Sistem akuaponik merupakan suatu kombinasi sistem akuakultur dan budidaya tanaman hidroponik. Pada sistem ini, ikan dan tanaman tumbuh dalam satu sistem yang terintegrasi dan menciptakan suatu simbiotik antara keduanya. Teknologi akuaponik merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil pertanian dan perikanan secara bersamaan pada lahan dan ketersediaan air yang terbatas (Nugroho dan Sutrisno, 2000) dan digunakan sebagai pupuk oleh tanaman melalui media air sehingga dapat meningkatkan kualitas air.

Ada beberapa media filter yang sering digunakan untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik, diantaranya yaitu keramik filter (*ceramic ring/bio ring*) dan *bio balls*. *Bio ball* merupakan tempat berkembangbiaknya berbagai bakteri yang dibutuhkan untuk memproses racun – racun di dalam air. *Bio ball* berfungsi sebagai media perlekatan bagi bakteri – bakteri yang dapat menghilangkan ammonia yang terkandung dalam air. *Bio ball* dibuat ringan dan terapung di air dan digunakan dalam jumlah banyak (Alfia dkk.,

2013). Sedangkan filter *bioring*/ keramik ring bersifat inert (tidak mudah bereaksi dan berpori) sehingga dapat berfungsi sebagai media tempat tinggal bakteri didalam maupun di permukaan luarnya.

Sehingga pada penelitian ini, dilakukan uji penggunaan media filter yang berbeda pada sistem akuaponik untuk memperbaiki kualitas air dalam budidaya sehingga menghasilkan pertumbuhan ikan yang optimal dan kelulushidupan ikan yang tinggi.



Gambar 5. Kerangka Konseptual

3.2 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

H1₁ : Penggunaan media filter yang berbeda dapat memperbaiki kualitas air sehingga dapat mempengaruhi laju pertumbuhan ikan lele.

H1₂ : Penggunaan filter yang berbeda dapat memperbaiki kualitas air dan berpengaruh pada pertumbuhan yang optimal, sehingga dapat mempengaruhi tingkat kelulushidupan ikan lele.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

IV METODOLOGI PENELITIAN



4.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019 di Balai

Benih Ikan (BBI) Kabat, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Alat

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi wadah ikan dengan menggunakan ember plastik sebanyak 20 buah dan 20 buah sebagai wadah filter dengan volume 30 L, *bioball*, *bioring*, talang air dengan panjang 80 cm dan lebar 12 cm, pompa air, selang pompa, aerator, baskom, jaring ikan, termometer, DO meter, PH paper, timbangan, dan penggaris.

4.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele (*Clarias* sp.) dengan berat rata-rata 3 gram/L sebanyak 700 ekor, biji kangkung, probiotik, rockwool, kapas, pakan ikan, pupuk tanaman, air tawar.

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Metode penelitian eksperimental bertujuan untuk mengetahui sebab dan akibat dari suatu hal yang belum diketahui kebenarannya. Rancangan yang akan di gunakan dalam penelitian ni adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebanyak empat, dan ulangan sebanyak lima kali (Kusriningrum, 2012).

4.3.2 Perlakuan

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah pemberian media filter yang berbeda pada masing-masing kolam pemeliharaan. Berikut merupakan macam-macam perlakuan dari penelitian yang dilakukan :

Perlakuan 0 : Akuaponik Tanpa Penggunaan Media Filter (kontrol)

Perlakuan 1 : Akuaponik + Media Filter *Bioball* 50 buah

Perlakuan 2 : Akuaponik + Media Filter *Bioring* 50 buah

Perlakuan 3 : Akuaponik + Kombinasi Media Filter *Bioball* 25 buah dan *Bioring* 25 buah

Perlakuan dalam penelitian perlu adanya pola penempatan yang dilakukan secara acak dengan tujuan menghindari kebiasaan keberagaman sehingga keragaman bisa dalam satu perlakuan dapat dianggap bersifat alami dan sifat memihak pada salah satu perlakuan yang dapat di hindari (Kusriningrum, 2012). Pola penempatan pada tempat pemeliharaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

P1-1	P2-3	P0-5	P3-3
P3-1	P1-5	P0-1	P2-5
P1-4	P3-4	P0-3	P2-4
P2-1	P0-2	P1-2	P3-2
P0-4	P2-2	P3-5	P1-3

Gambar 6. Denah Pengacakan Bak Penelitian

4.3.3 Variabel Penelitian

Variable yang digunakan pada penelitian ini meliputi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kendali :

Variabel bebas adalah perlakuan yang diberikan, yaitu penggunaan media filter yang berbeda.

Variabel terikat yaitu laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup (SR) ikan lele.

Variabel kendali yaitu kepadatan ikan lele, pemberian probiotik, tanaman kangkung, dan kualitas air.

4.4 Prosedur Kerja

Terdapat beberapa tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

a. Persiapan Alat dan Bahan

Semua peralatan yang akan digunakan dalam penelitian lebih baik disiapkan terlebih dahulu, yaitu meliputi wadah ikan dengan menggunakan bak plastik sebanyak 25 buah dengan volume 30 L, *bioball*, *bioring*, talang air, pompa air, baskom, jaring ikan, termometer, DO meter, PH paper, timbangan, dan penggaris.

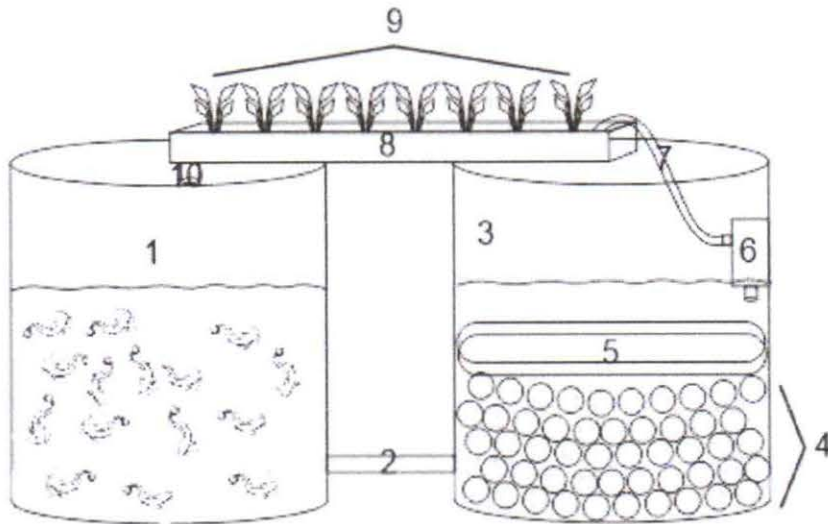
Selain alat, bahan-bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu. Benih ikan lele yang digunakan merupakan benih dengan berat rata-rata 3 gr/L. Pakan komersial yang digunakan disimpan di tempat yang kering dan tidak lembab. Kangkung air yang digunakan sebelumnya disemai terlebih dahulu selama 2 minggu hingga memiliki panjang 5-8 cm (Setijaningsih dkk., 2015). Bibit kangkung tersebut diletakkan ke dalam media tumbuh rockwool.

b. Pembuatan Rangkaian Sistem Akuaponik

Rangkaian yang dibuat dalam penelitian ini merupakan rangkaian sistem budidaya akuaponik. Desain dalam pembuatan sistem akuaponik bertujuan agar terjadi resirkulasi air (Hermawan, 2015).

Media filter yang digunakan dalam penelitian yaitu *bioball* dan *bioring* serta tanaman yang digunakan adalah kangkung air. Tanaman kangkung yang telah disemai hingga memiliki panjang 5-8 cm ditanam dengan jarak 5 cm pada masing-masing rockwool. Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa ember dengan ukuran volume 30 L.

Sistem kerja akuaponik yaitu resirkulasi. Air limbah dalam kolam ikan dialirkan menggunakan pompa menuju wadah media filter. Air yang telah di filter dialirkan menuju wadah pemeliharaan tanaman, yang selanjutnya air dari wadah pemeliharaan tanaman dialirkan menuju wadah pemeliharaan ikan. Konsep rangkaian akuaponik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian Akuaponik

Keterangan :

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1. Wadah budidaya ikan | 6. Pompa air |
| 2. Saluran air | 7. Selang pompa air |
| 3. Wadah filter air | 8. Talang air sebagai tempat tanaman |
| 4. Media filter | 9. Tanaman kangkung air |
| 5. Kapas filter | 10. Saluran air |

c. Persiapan Benih Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Benih ikan lele yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Balai Benih Ikan Kabat, Banyuwangi. Benih ikan lele dengan berat 6-8 gr/ekor sebanyak 1000 ekor. Benih ikan di aklimatisasi terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan. Selama benih di aklimatisasi, benih ikan tersebut tidak diberi pakan.

d. Pemeliharaan

Benih ikan lele dengan berat 6-8 g/ekor dipelihara pada bak dengan kepadatan 20 ekor/30L. Ikan lele yang dipelihara diberi pakan komersil sebanyak 2 kali sehari (pagi dan sore). Pemberian pakan diberikan sebanyak 3% dari berat biomassa. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari.

4.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan dilakukan seminggu sekali untuk mengetahui biomassa ikan serta ukuran panjang dan berat ikan. Data biomassa ikan digunakan untuk menentukan kebutuhan pakan ikan. Kemudian data ukuran ikan berupa panjang dan berat digunakan untuk menentukan pertumbuhan ikan. Sebanyak sepertiga dari total ikan diambil dari tiap wadah pemeliharaan untuk dilakukan pengukuran panjang dan penimbangan berat (Khasanah dkk., 2017). Sehingga, dalam penelitian ini sampling ikan dilakukan satu minggu sekali dengan jumlah ikan sampel sebanyak 5 ekor. 5 ekor ikan tersebut masing-masing di ukur panjang dan beratnya. Pengukuran panjang menggunakan penggaris dan pengukuran berat ikan dilakukan dengan menggunakan timbangan.

4.6 Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati terdiri dari parameter uji utama dan parameter uji penunjang. Parameter uji utama terdiri dari laju pertumbuhan spesifik dan kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias sp.*). Sedangkan parameter penunjang terdiri atas pengamatan kualitas air seperti pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, nitrat, nitrit, ammonia, dan tanaman kangkung.

4.6.1 Parameter Utama Penelitian

a. Laju Pertumbuhan Spesifik

Menurut Zonneveld., *et al* (1991), laju pertumbuhan spesifik atau disebut juga dengan *Spesifik Growth Rate*, yakni laju pertambahan bobot individu per hari, dengan menggunakan rumus :

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

Keterangan :

SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik (% bobot perhari)

Wt = Berat Ikan pada akhir Pemeliharaan (g)

Wo = Berat Ikan pada awal Pemeliharaan (g)

T = Waktu Pemeliharaan (hari)

b. *Survival Rate (SR)*

Survival rate (SR) atau tingkat kelangsungan hidup merupakan ukuran yang menyatakan berapa banyak ikan lele yang dapat bertahan hidup selama pengamatan dalam satuan persen. Tingkat Kelangsungan hidup ikan lele dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Effendie., 2003) :

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

Keterangan :

SR = Tingkat Kelulushidupan ikan (%)

No = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Nt = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

4.6.2 Parameter Penunjang Penelitian

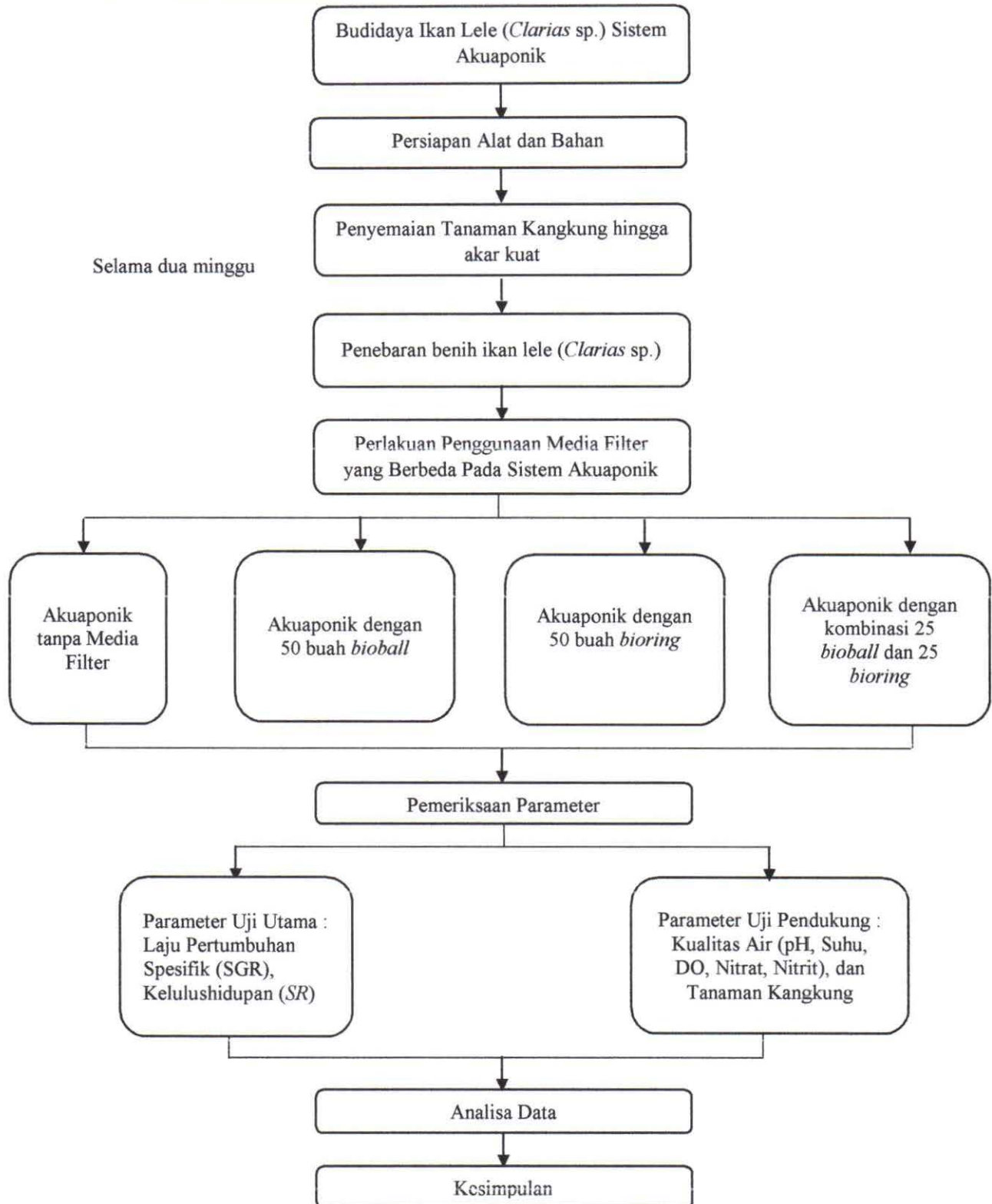
Pengamatan kualitas air akan dilakukan dengan menggunakan pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut, ammonium, nitrit, dan nitrat. Pengukuran pH, suhu, salinitas dan oksigen terlarut diukur setiap dua kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari sekitar pukul 08.00 dan 15.00 WIB sebelum pemberian pakan. Pengukuran kualitas air seperti suhu menggunakan termometer, pH menggunakan pH paper,

salinitas menggunakan refraktometer, dan oksigen terlarut menggunakan DO meter. Sedangkan pengukuran ammonium, nitrit, dan nitrat dilakukan satu kali dalam seminggu dengan uji di laboratorium.

4.7 Analisis Data

Analisis statistic menggunakan *Analyze of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Jika terdapat hasil perbedaan yang signifikan maka perhitungan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) (Kusriningrum, 2012).

4.8 Alur Penelitian



Gambar 8. Diagram Alur Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

V HASIL DAN PEMBAHASAN



5.1 Hasil

5.1.1 *Specific Growth Rate* (SGR) Ikan Lele (*Clarias* sp.)

Data hasil laju pertumbuhan spesifik (SGR) didapatkan dari selisih berat ikan lele akhir dan awal penelitian dibagi dengan periode penelitian dan dikalikan 100%. Hasil pengukuran dan data SGR dapat dilihat pada Lampiran 1. Berdasarkan hasil uji Anova, tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap setiap perlakuan ($p > 0,05$). Pertumbuhan SGR ikan lele tertinggi diketahui ada pada perlakuan P3 (2,95%), kemudian diikuti P1 (2,85%), P2 (2,76%), dan terendah yaitu P0 (2,37%).

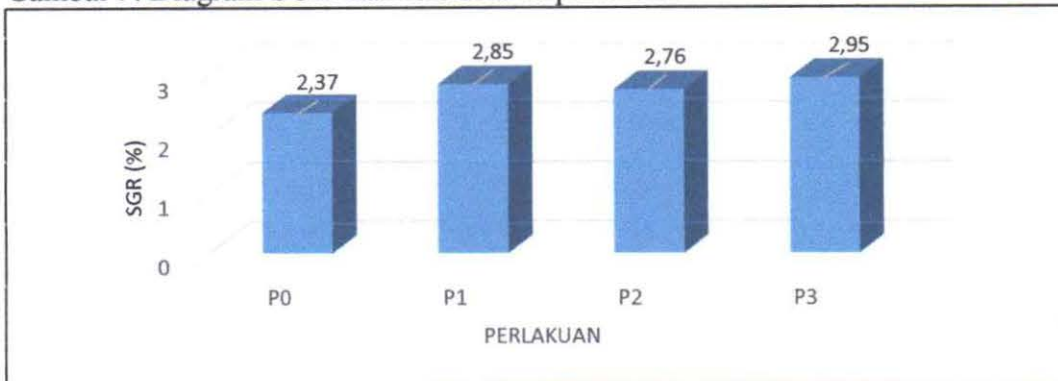
Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dari data SGR ikan lele selama penelitian, maka data disajikan dalam bentuk Tabel 1 dan Gambar 9.

Tabel 1. Data rata-rata laju pertumbuhan spesifik selama penelitian

Perlakuan	SGR (%) $\pm$ SD
P0	2,3727 $\pm$ 0,43174
P1	2,8558 $\pm$ 0,46176
P2	2,7613 $\pm$ 0,14256
P3	2,9560 $\pm$ 0,12401

Keterangan : P0 (akuaponik tanpa media filter), P1 (akuaponik dengan 50 buah bioball), P2 (akuaponik dengan 50 buah bioring), dan P3 (akuaponik dengan 25 bioball dan 25 bioring).

Gambar 9. Diagram SGR ikan lele selama penelitian



Keterangan:

Perlakuan 0: Kontrol (tanpa menggunakan media dan bak filter).

Perlakuan 1: 50 *bioball*/bak filter.

Perlakuan 2: 50 *bioring*/bak filter.

Perlakuan 3: Kombinasi dari 25 *bioball* dan 25 *bioring*/bak filter.

5.1.2 Survival Rate (SR)

Hasil kelulushidupan ikan lele diperoleh dari jumlah ikan pada akhir penelitian dibagi dengan jumlah ikan pada awal penelitian kemudian dikalikan seratus persen. Data perhitungan kelulushidupan ikan selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil uji perhitungan menggunakan *Analyze of Varian* (ANOVA), menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan P0, P1, P2, dan P3 ($p > 0,05$).

Perhitungan rata-rata setiap perlakuan pada akhir penelitian diperoleh tingkat kelulushidupan tertinggi pada perlakuan P2 (94%), diikuti P3 (92%), P1 (90%), dan P0 (79%). Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas dari data SR ikan lele selama penelitian, maka data disajikan dalam bentuk Tabel 2 dan Gambar 10.

Tabel 2. Data rata-rata kelulushidupan ikan lele selama penelitian

Perlakuan	SR (%) $\pm$ SD
P0	79 $\pm$ 22,472
P1	90 $\pm$ 8,660
P2	94 $\pm$ 6,519
P3	92 $\pm$ 4,472

Keterangan : P0 (akuaponik tanpa media filter), P1 (akuaponik dengan 50 buah bioball), P2 (akuaponik dengan 50 buah bioring), dan P3 (akuaponik dengan 25 bioball dan 25 bioring).

Gambar 10. Diagram SR ikan lele selama 30 hari penelitian



Keterangan:

Perlakuan 0: Kontrol (tanpa menggunakan media dan bak filter).

Perlakuan 1: 50 *bioball*/bak filter.

Perlakuan 2: 50 *bioring*/bak filter.

Perlakuan 3: Kombinasi dari 25 *bioball* dan 25 *bioring*/bak filter.

5.2 Pembahasan

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya panjang dan berat suatu organisme yang dapat dilihat dari perubahan ukuran panjang dan berat dalam satuan waktu. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan, umur dan kualitas air (Mulqan dkk., 2017). Hasil analisa menggunakan uji ANOVA menyatakan bahwa tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan ($p > 0,05$) dalam budidaya sistem akuaponik. Hal ini diduga karena setiap perlakuan memiliki kemampuan yang sama dalam proses

resirkulasi air dalam media pemeliharaan ikan lele, serta diduga terjadinya proses filterisasi yang optimal pada setiap perlakuan sehingga menghasilkan kualitas air yang baik sehingga menyebabkan nafsu makan ikan menjadi baik. Menurut Hidayat *et al.* (2013), pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor dari dalam dan faktor dari luar. Faktor dari dalam meliputi sifat keturunan, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan dalam memanfaatkan makanan, sedangkan faktor dari luar meliputi sifat fisika, kimia dan biologi perairan. Menurut Effendi (1997) pertumbuhan merupakan perubahan ukuran ikan baik dalam berat, panjang maupun volume selama periode waktu tertentu yang disebabkan oleh perubahan jaringan akibat pembelahan sel otot dan tulang yang merupakan bagian terbesar dari tubuh ikan sehingga menyebabkan penambahan berat atau panjang ikan.

Tingginya nilai laju pertumbuhan spesifik (SGR) pada perlakuan P3 (2,95%) menunjukkan bahwa penggunaan media filter *bioball* dan *bioring* dalam satu bak pemeliharaan ikan lebih efektif dalam memperbaiki kualitas air sehingga berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nelvia dkk (2013), bahwa salah satu faktor tingginya nafsu makan ikan adalah terjaganya kualitas air pada media pemeliharaan. Maka apabila kualitas airnya terjaga, nafsu makan ikan akan tinggi dan pertumbuhan akan semakin baik. Hal ini Dijelaskan oleh Effendie (2016), bahwa kualitas air dapat mempengaruhi laju pertumbuhan. Dipertegas oleh pernyataan Affrianto dkk. (1988) yang menyatakan apabila kandungan oksigen di dalam suatu perairan nilainya rendah, maka proses metabolisme di dalam tubuh ikan akan lambat. Sures *et al.* (1992) menjelaskan bahwa adanya nilai kualitas air yang berbeda pada setiap perlakuan, menghasilkan

nilai laju pertumbuhan yang berbeda pula dan disimpulkan bahwa perubahan kualitas air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai pertumbuhan ikan. Menurut Zonneveld (1991), semakin tinggi nilai kandungan oksigen, maka pengeluaran limbah metabolisme akan meningkat. Distribusi oksigen yang merata akan digunakan oleh bakteri dekomposer untuk pernapasan dan proses metabolisme, menstabilkan suhu, mencegah berkumpulnya ikan dan pakan alami serta pertukaran zat yang nantinya akan menghasilkan energi dan digunakan untuk pertumbuhan. Selain itu, menurut Boyd (1990) kelarutan oksigen merupakan faktor pembatas di dalam budidaya ikan yang menggunakan sistem intensif. Oksigen terlarut juga bergantung pada nilai suhu. Peningkatan suhu akan mempengaruhi peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi ikan. Apabila suhu tinggi namun kandungan oksigen menurun, akan mengakibatkan organisme akuatik tidak mampu dalam melakukan proses metabolisme dan respirasi. Oksigen diperlukan sebagai sumber energi untuk mengoksidasi atau merombak zat-zat makanan yang masuk (Zonneveld, *et al.*, 1991).

Kelulushidupan ikan dinyatakan sebagai perbandingan jumlah ikan yang hidup selama jangka waktu pemeliharaan dibagi dengan jumlah ikan yang ditebar dan merupakan tingkat mortalitas (Effendie, 1978). Nilai kelulushidupan ikan lele selama penelitian tertinggi pada perlakuan P2 (94%) diikuti P3 (92%), sedangkan yang terendah ada pada perlakuan P0 (79%). Tingginya nilai SR pada P2 dan P3 disebabkan karena kualitas air yang baik dan sesuai untuk kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Lisna dan Insulistyowati, 2015), bahwa kualitas air sangat berpengaruh terhadap SR dan pertumbuhan ikan. Nilai SR yang rendah

tersebut disebabkan karena banyaknya ikan yang mati, hal tersebut diduga akibat ikan stress karena tingginya kadar ammonia dalam lingkungan pemeliharaan. Hal tersebut karena di dalam perlakuan P0 yaitu sebagai kontrol, tanpa menggunakan media filter sehingga menyebabkan kadar ammonia yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Konsentrasi ammonia yang tinggi juga berpengaruh terhadap tanaman pada sistem akuaponik, karena akar tanaman tidak dapat memanfaatkan nitrat secara optimal untuk pertumbuhannya, karena nitrat merupakan hasil penguraian dari ammonia (Tambunan dkk., 2010). Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya kualitas air (oksigen terlarut, ammonia, suhu, pH), pakan, umur ikan, lingkungan, dan kondisi kesehatan ikan (Adewolu *et al.*, 2008).

Bioball dan *bioring* merupakan media filter yang dapat digunakan sebagai tempat melekatnya bakteri nitrifikasi yang dapat menyerap ammonia yang bergabung dan disatukan dalam rongga kedua media filter tersebut. Meskipun media filter tersebut berfungsi sebagai tempat melekatnya bakteri nitrifikasi, namun di dalam jumlah penggunaannya perlu diperhatikan. Media filter yang diberikan dalam suatu wadah budidaya tidak boleh terlalu banyak. Jumlah media filter yang cukup akan memberikan peluang oksigen masuk ke rongga media filter sehingga bakteri yang menempel akan mendapatkan oksigen yang cukup sehingga bakteri tetap tumbuh dan tidak mati di dalam rongga media filter. Menurut Nelvia dkk (2013) , bakteri nitrifikasi bekerja lebih maksimal apabila mendapat pasokan oksigen yang banyak.

Rendahnya nilai ammonia pada perlakuan P3 disebabkan oleh adanya penggunaan media filter *bioball* dan *bioring*. Hal ini sesuai dengan fungsi kedua media filter tersebut, yaitu sebagai tempat melekatnya bakteri nitrifikasi yaitu *Nitrosomonas* sp yang berperan dalam proses perubahan ammonia menjadi nitrit, dan bakteri *Nitrobacter* yang mengubah nitrit menjadi nitrat (Nelvia dkk., 2013). Nilai ammonia yang rendah pada perlakuan P3 sangat baik untuk lingkungan ikan lele, karena apabila nilai ammonia tinggi di dalam perairan akan mengganggu pertumbuhan ikan. Karena kadar ammonia yang tinggi akan bersifat racun bagi ikan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Lisna dan Insulistyowati (2015), bahwa tingginya kadar ammonia dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan menjadi terhambat, ikan stress, nafsu makan menurun, timbulnya penyakit sehingga menyebabkan kematian. Konsentrasi ammonia yang tinggi berpengaruh terhadap tanaman pada sistem akuaponik, karena akar tanaman tidak dapat memanfaatkan nitrat secara optimal untuk pertumbuhannya, karena nitrat merupakan hasil penguraian dari ammonia (Tambunan dkk., 2010). Asmawi (1983) menyatakan bahwa ammonia yang baik untuk pertumbuhan dan kelulushidupan ikan adalah kurang dari 1 mg/L. Selain itu, kadar ammonia yang tinggi berpengaruh terhadap daya tahan tubuh ikan (Durborow *et al.*, 1997). Menurut Bardach *et al.* (1972) kondisi stress yang muncul pada ikan dapat menurunkan tingkat efisiensi penggunaan pakan, yang selanjutnya apabila ikan tidak dapat memanfaatkan pakan dengan baik, maka ikan tersebut akan kekurangan energi untuk bertahan hidup dan tumbuh sehingga peluang kematian (mortalitas) akan semakin besar.

Sama halnya seperti ammonia, nitrit juga dapat bersifat racun bagi hewan akuatik. Nitrit adalah bentuk terionisasi dari asam nitrat. Nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan alami, kadarnya lebih kecil dari pada nitrat karena nitrit bersifat tidak stabil jika terdapat oksigen (Effendi, 2003). Hal tersebut dapat dibuktikan dalam Tabel 1, dimana nilai nitrit jauh lebih kecil dibanding nilai nitrat. Kandungan nitrit tersebut masih dalam batas normal. Karena kadar optimum nitrit di perairan adalah antara 0,01 – 1,0 mg/L (Hendrawati, 2007). Senyawa nitrit yang berlebih dalam suatu perairan akan menyebabkan menurunnya kemampuan darah organisme perairan untuk mengikat O_2 , karena nitrit akan beraksi lebih kuat dengan hemoglobin yang menyebabkan tingginya tingkat kematian.

Prinsip sistem akuaponik adalah penggunaan kembali air yang telah dikeluarkan dari kegiatan budidaya. Keuntungan sistem ini, yaitu dapat meminimalisir penggunaan air, dan mereduksi bahan organik seperti ammonia, nitrit dan buffer pH (Effendi dkk., 2015). Hasil uji kualitas air paling baik yaitu pada perlakuan P3 dengan kadar ammonia terendah yaitu 0,009 mg/L. Selama penelitian, dilakukan pengukuran kualitas air berupa pH, suhu, dan DO setiap hari pada pagi dan sore hari. Sedangkan pengukuran nitrit, nitrat, dan ammonia dilakukan satu minggu sekali. Nilai pH yang didapat selama penelitian adalah sekitar 8,3. Nilai pH ini masih berada pada kisaran nilai yang baik untuk kegiatan budidaya. Suatu perairan yang produktif dan ideal bagi kehidupan ikan dan organisme akuatik lainnya yaitu perairan dengan pH berkisar 6,5-8,5 ppm (Saogo, 2012). Nilai kisaran pH selama penelitian masih memenuhi kisaran yang layak

untuk pemeliharaan benih ikan lele yaitu berkisar antara 6 - 9 (BBPBAT, 2005). Terjadinya fluktuasi pH selama penelitian untuk setiap perlakuan diduga disebabkan oleh adanya pelepasan dan pengambilan karbondioksida (CO_2) oleh organisme yang ada di dalam media pemeliharaan (Lisna dan Insulistyowati, 2015).

Menurut Wahida (2013), suhu air merupakan salah satu parameter fisika yang perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi pada laju metabolisme ikan seperti pertumbuhan, perkembangbiakan, pernapasan, denyut jantung, kegiatan enzim dan proses fisiologis lainnya pada ikan. Keadaan ini akan terlihat pada pemeliharaan ikan dengan suhu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan ikan lambat bahkan terhenti. Suhu air selama penelitian rata-rata ialah 27°C . Nilai suhu yang didapat selama penelitian dapat dikatakan cenderung tinggi, suhu dapat berpengaruh terhadap jumlah oksigen terlarut dalam media pemeliharaan. Seperti yang disampaikan oleh Bachtiar (2002), suhu tinggi dapat disebabkan oleh panas matahari, sehingga panasnya akan merembet kedalam wadah yang mengakibatkan oksigen cepat berkurang, akibatnya ikan sulit bernapas dan mati.

Kisaran kandungan oksigen terlarut/ Dissolved Oxygen (DO) dalam air pemeliharaan ikan lele adalah 3-3,3 mg/L. Nilai kisaran oksigen terlarut dari hasil pengamatan ini masih memenuhi kisaran yang layak untuk pemeliharaan ikan lele yaitu $>3 \text{ mg/L}$ (BBPBAT, 2005). Fluktuasi oksigen terlarut dalam bak pemeliharaan pada semua perlakuan hampir sama, hal ini dikarenakan adanya tanaman kangkung air pada sistem akuaponik. Tanaman kangkung air melakukan aktifitas fotosintesis pada siang hari dan fitoplankton yang menghasilkan O_2

sehingga oksigen terlarut pada setiap kolam relatif sama meskipun terjadi fluktuasi yang cukup signifikan (Primashita dkk., 2017).

Penggunaan media filter bioball dan bioring pada perlakuan P1, P2, dan P3, memiliki pengaruh yang cukup terlihat bagi laju pertumbuhan spesifik maupun kelulushidupan ikan lele selama 30 hari penelitian. Apabila nilai laju pertumbuhan spesifik P1 (2,85%), P2 (2,76%), dan P3 (2,95%) dihubungkan dengan nilai kualitas air yang dapat dilihat pada Lampira 4, maka dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa kualitas air yang baik akan menyebabkan laju pertumbuhan spesifik dan kelulushidupan ikan yang baik. Sesuai dengan penjelasan Wedemeyer (1996), kualitas air yang baik akan menjadikan tempat hidup yang nyaman bagi ikan budidaya sehingga proses metabolisme ada di dalam tubuh ikan berjalan dengan maksimal yang kemudian akan menghasilkan energi yang cukup untuk pemeliharaan dan kelebihanannya akan digunakan untuk pertumbuhan serta reproduksi. Kualitas air yang buruk (tidak optimal) dapat menimbulkan penyakit pada ikan dan berdampak pada turunnya produksi ikan.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN



VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

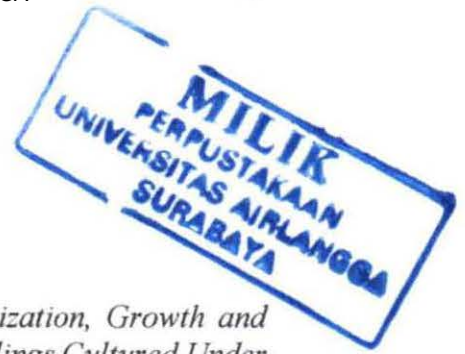
Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Tidak adanya pengaruh atau perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele ($p>0,05$).
2. Media filter bioball dan bioring keduanya dapat memperbaiki kualitas air sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan. Dibuktikan dengan nilai pada perlakuan kontrol P0 yang memiliki nilai terendah dibanding perlakuan lainnya.

6.2 Saran

Media filter pada budidaya sistem akuaponik sebaiknya perlu ditambahkan untuk membantu dalam memperbaiki kualitas air selama pemeliharaan. Selain itu, jumlah media filter hendaknya di sesuaikan dengan wadah filter agar jumlahnya tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit. Karena hal itu dapat mempengaruhi proses perbaikan kualitas air budidaya.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Adewolu M.A, C.A Adenji, A.B Adejobi. 2008. *Feed Utilization, Growth and Survival of Clarias gariepinus (Burchell 1882) Fingerlings Cultured Under Different Photoperiods*. *Aquaculture*. 283: 64–67.
- Alfia, A.R., E. Arini dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3): 86-93.
- Andriyanto, S. dan D. Sugiani. 2015. Performa Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.) dengan Aplikasi Vaksin Hydrovac. *Media Akuakultur*. 10(2): 59-64.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H., & McLarney, W. O. 1972. *Aquaculture: The Farming and Husbandry of Fresh Water and Marine Organism*. New York: John Wiley and Sons.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Pond for Aquaculture*. Alabama: Elsevier Science.
- Darmawan, B.D. 2007. Pemanfaatan Ekstrak Kunyit Dan Bawang Putih Sebagai Nutrisi Tambahan Alami Pada Pakan dan Aplikasinya Terhadap Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sumberdaya Perairan*. Edisi 1. 6hlm.
- Dauhan, R.E.S., E. Efendi dan Suparmono. 2014. Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(1): 297-301.
- Dayanti, M.S. dan N. Herlina. 2018. Studi Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Tercelup dengan Media Bioring. *Jurnal Dampak*. 15(1): 31-36.
- Diver, S. 2006. *Integration of Hydroponics with Aquaculture*. *National Sustainable Agriculture Information Service*. Australia. 28 p.
- Durborow, M. R., Crosby, M. D., & Brunson, W. M. 1997. *Ammonia in Fish Ponds*. SRAC.

- Effendi, H., B.A Utomo, G.M Darmawangsa, R.E Karo-karo. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) dengan Kangkung (*Ipomea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Ecolab*, 9 (2) : 47–104.
- Effendie, M. I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 132 hal.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri.
- Ekayanti, A. 2004. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Pupuk NPK yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Vulgaris. Thesis. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. hal. 10-14.
- Hendrawati. 2007..Analisis Kadar Phosfat dan N-Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) Pada Tambak Air Payau akibat Rembesan Lumpur Lapindo, Jawa Timur. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hermawan, D. 2015. Aplikasi Teknologi Aquaponik Pada Sistem Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Bersalinitas Rendah dengan Tanaman Selada Pada Padat Tebar Berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 4(1): 79-85.
- Hidayat D, Ade. D. S, Yulisma. 2013. Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan Berbahan Baku Tepung Keong Mas (*Pomacea* sp). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 1 (2) : 161–172.
- Indriyati. 2003. Proses Pembenihan (*Seeding*) dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe *Fixed Bed*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 7hlm.
- Kaur, J., A. Rawat, Renu, S. Kumar and S. Narain. 2016. *Taxonomy, Phytochemistry, Traditional Uses and Cultivation of Ipomoea Aquatica Forsk.* Imperial Journal of Interdisciplinary Research. 2(10): 408-412.
- Kordi, M.G.H. dan A.B. Tancung. 2007. Pengelolaan Kualitas Air. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Kusriningrum, R.S. 2012. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya.
- Lingga, P. dan Marsono. 2007. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta. hal. 13-36.

- Lisna dan Insulistyowati. 2015. Potensi Mikroba Probiotik_FM dalam Meningkatkan Kualitas Air Kolam dan Laju Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Mendalo. 8 hal.
- Muarif dan Rosmawati. 2011. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Pada Sistem Resirkulasi Dengan Kepadatan Berbeda. Jurnal Pertanian. 2(1): 36-47.
- mulqan, M., S.A.E. Rahimi., dan I. Dewiyanti. 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.
- Mulyadi, U. Tang dan E.S. Yani. 2014. Sistem Resirkulasi dengan Menggunakan Filter yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia. 2(2): 117-124.
- Najiyanti, S. 2007. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Yogyakarta: Kanisius.
- Nelson, J.S. 1984. *Fishes of The World*. John Wiley & Sons. New York.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4th edition. John Willey & Sons, Inc.
- Nelvia, L., Elfrida dan Y. Basri. 2013. Penambahan Bioball Pada Filter Media Pemeliharaan Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Bung Hatta. Padang. 12 hal.
- Nugroho, E., dan Sutrisno. 2008. Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hal.
- Nugroho, R.A., L.T. Pambudi, D. Chilmawati dan A.H.C Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponik Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. Jurnal Saintek Perikanan. 8(1): 46-51.
- Primashita, A.H., B.S. Rahardja., dan Prayogo. 2017. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda dalam Sistem Akuaponik Terhadap Laju Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Lele (*Clarias* sp.). Journal of Aquaculture Science. 1(1): 1-9.

- Rakocy, J. E., Masser, P. Michael, Losordo, and M. Thomas. 2006. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics — Integrating Fish and Plantculture*. Southern Regional Aquaculture Center. 159 p.
- Ratnasari, Debby. 2011. Teknik Pembesaran Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) di Biotech Agro Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Said, A., dan N. Idaman. 2002. Aplikasi Biofilter untuk Pengelolaan Air Limbah Industri Kecil. Cetakan 1. BPPT, Jakarta. 123 hlm.
- Sajuni, N.R., A.L. Ahmad and V.M Vadivelu. 2010. *Effect of Filter Media Characteristics, pH and Temperature on the Ammonia Removal in the Wastewater*. Journal of Applied Sciences. 10(12): 1146-1150.
- Saptarini, P. 2010. Efektifitas Teknologi Akuaponik dengan Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*) Terhadap Penurunan Amonia Pada Pembesaran Ikan Mas. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 2(1): 83-88.
- Setiawati, J.E., Tarsim, Y.T. Adiputra dan S. Hudaidah. 2013. Pengaruh Penambahan Probiotik Pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, Efisiensi Pakan dan Retensi Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 1(2): 151-162.
- Setijaningsih, L. 2012. Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Perbedaan Jarak Tanam Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatic*) Pada Sistem Akuaponik. Prosiding Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 8 hal.
- Setijaningsih, L. dan C. Umar. 2015. Pengaruh Lama Retensi Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Budidaya Sistem Akuaponik dengan Tanaman Kangkung. Berita Biologi. 14(3): 267-275.
- Subarijanti, H.U. 2002. Unsur Karbon, Nitrogen, dan Fosfor Sebagai Kunci Eutrofikasi. Malang: (Skripsi) Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. 11 hal.
- Suratman, D. Priyanto dan A.D. Setyawan. 2000. Analisis Keragaman Genus *Ipomoea* Berdasarkan Karakter Morfologi. Biodiversitas. 1(2): 72-79.
- Suyanto, S.R. 2003. Nila. Penebar Swadaya. Jakarta. 105 hal.

- Taragusti, A.S. 2018. Efektivitas Pemberian Nitrobacter Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik, Kelangsungan Hidup (SR), dan Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Lele (*Clarias* sp.) Dengan Kepadatan Berbeda Dalam Sistem Akuaponik. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. 84 hal.
- Wasonowati C., Sinar S. dan Ade R. 2013. Respon Dua Varietas Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Terhadap Macam Nutrisi Pada Sistem Hidroponik. *Agrovigor*. 6 (1) : 50-56.
- Weatherley, A.H. 1972. *Growth and Ecology of Fish Population*, Academic Press. New York. 158 p.
- Wedemeyer, G. A. 1996. *Phsyology of Fish in Intensive Culture System*. New York: Chapman and Hill.
- Wedemeyer, 1996. *Growth and Ecology of Fish Populations*. Academic Press. London.
- Yuan, O. T. P., Prayogo, dan Sudarno. 2017. Perbandingan Kepadatan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) Sistem Akuaponik Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) Intensif. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya. hal. 18-25.

LAMPIRAN



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data SGR ikan lele selama 30 hari penelitian

Hasil pengukuran data laju pertumbuhan spesifik ikan lele

Perlakuan	Ulangan	Berat Total	Rata-rata	Berat Total	Rata-rata	SGR %
		Ikan Awal		ikan Akhir		
P0	1	46,54	2,33	72,57	4,03	1,83
	2	47,58	2,38	78,65	4,91	2,41
	3	45,66	2,28	58,31	7,28	3,86
	4	48,68	2,43	94,4	4,96	2,37
	5	46,06	2,30	80,44	4,46	2,2
P1	1	45,92	2,30	114,41	6,35	3,39
	2	47,36	2,37	91,77	4,83	2,37
	3	47,38	2,37	93,07	6,20	3,2
	4	41,18	2,06	93,31	4,91	2,89
	5	51,92	2,60	101,39	5,33	2,4
P2	1	43,36	2,17	90,29	5,01	2,79
	2	45,94	2,30	105,93	5,29	2,78
	3	48,84	2,44	109,34	5,20	2,52
	4	45,84	2,29	93,29	5,48	2,91
	5	45,30	2,27	99,43	5,23	2,79
P3	1	51,52	2,58	113,54	6,30	2,98
	2	45,66	2,28	99,14	5,21	2,75
	3	46,34	2,32	98,52	5,79	3,05
	4	44,78	2,24	102,43	5,39	2,92
	5	43,96	2,20	104,41	5,49	3,05

Hasil uji statistik ANOVA laju pertumbuhan ikan spesifik ikan lele

Descriptives

SGR

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
p0	5	2.3727	.43174	.19308	1.8367	2.9088	1.83	3.02
p1	5	2.8558	.46176	.20650	2.2825	3.4292	2.38	3.39
p2	5	2.7613	.14256	.06375	2.5843	2.9383	2.52	2.91
p3	5	2.9560	.12401	.05546	2.8020	3.1100	2.76	3.06
Total	20	2.7365	.37822	.08457	2.5595	2.9135	1.83	3.39

SGR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.977	3	.326	2.992	.062
Within Groups	1.741	16	.109		
Total	2.718	19			

Lampiran 2. Data SR ikan lele selama 30 hari penelitian

Hasil pengukuran data tingkat kelulushidupan ikan lele

Perlakuan	Ulangan	N0	Nt	SR %
P0	1	20	18	90
	2	20	16	80
	3	20	8	40
	4	20	19	95
	5	20	18	90
P1	1	20	18	90
	2	20	19	95
	3	20	15	75
	4	20	19	95
	5	20	19	95
P2	1	20	18	90
	2	20	20	100
	3	20	20	100
	4	20	17	85
	5	20	19	95
P3	1	20	18	90
	2	20	19	95
	3	20	17	85
	4	20	19	95
	5	20	19	95

Hasil uji statistik ANOVA tingkat kelulushidupan ikan lele

Descriptives

SR

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
P0	5	79.00	22.472	10.050	51.10	106.90	40	95
P1	5	90.00	8.660	3.873	79.25	100.75	75	95
P2	5	94.00	6.519	2.915	85.91	102.09	85	100
P3	5	92.00	4.472	2.000	86.45	97.55	85	95
Total	20	88.75	13.066	2.922	82.63	94.87	40	100

ANOVA

SR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	673.750	3	224.583	1.398	.280
Within Groups	2570.000	16	160.625		
Total	3243.750	19			

Lampiran 3. Data panjang ikan lele selama 30 hari penelitian

Perlakuan	Ulangan	Rata-Rata	Rata-rata
		Panjang Awal	Panjang Akhir
P0	1	5,27	6,1
	2	5,32	6,43
	3	5,21	7,42
	4	5,34	6,65
	5	5,25	6,37
P1	1	5,23	7,28
	2	5,13	6,58
	3	5,14	7,16
	4	4,91	6,67
	5	5,42	6,8
P2	1	5,12	6,61
	2	5,17	6,82
	3	5,41	6,96
	4	5,27	7,03
	5	5,22	6,91
P3	1	5,38	7,3
	2	5,16	6,75
	3	5,36	7,03
	4	5,16	6,87
	5	5,21	6,85

Lampiran 4. Data berat tubuh ikan lele selama 30 hari penelitian

Perlakuan	Ulangan	Berat Total	Rata-rata	Berat Total	Rata-rata
		Ikan Awal		ikan Akhir	
P0	1	46,54	2,33	72,57	4,03
	2	47,58	2,38	78,65	4,91
	3	45,66	2,28	58,31	7,28
	4	48,68	2,43	94,4	4,96
	5	46,06	2,30	80,44	4,46
P1	1	45,92	2,30	114,41	6,35
	2	47,36	2,37	91,77	4,83
	3	47,38	2,37	93,07	6,20
	4	41,18	2,06	93,31	4,91
	5	51,92	2,60	101,39	5,33
P2	1	43,36	2,17	90,29	5,01
	2	45,94	2,30	105,93	5,29
	3	48,84	2,44	109,34	5,20
	4	45,84	2,29	93,29	5,48
	5	45,30	2,27	99,43	5,23
P3	1	51,52	2,58	113,54	6,30
	2	45,66	2,28	99,14	5,21
	3	46,34	2,32	98,52	5,79
	4	44,78	2,24	102,43	5,39
	5	43,96	2,20	104,41	5,49

Lampiran 5. Data Kualitas Air (pH, suhu, dan DO)

Hari ke	pH			
	P0	P1	P2	P3
1	8,4	8,2	8,2	8,3
2	8,4	8,3	8,3	8,3
3	8,3	8,3	8,2	8,3
4	8,3	8,3	8,3	8,3
5	8,4	8,4	8,4	8,4
6	8,2	8,3	8,3	8,3
7	8,4	8,5	8,4	8,4
8	8,3	8,4	8,4	8,5
9	8,4	8,5	8,5	8,5
10	8,3	8,3	8,4	8,3
11	8,4	8,5	8,5	8,5
12	8,3	8,4	8,4	8,4
13	8,3	8,5	8,5	8,5
14	8,3	8,3	8,4	8,4
15	8,4	8,4	8,4	8,4
16	8,1	8,1	8,1	8,2
17	8,3	8,3	8,3	8,3
18	8,3	8,3	8,3	8,4
19	8,3	8,4	8,4	8,4
20	8,3	8,3	8,3	8,3
21	8,3	8,3	8,3	8,3
22	8,2	8,1	8,1	8,2
23	8,1	8,1	8,1	8,2
24	8,2	8,1	8,1	8,2
25	8,1	8,1	8,1	8,1
26	8,4	8,3	8,3	8,1
27	8,4	8,4	8,4	8,4
28	8,2	8,1	8,1	8
29	8,2	8	8	8,1
30	8,5	8,5	8,5	8,4
Rata-rata	8,3	8,3	8,3	8,313333

Hari ke-	Suhu			
	P0	P1	P2	P3
1	29,58	29,94	30,03	29,78
2	28,14	28,36	28,4	28,42
3	28,5	28,2	28,2	28
4	28,7	28,7	28,8	28,4
5	28,8	29,1	29	28,9
6	29,2	29,6	29,4	29,2
7	29,3	29,4	29,2	28,9
8	29	29,1	28,9	29,1
9	28,8	28,9	29	29
10	27,1	27	26,9	26,9
11	27,5	27,5	27,4	27,3
12	27,1	27,1	27,1	27
13	28,9	28,5	28,7	28,5
14	27,2	27,1	26,8	26,9
15	26	25,7	25,6	25,7
16	26	25,9	26,1	25,9
17	25,9	26,1	25,9	25,8
18	27,5	27,4	27,4	27,2
19	27,8	28	27,8	27,7
20	27,8	27,7	27,8	27,7
21	26,3	26,4	26,2	26,3
22	28,2	28,3	28	28
23	24,2	24,1	24,1	24,2
24	26,5	26,5	26,2	26,2
25	25,9	25,6	25,5	25,4
26	25,9	25,3	25,4	25
27	25,6	25,3	25	24,9
28	25,9	26,1	25,8	25,7
29	25,5	26	26	25,9
30	25,9	26,2	26,1	26,1
Rata-rata	27,2907	27,3033	27,2243	27,1333

Hari ke	DO			
	P0	P1	P2	P3
1	5,2	4,5	6,2	7,3
2	4,4	3,3	3,3	3,3
3	3,3	7,3	6,2	5,3
4	5,3	4,3	3,3	5,3
5	4,4	3,4	4,4	3,4
6	6,2	7,6	6,3	6,3
7	4,4	3,5	7,4	4,4
Rata-rata	4,7	4,8	5,3	5,1
8	5,3	3,4	5,4	4,5
9	3,4	3,5	4,5	5,5
10	3,3	4,3	3,4	6,3
11	4,4	3,5	7,5	6,5
12	3,3	4,4	6,4	7,4
13	3,3	6,5	5,5	3,5
14	4,3	4,3	3,4	4,4
Rata-rata	3,9	4,3	5,1	5,4
15	3,4	3,4	3,4	7,4
16	3,1	3,1	4,1	3,2
17	4,3	3,3	7,3	5,3
18	3,3	5,3	3,3	6,4
19	3,3	5,4	4,4	6,4
20	5,3	3,3	5,3	7,8
21	5,3	4,3	4,5	6,3
Rata-rata	4,0	4,0	4,6	6,1
22	3,2	3,1	3,1	7,2
23	3,1	3,1	6,4	4,2
24	3,2	7,1	3,1	4,2
25	4,1	6,1	7,1	5,1
26	3,4	3,3	7,3	4,1
27	3,4	3,4	6,4	3,4
28	4,2	6,1	3,1	5,0
29	3,2	3,0	5,0	7,1
30	3,5	3,5	3,3	6,4
Rata-rata	3,5	4,3	5,0	5,2
Rata-rata	4,0	4,3	5,0	5,4

Lampiran 6. Data Kualitas Air (Nitrat, Nitrit, dan Amonium)

Data rata-rata nitrat selama 30 hari penelitian (mg/L)

Perlakuan	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
P0	11,4 ^a ±1,140	11,2 ^a ± 1,095	10,6 ^a ± 1,341	11,8 ^a ± 1,483
P1	17,0 ^b ±1,581	15,6 ^b ± 1,140	10,6 ^a ± 0,894	11,6 ^a ± 1,673
P2	11,6 ^a ±1,140	17,2 ^b ± 1,483	11,4 ^a ± 1,673	11,0 ^a ± 1,414
P3	11,6 ^a ±1,516	21,0 ^c ± 1,581	12,0 ^a ± 1,581	13,0 ^a ± 2,000

Data rata-rata nitrit selama 30 hari penelitian (mg/L)

Perlakuan	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
P0	0,154 ^a ±0,003	0,002 ^a ±0,002	0,003 ^b ±0,001	0,001 ^a ±0,001
P1	0,389 ^d ±0,005	0,002 ^a ±0,001	0,001 ^a ±0,000	0,003 ^b ±0,002
P2	0,190 ^c ±0,002	0,169 ^c ±0,003	0,001 ^a ±0,000	0,002 ^{ab} ±0,001
P3	0,172 ^b ±0,002	0,010 ^b ±0,001	0,000 ^a ±0,000	0,001 ^a ±0,001

Data rata-rata ammonium selama 30 hari penelitian (mg/L)

Perlakuan	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
P0	0,011 ^a ±0,001	0,005 ^a ±0,001	0,028 ^c ±0,002	0,012 ^a ±0,001
P1	0,012 ^{ab} ±0,002	0,011 ^b ±0,002	0,018 ^b ±0,001	0,001 ^a ±0,001
P2	0,013 ^b ±0,001	0,009 ^b ±0,001	0,018 ^b ±0,001	0,001 ^a ±0,001
P3	0,011 ^a ±0,001	0,010 ^b ±0,001	0,012 ^a ±0,000	0,000 ^a ±0,001

Lampiran 7. Pengukuran tanaman kangkung

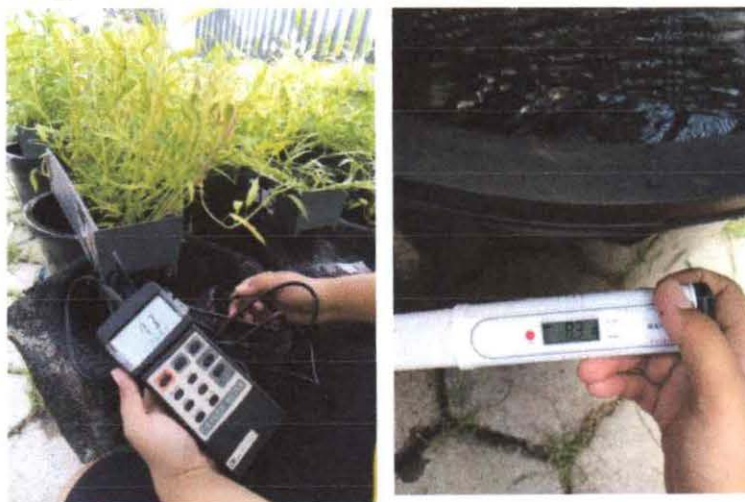
Perlakuan	Ulangan	Data Awal		Data Akhir	
		Panjang Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Tanaman	Jumlah Daun
P0	1	12,4	5	67,5	12
	2	12,4	5	72,9	8
	3	12,4	5	82,1	11
	4	12,4	5	75,9	9
	5	12,4	5	57,1	10
P1	1	12,4	5	78,8	15
	2	12,4	5	80,4	11
	3	12,4	5	93,5	13
	4	12,4	5	71,7	15
	5	12,4	5	61,4	14
P2	1	12,4	5	85,3	14
	2	12,4	5	87	12
	3	12,4	5	52,1	11
	4	12,4	5	72,8	12
	5	12,4	5	80,8	15
P3	1	12,4	5	73,2	17
	2	12,4	5	87,3	13
	3	12,4	5	89,2	12
	4	12,4	5	74,4	14
	5	12,4	5	95,8	14

Lampiran 8. Dokumentasi selama 30 hari penelitian

Pengukuran berat dan panjang ikan



Pengukuran kualitas air



Penyemaian tanaman





Sistem akuaponik

