

**PENGARUH JENIS TANAMAN TERHADAP PERFORMA  
PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766)  
DAN KUALITAS AIR DENGAN SISTEM AKUAPONIK**

**Skripsi**

**Oleh**

**Erma Avionita  
1814111008**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### PENGARUH JENIS TANAMAN TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766) DAN KUALITAS AIR DENGAN SISTEM AKUAPONIK

Oleh

ERMA AVIONITA

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah. Salah satu manfaat fitoremediasi pada kegiatan budi daya ikan adalah akuaponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi (1) pengaruh jenis tanaman yang berbeda pada sistem akuaponik terhadap pertumbuhan ikan nila, (2) pengaruh jenis tanaman yang berbeda pada sistem akuaponik terhadap kualitas air budi daya ikan nila, (3) pengaruh sistem akuaponik terhadap pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menggunakan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan (A) akuaponik tanaman stroberi (B) akuaponik tanaman selada (C) akuaponik tanaman daun bawang. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tanaman daun bawang menjadi perlakuan dengan nilai tertinggi dalam penelitian yang menghasilkan pertumbuhan berat ikan nila sebesar 37,92 g, panjang 6,03 cm, laju pertumbuhan spesifik 0,63%, serta tingkat kelangsungan hidup ikan nila sebesar 100%, untuk semua perlakuan tidak ada perbedaan hasil yang signifikan. Pada kualitas air perlakuan stroberi dan daun bawang menjadi perlakuan yang paling baik menghasilkan nilai kualitas air yang stabil dan mendukung kebutuhan hidup ikan nila. Serta tanaman dapat menyesuaikan kondisi sehingga dapat tumbuh dengan efektif. Dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini semua perlakuan memberikan hasil yang baik dalam menunjang performa pertumbuhan ikan, menjaga kualitas air, dan kualitas tanaman itu sendiri.

**Kata kunci :** *akuaponik, daun bawang, fitoremediasi, kualitas air, oreochromis niloticus, tanaman.*

## ABSTRACT

### THE INFLUENCE OF PLANT TYPE ON THE GROWTH PERFORMANCE OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766) AND WATER QUALITY WITH AN AQUAPONIC SYSTEM

By

ERMA AVIONITA

Phytoremediation is an effort to use plants to decontaminate waste. One of the benefits of phytoremediation in fish farming is aquaponics. This study aimed to evaluate (1) the effect of different plant species in the aquaponic system on the growth of tilapia, (2) the effect of different plant species in the aquaponic system on the quality of tilapia culture water, (3) the effect of the aquaponic system on plant growth. This study used three treatments and three replications. Treatment (A) aquaponics of strawberry plants (B) aquaponics of lettuce plants (C) aquaponics of leek. The results of the study showed that the leek was the treatment with the highest value in the study which resulted in a growth of tilapia weight of 37.92 g, length of 6.03 cm, a specific growth rate of 0.63%, and a survival rate of tilapia of 100%, for all treatments there was no significant difference in results. In terms of water quality, the strawberry and leek treatment was the best treatment to produce stable water quality values and support the life needs of tilapia. And plants can adjusted the conditions so they can grow effectively. It can be concluded that in this study all treatments gave good results in supporting fish growth performance, maintaining water quality, and the quality of the plants themselves.

**Key words :** *aquaponics, chives, oreochromis niloticus, plants, phytoremediation, water quality.*

**PENGARUH JENIS TANAMAN TERHADAP PERFORMA  
PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766)  
DAN KUALITAS AIR DENGAN SISTEM AKUAPONIK**

**Oleh**

**ERMA AVIONITA**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH JENIS TANAMAN TERHADAP PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766) DAN KUALITAS AIR DENGAN SISTEM AKUAPONIK**

Nama Mahasiswa : **Erma Avionita**

NPM : 1814111008

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan/Program Studi : Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



**Limin Santoso, S. Pi., M. Si.**  
NIP. 19770327 200501 1 00 1



**Yeni Elisdiana, S. Pi., M. Si.**  
NIP. 19900318 201903 2 02 6

**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Universitas Lampung**



**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19700815 199903 1 00 1

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

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



---

**Sekretaris : Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.**



---

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Yudha T. Adiputra, S.Pi., M.Si.**



---

**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP. 1961 1020 198603 1 002



**Tanggal lulus ujian skripsi : 28 Maret 2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik serjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung,

Yang membuat pernyataan



**Erma Avionita**  
NPM. 1814111008

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Erma Avionita yang dilahirkan di Way Empulau Ulu kab.Lampung Barat pada 19 April 2000, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Ahmad Apriansyah, S.Sos. dan Ibu Hertina. Penulis memiliki dua adik laki-laki bernama Hafiz Fadilah dan Gilang Ramadhan. Pada 2005 penulis mengawali pendidikan formal di Taman Kanak-Kanak (TK) Pertiwi Lampung Barat, kemudian melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Padang Dalam (2006-2012), melanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 04 Liwa (2012-2015), dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Liwa dengan mengambil Jurusan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) (2015-2018). Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S-1 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswi penulis sudah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Februari-Maret 2021 di Padang Dalam, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Pada Agustus-September 2021 penulis melaksanakan Peraktik Umum (PU) di Balai Benih Ikan (BBI) Natar, dengan judul “Teknik Pembenihan Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) di UPTD. Budi daya Air Tawar (BAT) Natar Lampung Selatan”. Pada Juni-Agustus 2022 penulis melaksanakan penelitian di Pekon Padang Dalam, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat dengan judul “Pengaruh jenis tanaman terhadap performa pertumbuhan ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766) dan kualitas air dengan sistem akuaponik”.

Penulis aktif di berbagai organisasi internal maupun eksternal antara lain, pernah menjadi anggota kegiatan Pemilihan Putri Hijab Lampung Barat yang diselenggarakan oleh Putri Hijab Management, bendahara kegiatan Liwa Food Fashion Festival (LF3), pemenang Muli Lampung Barat (2018) Ikatan Muli Mekhanai Lampung Barat (Immkalab). Finalis Muli Provinsi Lampung perwakilan Lampung Barat (2018), peserta Pembinaan Jejaring Kemitraan Program BIPA (Bahasa Indonesia Bagi Penutur Asing) (2019) yang diselenggarakan oleh Kantor Bahasa Lampung, Penulis juga mengikuti kegiatan kemahasiswaan pada Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), yaitu menjadi anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat (PMB).

## **PERSEMBAHAN**

Bismilahirrahmanirrohim

Alhamdulillah rabbil'alamin atas karunia, rahmat serta hidayah dari Allah SWT dengan penuh rasa syukur dan dengan segenap kerendahan hati, kupersembahkan skripsi ini kepada :

Bapak Ahmad Apriansyah, S.Sos. dan Ibu Hertina

Orang tuaku yang sangat kusayang dan cinta yang selalu sabar, mendukung, dan mendoakan putrimu dalam mencapai gelar serjana ini

Adiku tercinta, Hafiz Fadilah dan Gilang Ramadhan, yang selalu mendoakan dan mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini

Keluarga besar kerabat yang senantiasa hadir di setiap langkah dalam perjalananku, terimakasih atas segala doa dan dukungannya

Almamater tercinta, Universitas Lampung

## **MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al Baqarah : 286)

“Apa yang engkau pikirkan itulah yang akan terjadi”

(HR. Ibnu Majah)

“Tangan yang menadah ke langit, tidak akan kembali dengan keadaan kosong”

(Erma Avionita)

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi. Skripsi dengan judul “Pengaruh Jenis Tanaman Terhadap Performa Pertumbuhan Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1766) dan Kualitas Air dengan Sistem Akuaponik” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dukungan, saran serta motivasi sehingga proses penyelesaian skripsi berjalan dengan sebaik-baiknya.
4. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. sebagai Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan, memberikan arahan, dukungan, bimbingan saran dan kritik dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Yudha T. Adiputra, S.Pi., M.Si. sebagai penguji Utama yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu selama perkuliahan, serta memberikan kritik dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan pengalaman hidup kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.

7. Seluruh staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah membantu segala urusan administrasi selama masa perkuliahan.
8. Orang tua saya, Ayah Ahmad Apriansyah, Sos. dan Ibu Hertina, adik saya udo Hafiz Fadilah dan abang Gilang Ramdhan, serta adik kecilku Hanum Nadhin Alfika atas dukungan dan selalu mendoakan, memberikan semangat selama perkuliahan dan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Sahabat tercinta, Diki Setiawan, Ulfa Cucu Zainati, Desi Rahmalia, dan Dya Lastari yang telah membantu memberikan semangat dan dukungan bagi penulis selama ini.
10. Keluarga besar BDPI Angkatan 2018, yang tidak bisa dilupakan dalam memberikan banyak pelajaran berharga, motivasi, dan kebahagiaan selama perkuliahan.
11. Tim PU Balai Benih Ikan (BBI) Natar, Nury, Ramadhan, Apit, Kiki, Arif, dan Ucup.
12. Rekan-rekan KKN Unila di Desa Padang Dalom, Shanti, Elsa, Danu, Taufik, Galih dan Riki
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doanya sampai saat ini.

Bandar Lampung,  
Penulis,

**Erma Avionita**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Kerangka Pikir Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1. Biologi Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	7
2.1.1. Klasifikasi .....	7
2.1.2. Morfologi dan Habitat .....	7
2.2. Kualitas Air.....	8
2.2.1. Limbah Budi daya .....	8
2.2.2. Suhu .....	11
2.2.3. Derajat Keasaman Air.....	11
2.2.4. Total Padatan Terlarut/TDS .....	12
2.3. Bioremediasi .....	12
2.3.1. Akuaponik .....	12
2.3.2. NFT ( <i>nutrient film technique</i> ) .....	13
2.4. Tanaman Hidroponik.....	14

2.4.1. Stroberi.....	14
2.4.2. Selada.....	16
2.4.3. Daun Bawang .....	17
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian .....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Persiapan Wadah dan Ikan Uji .....	19
3.4.2. Persiapan Tanaman Uji.....	19
3.4.3 Desain Teknologi Akuaponik .....	20
3.4.4 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4.5. Data Sampel .....	23
3.4.6. Parameter Penelitian .....	23
3.4.7. Analisis Data .....	25
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil.....	26
4.1.1. Pertumbuhan Berat Mutlak Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	26
4.1.2. Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> )...	27
4.1.3. Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS).....	27
4.1.4. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) ...	28
4.1.5. Kualitas Air .....	29
4.1.6. Tanaman Uji.....	33
4.2. Pembahasan .....	33
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>38</b>
5.1. Simpulan .....	38
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	18
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	18
3. Kualitas air akuaponik .....	31
4. Tinggi tanaman dan jumlah daun pada sistem akuaponik .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	8
3. Daur nitrogen di perairan .....	9
4. Sistem akuaponik.....	13
5. Tanaman stroberi ( <i>Fragaria</i> Sp.) .....	15
6. Tanaman selada ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	16
7. Tanaman daun bawang ( <i>Allium fistulosum</i> ).....	17
8. Tata letak unit percobaan .....	19
9. Net pot.....	20
10. Desain kolam uji akuaponik tanaman stroberi ( <i>Fragaria</i> Sp.).....	21
11. Desain kolam uji akuaponik tanaman selada ( <i>Lactuca Sativa</i> L.)....	21
12. Desain kolam uji akuaponik tanaman daun bawang ( <i>Allium fistu- osum</i> ) .....	22
13. Susunan filter mekanis .....	22
14. Pertumbuhan berat mutlak ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	26
15. Pertumbuhan panjang mutlak ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> )....	27
16. Laju pertumbuhan spesifik ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	28
17. Tingkat kelangungan hidup ikan nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	29
18. Konsentrasi amonia (NH <sub>3</sub> ) pada sistem akuaponik .....	29
19. Konsentrasi nitrit (NO <sub>3</sub> ) pada sistem akuaponik .....	30
20. Konsentrasi nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) pada sistem akuaponik .....	31
21. Konsentrasi fosfat (PO <sub>4</sub> ) pada sistem akuaponik .....	31

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas ikan air tawar yang memiliki keunggulan antara lain : rasa yang lezat, daging yang padat, mudah diperoleh, dan harganya yang masih relatif terjangkau bagi masyarakat (Simanjuntak *et al.*, 2017). Hal tersebut menyebabkan komoditas ini digemari oleh masyarakat. Selain itu komoditas ikan dengan produksi tertinggi pada perikanan budi daya adalah ikan nila sebesar 358 ribu ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022). Ikan nila termasuk jenis ikan air tawar dengan kualitas adaptasi diri yang baik, sehingga menjadi komoditas unggul bagi budi daya perikanan di Indonesia (Putra, 2015).

Berdasarkan keunggulan dan juga permintaan yang tinggi, maka perlu dilakukan peningkatan produksi ikan nila. Menurut Fauzia *et al.* (2020), peningkatan produksi ikan nila dapat dilakukan dengan pemberian pakan yang baik dan kualitas air yang terus diperhatikan. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ikan nila adalah dengan melakukan sistem budi daya secara intensif. Budi daya intensif dilakukan dengan kepadatan ikan yang tinggi dan pakan utama yang digunakan adalah pelet dengan kandungan protein yang tinggi (Romadhona, 2016). Apabila ikan dibudidayakan dengan menggunakan sistem intensif, maka keberadaan dan ketergantungan terhadap pakan alami akan sangat dibatasi, sehingga pakan buatan menjadi satu-satunya sumber makanan bagi ikan yang dibudidayakan (Nugroho *et al.*, 2016). Secara umum, ikan maupun organisme akuatik lainnya membutuhkan protein yang cukup tinggi dalam pakan, tetapi hanya dapat meretensi protein sekitar 20-25 % dan selebihnya akan

terakumulasi dalam air (Crab *et al.*, 2008). Hasil ekskresi ikan dan sisa pakan yang tidak termakan akan terbuang ke perairan dalam bentuk amonia, sehingga semakin tinggi kepadatan ikan dan input pakan, maka akan semakin tinggi pula kandungan amonia dalam media budi daya tersebut (Maryam, 2010).

Tingginya kandungan limbah pada media budi daya dapat memberi dampak negatif, yaitu dapat bersifat toksik bagi ikan yang dibudidayakan dan juga berpengaruh terhadap lingkungan. Di samping itu, tingginya limbah amonia juga dapat menyebabkan masalah pada perairan, seperti menurunnya kualitas air, defisit oksigen karena proses dekomposisi bahan organik, serta eutrofikasi akibat akumulasi nitrogen dan fosfor (Romadhona *et al.*, 2016). Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas air media budi daya ikan secara intensif salah satunya adalah melalui fitoremediasi.

Menurut Priadie (2012), fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman untuk mereduksi konsentrasi limbah. Fitoremediasi merupakan proses yang terjadi pada bagian atas tanaman (daun) melalui proses pergerakan air dalam tanaman. Fitoremediasi memiliki berbagai macam cara kerja dalam budi daya, seperti menggunakan tanaman air atau akuaponik. Pemanfaatan stroberi (*Fragaria* sp.) sebagai tanaman akuaponik sudah dilakukan dalam penelitian terdahulu, diketahui bahwa akar tanaman stroberi dapat menyerap Fe (zat besi) dengan lebih efisien (Abbey *et al.*, 2019). Budi daya ikan nila dengan sistem akuaponik menggunakan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan ikan nila dan tanaman selada tersebut (Ramadhan *et al.*, 2016). Daun bawang (*Allium fistulosum*) juga pernah digunakan sebagai tanaman akuaponik dan dapat memperbaiki kualitas air media budi daya ikan nila (Bidayani *et al.*, 2017). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai jenis tanaman akuaponik yang mampu memperbaiki kualitas air media budi daya serta lebih sesuai bagi ikan nila di antara tanaman stroberi, selada, dan daun bawang.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah:

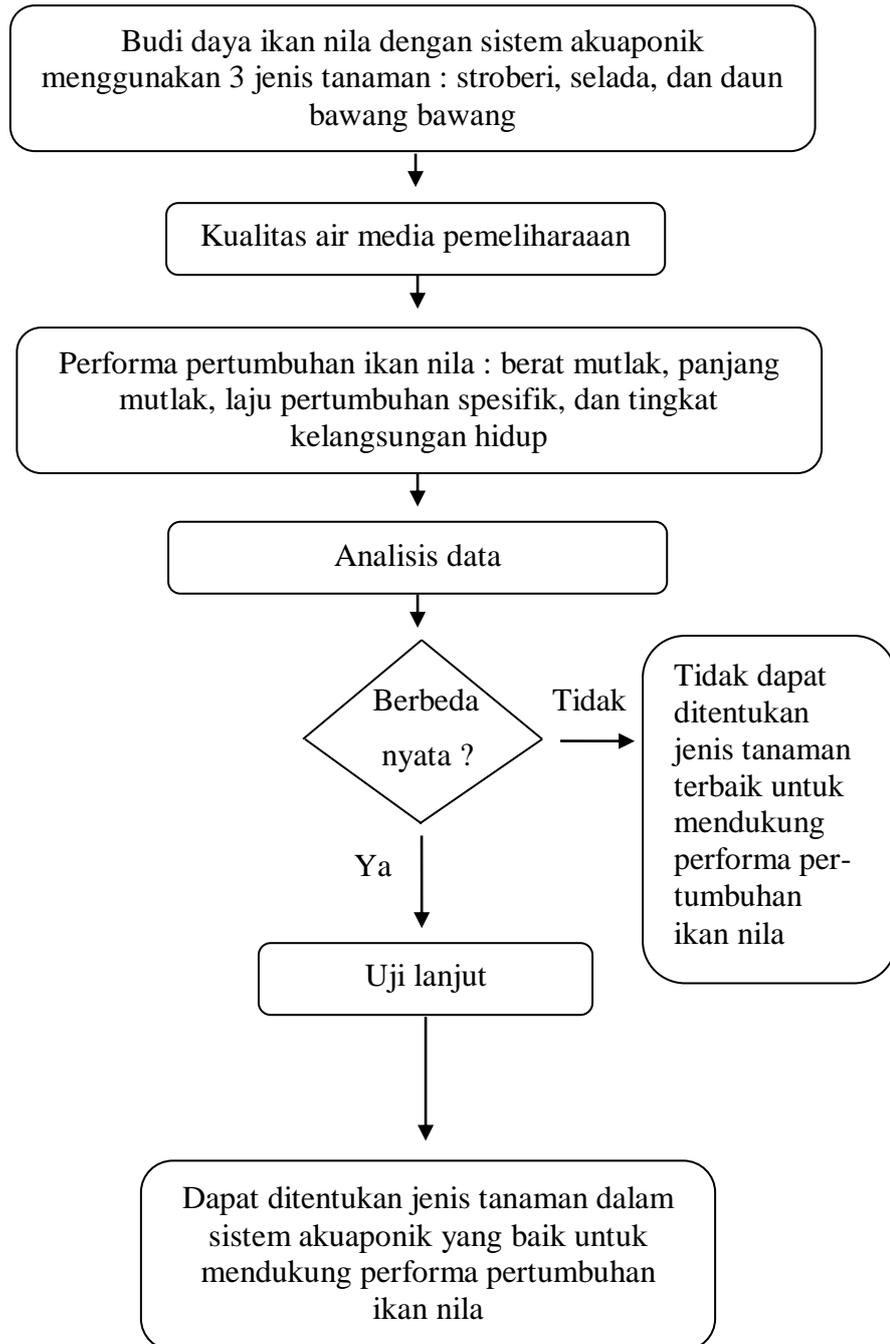
1. Mengevaluasi pengaruh jenis tanaman yang berbeda pada sistem akuaponik terhadap pertumbuhan ikan nila.
2. Mengevaluasi pengaruh jenis tanaman yang berbeda pada sistem akuaponik terhadap kualitas air budi daya ikan nila.
3. Mengevaluasi pengaruh sistem akuaponik terhadap pertumbuhan tanaman.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat atas manfaat mengenai penerapan sistem akuaponik dalam memperbaiki kualitas air dengan jenis tanaman yang berbeda pada pertumbuhan ikan nila serta produktivitasnya.

## 1.4. Kerangka Pikir Penelitian

Ikan nila merupakan komoditas yang digemari oleh masyarakat. Sebagai upaya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, maka perlu dilakukan peningkatan produksi ikan nila yaitu melalui intensifikasi budi daya. Apabila budi daya dilakukan secara intensif, maka kepadatan ikan dan jumlah pakan yang diberikan akan meningkat. Pemberian pakan berlebih akan menimbulkan efek kadar amonia yang tinggi, sehingga dapat memengaruhi kualitas air budi daya. Permasalahan dalam kualitas air pada budi daya dapat diatasi dengan perlakuan perbandingan jenis tanaman yang dilakukan dalam uji ini. Perlakuan ini diharapkan dapat mereduksi kadar amonia, nitrit, nitrat, dan fosfat di kolam budi daya, sehingga kualitas air yang dihasilkan akan lebih baik dan mampu mereduksi bahan organik melalui sistem akuaponik atau fitoremediasi. Merujuk pada pendapat (Ramadhan *et al.*, 2016 ; Bidayani *et al.*, 2017 ; Abbey *et al.*, 2019) tanaman stroberi (*Fragaria ananassa*), selada (*Lactuca sativa L.*), dan daun bawang (*Allium fistulosum*) diketahui dapat memperbaiki kualitas air budi daya dan mampu meningkatkan performa ikan yang dipelihara.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

### 1.5. Hipotesis

Berdasarkan urian di atas, hipotesis yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

#### 1. Pertumbuhan berat mutlak

$H_0$  : semua  $\tau_i = 0$

Semua pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda (stroberi, selada, dan daun bawang) tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak.

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak.

#### 2. Panjang mutlak

$H_0$  : semua  $\tau_i = 0$

Semua pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda (stroberi, selada, dan daun bawang) tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak.

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak.

#### 3. Laju pertumbuhan spesifik

$H_0$  : semua  $\tau_i = 0$

Semua pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda (stroberi, selada, dan daun bawang) tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik.

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik.

#### 4. Kelangsungan hidup

$H_0$  : semua  $\tau_i = 0$

Semua pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda (stroberi, selada, dan daun bawang) tidak berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup.

$H_1$  : minimal ada satu  $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh penggunaan jenis tanaman yang berbeda nyata terhadap kelangsungan hidup.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Biologi Nila

#### 2.1.1. Klasifikasi

Menurut Froese *et al.* (2023), klasifikasi ikan nila adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Acanthopterygii
Ordo	: Percomorphi
Subordo	: Percoidea
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

#### 2.1.2. Morfologi dan Habitat

Berdasarkan Santoso (2018), ikan nila yang hidup di air tawar memiliki bentuk mata dengan retina hitam gelap dan bulat menonjol, tepi mata berwarna abu-abu. Bagian operkulum (penutup insang) berwarna putih kehijauan. Sirip punggung (*dorsal fin*) keras dan terdapat garis berwarna hitam keabu-abuan. Sirip dada (*pectoral fin*) berwarna hitam keabu-abuan agak terang. Sirip perut (*ventral fin*) ikan nila berwarna hitam keabu-abuan agak terang. Sirip anus (*anal fin*) keras berwarna hitam gelap. Pada bagian sirip ekor (*caudal fin*) terdapat garis melintang yang ujungnya berwarna kemerah-merahan. Pada sisik ikan nila terdapat garis hitam keabu-abuan, sementara bagian perutnya jika ditekan terasa keras.



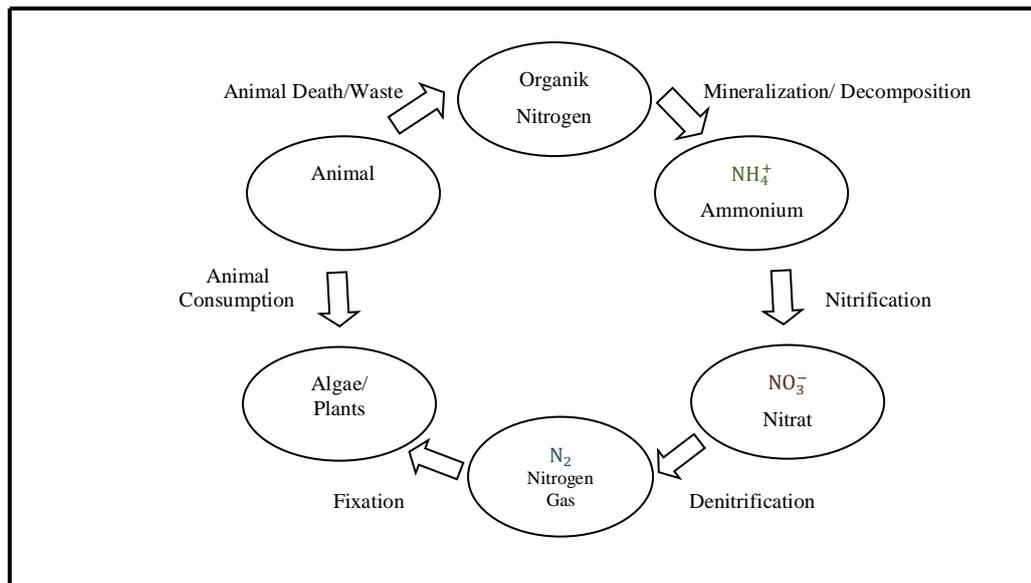
Gambar 2. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Habitat ikan nila adalah di perairan tawar, seperti sungai, danau, waduk dan rawa. Tetapi karena toleransinya yang tinggi terhadap salinitas, maka ikan nila dapat hidup dan berkembang biak di perairan payau dan laut. pH optimal untuk ikan nila antara 6,8-8,5, suhu optimal antara 25-32°C, oksigen terlarut berkisar antara 3-5 ppm, padatan terlarut optimum berkisar 1000 mg/l, amonia 0,5 ppm, nitrit 0,06 ppm, nitrat 20 ppm dan fosfat berkisar 0,2-1 ppm. Ikan nila yang masih kecil lebih tahan terhadap perubahan lingkungan dibandingkan dengan ikan yang sudah besar (Suyanto, 2011).

## 2.2. Kualitas Air

### 2.2.1 Limbah Budi daya

Limbah budi daya bekas pemeliharaan ikan memiliki porsi yang relatif besar dan mengandung bahan organik yang tinggi. Kondisi tersebut disebabkan oleh sisa-sisa pakan dan metabolisme ikan, seperti urin dan feses (Febrianto *et al.*, 2016). Nitrogen ada di lingkungan dalam berbagai bentuk kimia termasuk nitrogen organik, amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Nitrogen organik dapat berupa organisme hidup atau humus dan dalam produk antara dekomposisi bahan organik atau humus terbentuk. Banyak proses yang dilakukan oleh mikroba baik untuk menghasilkan energi atau menumpuk nitrogen dalam bentuk yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Dewi *et al.*, 2013).



Gambar 3. Daur nitrogen di air

Sumber : Sitompul *et al.* (2020)

Dekomposisi oleh bakteri pengurai *Bacillus* sp. yang disebut dengan proses amonifikasi, gas amonia ( $\text{NH}_3$ ) menjadi garam amonium ( $\text{NH}_4$ ). Proses awal yang terjadi yaitu amonia dikonversi menjadi nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) oleh beberapa genus bakteri termasuk *Nitromonas* (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Proses terakhir dalam daur nitrogen adalah perubahan nitrit dan nitrat oleh kelompok bakteri seperti *Nitrobacter* menjadi gas nitrogen yang hanya bisa dilakukan oleh bakteri denitrifikasi dan setelah itu akan diserap oleh tanaman dan kembali pada ikan. Nitrogen yang kembali ke atmosfer akan mengulang siklus dari awal lagi dan seterusnya.

Amonia ( $\text{NH}_3$ ) adalah gas tidak berwarna berbau tajam dan sangat larut dalam air, terdiri dari nitrogen dan hidrogen. Amonia merupakan senyawa anorganik yang diperlukan sebagai sumber energi dalam proses nitrifikasi bakteri aerobik. Amonia merupakan produk akhir utama penguraian protein pada ikan. Ikan akan mencerna protein dalam pakan dan mengekresikan amonia melalui insang dan feses. Amonia pada lingkungan budi daya juga berasal dari proses dekomposisi bahan organik seperti sisa pakan, alga mati dan tumbuhan akuatik. Terdapat dua bentuk amonia di air, yaitu yang terionisasi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) memiliki kadar racun yang rendah dan yang tidak terionisasi amonia ( $\text{NH}_3$ ) dapat berbahaya bagi organisme

akuatik karena bersifat toksik. Nilai  $\text{NH}_3$  bergantung pada nilai pH dan suhu perairan. Semakin tinggi suhu dan pH air, persentase  $\text{NH}_3$  semakin tinggi (Boyd, 1990).

Kadar amonia  $\text{NH}_3$  harus dikurangi agar tidak membunuh ikan dan tanaman. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menekan kadar amonia di kolam, di antaranya dengan menghentikan sementara pemberian pakan, menambahkan air baru ke dalam kolam dan mengurangi padat tebar ikan. Sistem akuaponik yang sehat memiliki level maksimum amonia yang aman yaitu 0,5 ppm (Lorena *et al.*, 2011).

Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat merupakan salah satu nutrisi senyawa yang penting dalam sintesis protein hewan dan tumbuhan. Sumber utama pengayaan zat hara nitrat adalah limpasan permukaan, erosi, *leaching* lahan pertanian yang subur dan limbah pemukiman. Kadar nitrat di perairan alami biasanya tidak melebihi nilai 0,1 ppm. Kadar nitrat di perairan yang mencapai 0,2 ppm dapat menyebabkan eutrofikasi yang berakibat pada pertumbuhan fitoplakton dan alga yang pesat.

Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) merupakan salah satu unsur esensial bagi metabolisme dan pembentukan protein. Fosfat yang merupakan salah satu senyawa nutrisi yang sangat penting di perairan. Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat (Purnama-ningtyas, 2014).

Sama halnya dengan konsentrasi nitrat, tingginya konsentrasi fosfat dapat berbahaya bagi biota laut yang hidup dalam perairan. Sebagai imbasnya, potensi terjadinya eutrofikasi atau ledakan populasi (*blooming*) alga sangat besar. Menurut Anhwange *et al.* (2012) tingkat maksimum fosfat yang disarankan untuk sungai dan perairan yang telah dilaporkan adalah 0,1 ppm. Perairan yang nilai konsentrasinya fosfatnya lebih dari 0,1 ppm dikelompokkan sebagai perairan eutrofik, dimana di perairan ini sering terjadi *blooming* fitoplankton (Kadim *et al.*, 2017). Kondisi

tersebut selanjutnya dapat berpengaruh terhadap turunnya konsentrasi oksigen dalam badan air sehingga menyebabkan kematian ikan dan fosfat akan kembali terdeposisi ke dalam pori sedimen melalui berbagai proses antara lain sedimentasi dan adsorpsi (Purnamaningtyas, 2014).

### **2.2.2 Suhu**

Suhu merupakan parameter fisik yang berperan mengendalikan kondisi ekologi perairan. Suhu air juga menjadi salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi sintasan organisme air. Menurut Ayuniar *et al.* (2018) suhu atau temperatur pada badan air dapat berubah karena perubahan musim. Hal ini juga diperkuat dengan pernyataan Boyd (1982) bahwa variasi suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu tingkat intensitas cahaya di permukaan perairan, keadaan cuaca, awan, dan proses pengadukan. Stratifikasi suhu di suatu perairan berperan penting dalam proses ekologis badan air.

Suhu perairan tidak selalu berada pada titik stabil. Rendahnya suhu kemungkinan disebabkan terjadinya pencampuran massa air, baik secara horizontal maupun vertikal, sebagai akibat dari kuatnya arus, sempit, dan dangkalnya perairan. Kenaikan suhu perairan juga menurunkan kelarutan oksigen dalam air, memberikan pengaruh langsung terhadap aktivitas ikan di samping akan menaikkan daya racun suatu polutan terhadap organisme perairan (Koniyo, 2020). Adanya peningkatan tersebut disebabkan oleh perbedaan waktu dan musim. Berdasarkan standar baku menurut Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 untuk perikanan suhu optimal pada budi daya ikan air tawar berkisar antara 25-32°C.

### **2.2.3 Derajat Keasaman Air**

Dalam perairan derajat keasaman air menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaaan suatu perairan. Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Nilai derajat keasaman (pH) perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Derajat keasaman mempunyai pengaruh yang besar terhadap kehidupan tumbuhan dan hewan akuatik,

sehingga derajat keasaman perairan seringkali digunakan untuk petunjuk parameter perairan sebagai lingkungan hidup dan memengaruhi produktivitas perairan. Perairan dengan nilai  $\text{pH} = 7$  adalah netral, kondisi perairan dengan  $\text{pH} < 7$  bersifat asam, sedangkan perairan dengan  $\text{pH} > 7$  bersifat basa. Nilai optimum pH dalam suatu perairan tawar berkisar antara 6,8 - 8,5 (Nugroho, 2006).

#### **2.2.4 Total Padatan Terlarut/TDS**

Total padatan terlarut adalah jumlah material yang terlarut di dalam air. Total padatan terlarut adalah padatan terlarut yang terkandung pada larutan dimana dipengaruhi oleh jumlah ion yang terkandung pada perairan tersebut (Airlindia *et al.*, 2015). Nilai total padatan terlarut pada tiap perlakuan masih berkisar  $< 1.000 \text{ mg/l}$ , yang dapat dikatakan masih layak dalam kegiatan budi daya. Hal tersebut berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, bahwa batas maksimum kadar total padatan terlarut untuk perairan kelas III adalah  $< 1.000 \text{ mg/l}$ , batas tersebut dapat digunakan sebagai acuan standar total padatan terlarut pada perairan untuk kegiatan budi daya (Effendi *et al.*, 2015).

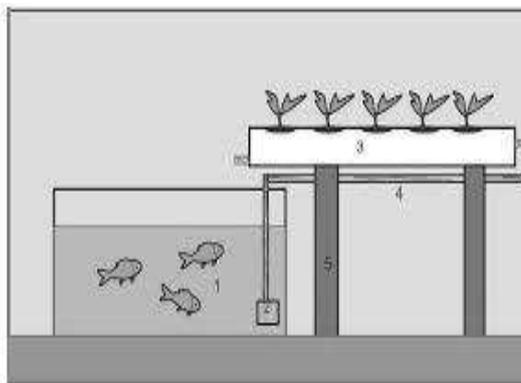
Media filterasi dan sirkulasi dapat menurunkan kadar total padatan terlarut dalam air (Sulastri *et al.*, 2014). Tingginya nilai total padatan terlarut dapat disebabkan oleh peningkatan aktivitas ikan yang semakin mengalami pertumbuhan dan pengaruh sisa pakan, serta hasil metabolisme ikan. Nilai total padatan terlarut dapat digunakan berbagai teknik pengukuran. Alat standar yang dapat digunakan adalah TDS meter digital, dengan cara sensor dicelupkan ke air dan ditunggu nilai yang muncul pada layar.

### **2.3. Bioremediasi**

#### **2.3.1. Akuaponik**

Akuaponik merupakan kombinasi yang menggabungkan akuakultur dan hidroponik. Tujuannya adalah untuk memelihara ikan serta tanaman pada lingkungan yang tersirkulasi dalam sistem yang saling terhubung dan menguntungkan. Sistem akuaponik merupakan sebuah ekosistem lingkungan antara ikan dan tumbuhan yang mempunyai keunggulan yaitu hemat air, tidak menggunakan pupuk kimia

dan mudah perawatannya. Jika berbudi daya ikan yang banyak dalam suatu wadah, dapat menimbulkan air yang akan terkontaminasi dengan amonia, jika terlalu pekat dapat meracuni ikan, sehingga dengan dikombinasikan menggunakan hidroponik, amonia dalam air budi daya perikanan tersebut diubah menjadi nitrit dan nitrat oleh mikrobial dalam media hidroponik, kemudian diserap oleh tanaman sebagai hara. Tanaman akan tumbuh subur, sementara air sisanya menjadi lebih aman bagi ikan karena tanaman dan medianya berfungsi sebagai penyaring air (Wahap *et al.*, 2010).



Keterangan :

1. Kolam pemeliharaan ikan.
2. Pompa air.
3. Wadah pemeliharaan tanaman.
4. Pipa saluran pemasukan dari kolam pemeliharaan.
5. Penyangga wadah pemeliharaan tanaman.
6. Pipa saluran pengeluaran dari pemeliharaan tanaman.

Gambar 4. Sistem akuaponik

Sumber : Dauhan *et al.* (2014)

Sistem akuaponik memiliki biofilter dan aerator, biofilter menjadi tempat bagi bakteri nitrifikasi untuk mengubah amonia yang dihasilkan oleh kotoran ikan menjadi nitrat yang dapat digunakan oleh tanaman. Adapun aerator berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air yang bermanfaat bagi ikan dan tanaman. Akuaponik dapat dikembangkan dengan terobosan dalam bidang perbaikan produk, peningkatan sistem, dan penekanan pada biaya produksi. Salah satu teknik yang dapat diterapkan untuk mengembangkan usaha akuaponik, yaitu diversifikasi. Diversifikasi diwujudkan dengan memanfaatkan suatu hamparan lahan untuk mengembangkan dua jenis usaha (Ecolife, 2011).

### 2.3.2. NFT (*Nutrient Film Technique*)

Teknik hidroponik yang sering digunakan masyarakat adalah NFT (*nutrient film technique*). NTF merupakan hidroponik aktif atau dinamis dengan model budi

daya meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran dapat berkembang di dalam larutan nutrisi, karena di sekitar perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem dikenal dengan nama NFT. Penyerapan larutan nutrisi merupakan komponen penting dalam budi daya NFT. Seringkali larutan nutrisi yang diberikan tidak dapat diserap tanaman karena aliran larutan nutrisi yang tidak dapat merata di seluruh permukaan talang sehingga akar yang tidak tersentuh aliran larutan nutrisi dapat membuat pertumbuhan tanaman terhambat. Nutrisi yang diberikan pada tanaman sangat berhubungan dengan pH air.

Tingkat pH air akan memengaruhi daya larut unsur hara pada tanaman yang berakibat pada tingkat kesuburan tanaman tersebut. Nilai pH yang konstan dapat mencegah reaksi kimia yang negatif pada larutan nutrisi akuaponik yang berdampak pada kualitas tanaman. Selama ini cara untuk mempertahankan pH air masih dilakukan secara manual menggunakan pH meter. Pengecekan pH air tersebut dilakukan secara terus menerus, karena perubahan pH air dapat disebabkan oleh suhu, kelembaban dan juga laju aliran nutrisi. Suhu dan kelembaban merupakan faktor lingkungan, sedangkan laju aliran nutrisi ini bergantung pada bukaan *valves* (katup) pada modul sistem hidroponik NFT (Putra *et al.*, 2007).

## **2.4. Tanaman Hidroponik**

### **2.4.1. Stroberi**

Klasifikasi tanaman stroberi menurut Harianingsih (2010) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Famili	: Rosaceae
Subfamili	: Rosoideae
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria</i> sp.



Gambar 5. Tanaman stroberi (*Fragaria* sp.)

Stroberi merupakan tanaman budi daya di negara beriklim subtropis. Dalam waktu 10 tahun konsumsi stroberi per kapita mengalami peningkatan 1,5%., tetapi tingginya konsumsi stroberi tidak diimbangi oleh peningkatan produksi stroberi sehingga harganya menjadi tidak stabil (Bouffard, 2012). Stroberi merupakan spesies hibrida yang banyak dikultivar di seluruh dunia. Pada tanaman poliploid jumlah kromosom yang lebih banyak menyebabkan ukuran sel dan inti bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar menghasilkan organ tanaman seperti daun, bunga dan buah yang secara keseluruhan lebih besar dibandingkan dengan tanaman diploid. Selain perubahan karakter morfologi, terdapat pula perubahan karakter fisiologi. Dengan meningkatnya jumlah kromosom menyebabkan terjadinya perubahan fisiologi, sehingga pertumbuhan lambat, umur bunga lebih panjang, peningkatan kandungan sel (protein, minyak atsiri, dan vitamin), tekanan osmotik meningkat serta munculnya sterilitas yang tinggi akibat ketidakteraturan mitosis (Hofer *et al.*, 2012). Stroberi tumbuh dengan baik pada lahan dataran tinggi karena stroberi secara teknis memerlukan lingkungan tumbuh bersuhu dingin dan lembab dengan suhu optimum antara 17 - 20°C, kelembaban 80 - 90%, penyinaran matahari 8-10 jam per hari dan curah hujan berkisar 600 - 700 mm per tahun (Satiawan *et al.*, 2018).

Stroberi merupakan buah semu, karena berasal dari perkembangan reseptakel. Buah atau reseptakel stroberi secara anatomi tersusun atas korteks pada bagian luar dan empulur pada bagian tengah tersusun atas sel-sel parenkim (Polito *et al.*, 2002). Korteks pada reseptakel ini bukan berasal dari perkembangan hipodermis, bukan merupakan diferensiasi sistem dermal seperti pada daging buah kebanyakan (Roth, 1997). Menurut Abbey *et al.* (2019) tanaman stroberi memiliki kemampuan menyerap limbah untuk kemudian dimanfaatkan untuk pertumbuhannya.

### 2.4.2. Selada

Klasifikasi tanaman selada menurut Rukmana *et al.* (1994) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Asterales
Famili	: Asteraceae
Genus	: <i>Lactuca</i>
Spesies	: <i>Lactuca sativa</i> L.



Gambar 6. Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)

Selada merupakan sayuran daun yang berasal dari negara beriklim sedang. Menurut sejarah tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu, tanaman selada berasal dari kawasan Amerika. Tanaman selada merupakan salah satu jenis sayuran daun yang banyak dikonsumsi masyarakat luas. Tanaman selada banyak dipilih oleh masyarakat karena warna, tekstur dan aromanya yang menyegarkan penampilan makanan, sehingga mampu menambah selera makan. Selada dikenal sebagai sumber mineral, pro-vitamin A, vitamin C, dan kaya akan serat. Seiring dengan perubahan pola hidup masyarakat dan bertambahnya pengetahuan akan pentingnya asupan gizi makanan serta cara memilih bahan makanan, maka dirasakan kebutuhan sayuran selada semakin meningkat (Rohmah *et al.*, 2019).

### 2.4.3. Daun Bawang

Klasifikasi ilmiah tanaman daun bawang menurut Rukmana (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Liliiflorae
Famili	: Liliaceae
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium fistulosum</i> L.



Gambar 7. Tanaman daun bawang (*Allium fistulosum* L.)

Daun bawang tergolong dalam jenis sayuran semusim karena umurnya relatif pendek. Struktur tanaman daun bawang terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan biji. Akar pada tanaman daun bawang berbentuk serabut pendek dan bertumbuh ke segala arah, tetapi perakarannya dangkal. Lahan yang baik dan dapat menopang kehidupan tanaman ini memiliki karakteristik tanah yang gembur, subur, dan terutama mudah menyerap air (Jumadi, 2014). Tanaman daun bawang juga dapat hidup dan tumbuh dengan baik pada media akuaponik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Bidayani *et al.* (2017), diketahui bahwa budi daya ikan dengan sistem akuaponik menggunakan tanaman daun bawang ternyata mampu meningkatkan produktivitas komoditas ikan yang dibudi daya.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari diantara Juni - Agustus 2022 di Pekon Padang Dalam, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat Penelitian	Kegunaan
1	Kolam terpal 80x80x40 cm <sup>3</sup>	Wadah pemeliharaan ikan.
2	<i>Net pot</i> 8 cm + pot	Wadah tanaman uji.
3	Ember 5 liter	Wadah filter mekanis.
4	Penggaris 30 cm	Mengukur panjang ikan.
5	Timbangan digital 0,01 gram	Mengukur berat benih ikan.
6	Padatan terlarut	Mengukur total padatan terlarut.
7	pH meter	Mengukur pH.
8	Termometer	Mengukur suhu.
9	Pipa paralon 3 inci	Mengaliri air.
10	Tes kit amonia, nitrit, nitrat dan fosfat	Mengecek kualitas air penelitian.
11	Pompa akuarium	Memompa air ke tanaman.
12	<i>Scoope net</i>	Menyaring ikan saat sampling.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

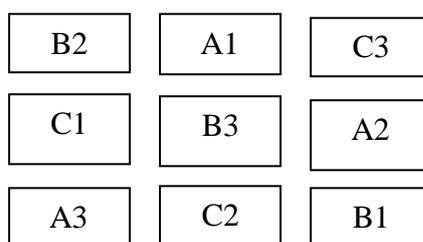
No.	Bahan	Kegunaan
1	Ikan nila 80 gram	Hewan uji
2	Tanaman stroberi	Tanaman uji
3	Tanaman selada	Tanaman uji
4	Tanaman daun bawang	Tanaman uji
5	Pakan komersil 781-1	Pakan hewan uji

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut :

1. Perlakuan (A) : Akuaponik tanaman stroberi
2. Perlakuan (B) : Akuaponik tanaman selada
3. Perlakuan (C) : Akuaponik tanaman daun bawang

Adapun tata letak denah penelitian dapat di lihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Tata letak unit percobaan

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Wadah dan Ikan Uji

Wadah pemeliharaan ikan yang digunakan adalah kolam terpal berukuran 80 x 80 x 40 cm<sup>3</sup>. Wadah dan alat-alat pemeliharaan terlebih dahulu dibersihkan dan disinfeksi dengan cara tradisional menggunakan batang atau pelepah daun pisang yang direndamkan di dalam kolam uji. Setelah bersih wadah pemeliharaan ikan disusun sesuai dengan susunan yang telah ditentukan. Sebelum memasukan ikan dalam kolam budi daya, air diberi aerasi terlebih dahulu selama 2 hari. Setelah itu wadah yang telah di isi air bersih setinggi 25 cm atau dengan kapasitas air 160 l dan telah dipasang pompa air, baru dapat dimasukkan ikan uji. Ikan uji yang digunakan yaitu ikan nila dengan bobot ±80 gram dengan padat tebar 20 ekor/kolam yang diperoleh dari kawasan budi daya ikan nila di Lumbok Seminung, Lampung Barat.

#### 3.4.2 Persiapan Tanaman Uji

Wadah pemeliharaan tanaman yang digunakan yaitu *net pot* dengan ukuran diameter atas 8 cm, diameter bawah 5,5 cm dan tinggi 7 cm untuk semua tanaman ujinya. Pada perlakuan tanaman uji stroberi, wadah dipersiapkan dengan meletakkan serabut kelapa pada bagian bawah *net pot* yang berfungsi sebagai penahan

media tanam berupa tanah dalam proses penyerapan air untuk tanaman stroberi yang kemudian tanaman stroberi akan dimasukkan ke dalam *net pot*. Bibit tanaman yang digunakan yaitu menggunakan bibit anakan stroberi yang sudah menjalar dari tanaman induk dan sudah memiliki 5-6 helai daun dengan tinggi mencapai  $\pm 13$  cm untuk stroberi. Lalu untuk tanaman selada yang digunakan dalam uji yaitu bibit tanaman yang telah disemai selama 30 hari dan untuk tanaman daun bawang menggunakan anakan tanaman yang sudah mencapai tinggi  $\pm 22$  cm. Teknis yang diterapkan yaitu pipa paralon berukuran 3 inci disambungkan ke setiap bagian *inlet* pada *net pot* dan *outlet* ke media pemeliharaan ikan.

Jumlah tanaman yang digunakan yaitu 5 batang dalam 1 kolam uji. Terdapat 1 jenis tanaman yang telah siap dalam *netpot*. Dalam setiap tiga kolam diisi menggunakan 1 jenis tanaman yang sama.

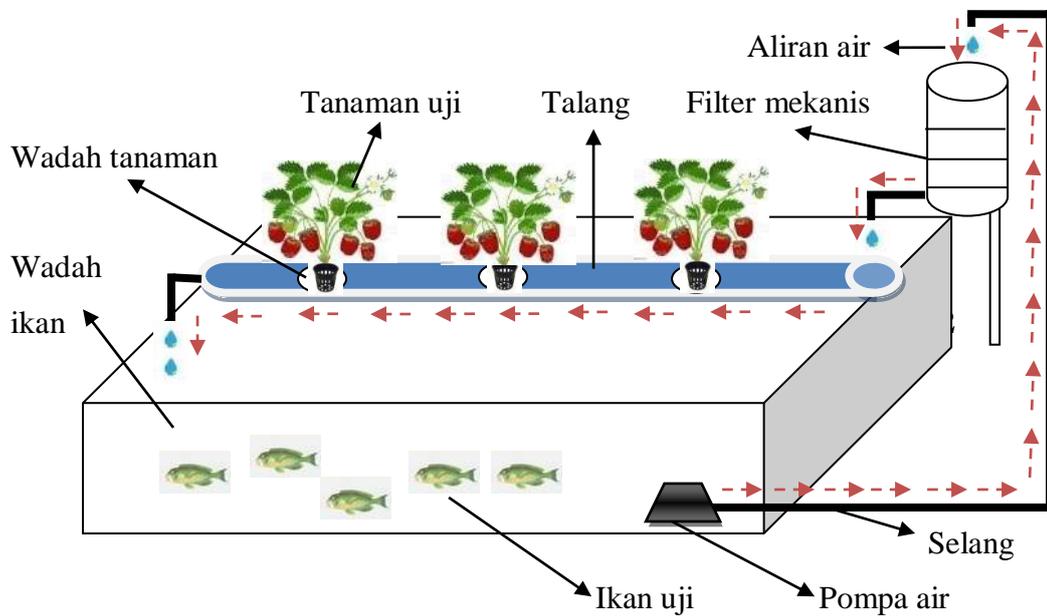


Gambar 9. Wadah tanaman (*net pot*)

### 3.4.3 Desain Teknologi Akuaponik

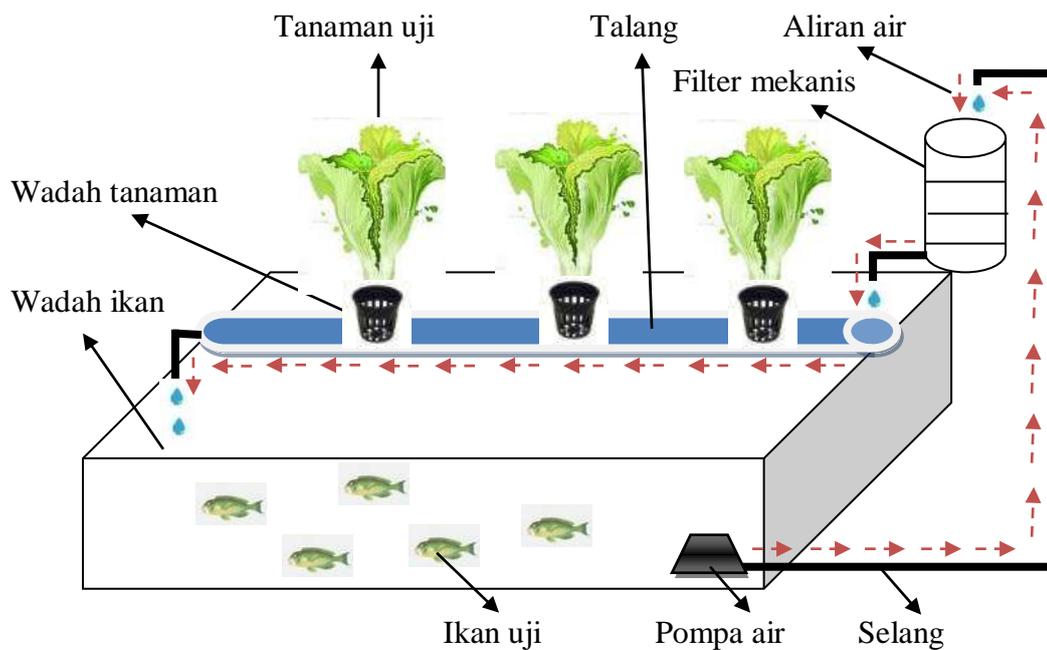
Desain akuaponik yang dipakai menggunakan sistem *nutrient film technique* (NFT). Sistem ini merupakan hidroponik aktif atau dinamis dengan model budi daya meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal, sehingga akar tanaman tidak tenggelam dalam genangan air. Desain ini kolam budi daya dilengkapi filter mekanis yang dapat membantu mengurai kotoran atau sisa pakan yang tersedot pompa. Filter mekanis akan ditopang papan tambahan yang akan membantu menahan beban air yang telah disedot agar dapat dialirkan di dalam talang air. Pompa yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pompa akuarium dengan daya sebesar 28 watt, dengan kekuatan menyedot air 1.800 l/jam dan ketinggian air dapat mencapai 1,5 meter. Arus air dimulai dari kolam budi daya yang disedot oleh pompa, selanjutnya air akan terlebih dahulu dialirkan ke dalam filter mekanis. Setelah itu air akan diteruskan menuju talang yang terdapat wadah dan media tanaman uji. Air akan melewati wadah tanaman yang selanjutnya tanaman akan

menyerap nutrisi untuk suplai tambahan dalam pertumbuhan tanaman. Barulah setelah melewati proses tersebut air akan kembali pada kolam budi daya dan akan terus memutar seperti pada siklus awal.



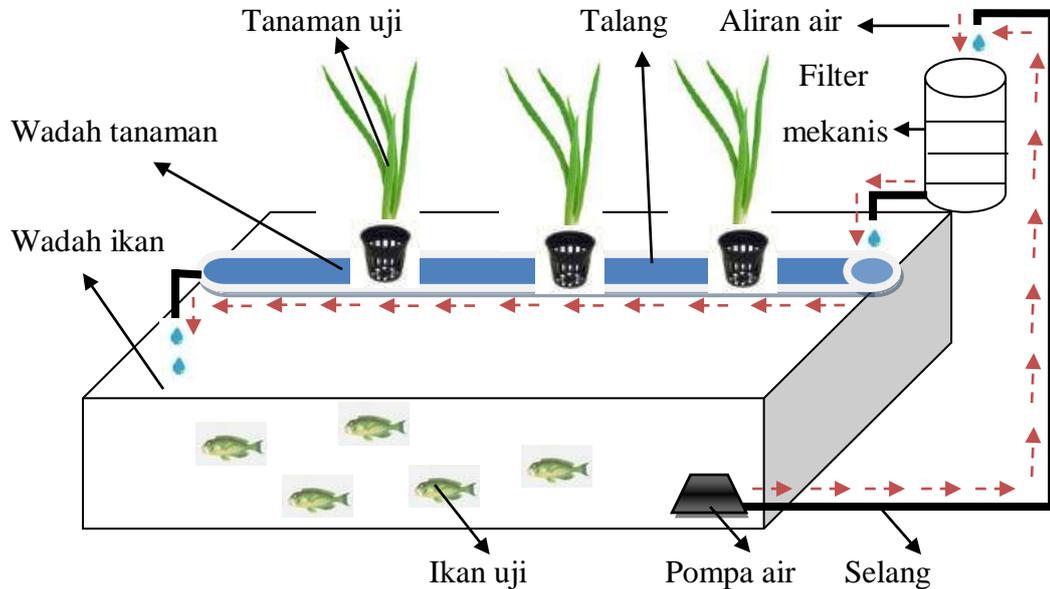
Gambar 10. Desain kolam uji akuaponik tanaman stroberi (*Fragaria* sp.)

Berikut merupakan desain akuaponik untuk tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada Gambar 11.



Gambar 11. Desain kolam uji akuaponik tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)

Berikut merupakan desain akuaponik untuk tanaman daun bawang (*Allium fistulosum*) pada Gambar 12.



Gambar 12. Desain kolam uji akuaponik tanaman daun bawang (*Allium fistulosum*)

Berikut merupakan desain filter mekanis dalam sistem akuaponik dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Susunan filter mekanis

#### 3.4.4 Pelaksanaan Penelitian

Selama masa pemeliharaan dilakukan pemberian pakan komersil 781 dengan komposisi protein 31-33%, lemak 4-6%, serat 3-5% dan kadar air 9-10%, menggunakan metode *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari

yaitu pukul 08.00, 12.00 dan 17.00 WIB. Selama pelaksanaan penelitian dilakukan pemeliharaan ikan dan tanaman serta kualitas air budi daya.

Pemeliharaan tanaman stroberi dilakukan dengan mengontrol pertumbuhan, dengan cara membuang daun tanaman yang sudah mati dan membuang cabang tanaman yang sudah tumbuh menjalar. Hal ini dilakukan agar kebutuhan nutrisi tanaman dapat terfokus pada pertumbuhan tanaman dan pembuahannya saja. Pada tanaman selada dan daun bawang kontrol yang dilakukan yaitu dengan mengecek keadaan akar dan kesegaran daun yang terjadi pembusukan dan dilakukan cek kondisi daun jika terdapat hama tanaman yang mengganggu. Parameter lain yang diamati yaitu mengukur kadar amonia, nitrit, nitrat, fosfat, suhu, pH dan total padatan terlarut.

#### **3.4.5. Data Sampel**

Data sampel dilakukan sebanyak 5 kali sampling selama 60 hari, dengan pengambilan sampel setiap 14 hari. Data parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi : kandungan amonia, nitrit, nitrat, fosfat, kondisi suhu, pH, total padatan terlarut, pertumbuhan bobot, panjang mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan kelangsungan hidup. Selanjutnya untuk parameter tumbuhan berupa tinggi batang dan jumlah daun.

#### **3.4.6 Parameter Penelitian**

Parameter penelitian yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

a. Pertumbuhan bobot dan panjang mutlak ikan nila

Pengukuran bobot dan panjang mutlak ikan dilakukan pada awal dan akhir masa pemeliharaan. Sebanyak 50% dari total ikan setiap wadah secara acak. Pengukuran biomassa ikan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian (0,01 g). Sedangkan pengukuran panjang tubuh menggunakan penggaris.

Menurut Effendie (2003) pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan :

$W$  : Pertumbuhan bobot mutlak (gram)

$W_t$  : Bobot rata-rata akhir (gram)

$W_0$  : Bobot rata-rata awal (gram)

Menurut Effendie (2003) pertumbuhan panjang di ukur menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = P_t - P_0$$

Keterangan :

$P$  : Pertumbuhan Panjang Mutlak (cm)

$P_t$  : Pertumbuhan panjang sesudah pemeliharaan (cm)

$P_0$  : Pertumbuhan panjang sebelum pemeliharaan (cm)

b. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) ikan nila

Laju pertumbuhan spesifik merupakan % dari selisih berat akhir dan berat awal, dibagi dengan lamanya waktu pemeliharaan. Menurut Zenneveld *et al.* (1991), persamaan perhitungan laju pertumbuhan spesifik adalah :

$$LPS = \frac{W_t - W_0}{T} \times 100\%$$

Keterangan :

LPS: Laju pertumbuhan spesifik (%)

$W_0$  : Berat rata-rata benih pada awal penelitian (gram)

$W_t$  : Berat rata-rata benih pada akhir penelitian (gram)

$T$  : Lama pemeliharaan (hari)

c. Tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan nila

Menurut Yulfiperius (2014) tingkat kelangsungan hidup dinyatakan dalam persentase dari organisme yang hidup pada awal dan akhir penelitian dan dirumuskan sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Tingkat kelangsungan hidup (%)

$N_t$  : Jumlah ikan yang hidup pada akhir pengamatan (ekor)

$N_0$  : Jumlah ikan yang hidup pada awal pengamatan (ekor)

d. Kualitas air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan pada sore hari setiap 14 hari, yang meliputi amonia, nitrit, nitrat, fosfat, suhu, pH, dan TDS. Penentuan kadar amonia, nitrit, nitrat, dan fosfat dilakukan dengan menggunakan *test kit*, yaitu dengan cara menambahkan pereaksi kit pada sampel air dan mengecek kepekaan warna yang dihasilkan dalam sampel air budi daya. Hasil sampel akan didapatkan selama 30 menit setelah dicampurkan pereaksi kit dan uji ini dilakukan selama pemeliharaan 14 hari sekali. Kelebihan dari metode kit antara lain, sistem barcode yang memungkinkan lama waktu uji yang cepat, mudah dan jauh dari kesalahan, pilihan bebas dan dokumentasi kontrol kualitas yang luas bagi setiap uji.

e. Pertumbuhan tanaman

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah daun yang diukur pada saat awal dan akhir penelitian.

### 3.4.7. Analisis Data

Data parameter kuantitatif yang diamati berupa pertumbuhan panjang mutlak (P), pertumbuhan bobot mutlak (W), laju pertumbuhan spesifik (LPS), dan tingkat kelangsungan hidup (SR). Selanjutnya parameter kuantitatif tersebut dianalisis dengan uji sidik ragam Anova dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Sementara itu, untuk parameter kualitas air seperti: amonia, nitrit, nitrat, fosfat, suhu, pH, total padatan terlarut dan parameter pertumbuhan tanaman dianalisis secara deskriptif.

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu dalam berbudi daya ikan nila dapat menggunakan ketiga jenis tanaman tersebut dalam sistem akuaponik karena memiliki kemampuan yang sama baiknya dalam menunjang performa pertumbuhan ikan nila ataupun menjaga kualitas air dan tanaman yang sama baiknya.

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu pembudi daya ikan dapat mengaplikasikan sistem akuaponik menggunakan salah satu jenis tanaman tersebut.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbey, M., Anderson, N. O., Yue, C., Short, G., Schermann, M., Phelps, N., dan Vickers, Z. 2019. An analysis of stroberi (*Fragaria  $\chi$  ananassa*) productivity in northern latitudinal aquaponic growing conditions. *Journal of the American Pomological Society*. 73 (1) : 22-37.
- Airlindia, I. dan Afdal. 2015. Analisis pencemaran Danau Maninjau dari nilai TDS dan konduktivitas listrik. *Jurnal Fisika Unand*. 4 (4) : 325-331.
- Anhwange, B. A., Agbaji, E. B., dan Gimba, E. C. 2012. Impact assessment of human activities and seasonal variation on River Benue, within Makurdi Metropolis. *International Journal of Science and Technology*. 2 (5) : 248-254.
- Ayuniar, L.N. dan Hidayat, J.W. 2018. Analisis kualitas fisika dan kimia air di kawasan budi daya perikanan Kabupaten Majalengka. *Jurnal Envi Science*. 2 (2) : 68-74.
- Bagayo, H. E., Junardi, dan Setyawati, T. R. 2019. Pertumbuhan dan sintasan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi kombinasi pakan buatan dari tepung cacing tanah (*Pheretima* Sp.) dan alga coklat (*Sargassum* Sp.). *Jurnal Protobiont*. 8 (1) : 32-38.
- Bidayani, E. dan Rosalina, D. 2017. Budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan teknologi akuaponik. *Jurnal Abdi Insani*. 4 (1) : 74-78.
- Bouffard K. 2012. *Florida Stroberi Farmers Face Increasing Competition from Mexico*. The Ledger. New York. 112 hlm.
- Boyd, C.E. 1982. *Water Quality in Warmwater For Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 318 hlm.
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co-Birmingham. Alabama. 482 hlm.
- Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., dan Avnimelech, Y. 2008. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Journal Aquaculture Engineering*. 40 (2) : 105-112.

- Dauhan, R.E.S., Effendi, E., dan Suparmono. 2014. Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budi daya ikan. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budi Daya Perairan*. 3 (1) : 2302-3600.
- Dewi, Y.S. dan Masithoh, M. 2013. Efektifitas teknik biofiltrasi dengan media bioball terhadap penurunan kadar nitrogen total. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*. 9 (1) : 45-53.
- Ecolife, F. 2011. *Introduction to Village Aquaponics*. Ecolife, 324 State Place. Escondido. CA 92029. <https://www.calameo.com>. Diakses pada 18 Februari 2022 pukul 22.43 WIB.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm.
- Effendi, H., Utomo, B.A., dan Darmawangsa, G.M. 2015. Phytoremediation of freshwater crayfish (*Cherax quadricarinatus*) culture wastewater with spinach (*Ipomoea aquatica*) in aquaponic system. *Journal of the Bioflux Society*. 8 (3) : 421-430.
- Fauzia, S.R. dan Suseno, S.H. 2020. Resirkulasi air untuk optimalisasi kualitas air budi daya ikan nila nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. 2 (5) : 887-892.
- Febrianto, J., Purwanto, M.Y.J., dan Santoso, R.B.W. 2016. Pengolahan air limbah budi daya perikanan melalui proses anaerob menggunakan bantuan material bambu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 1 (2) : 83-90.
- Froese, R. and Pauly, D. 2023. FishBase. Elops Linnaeus, 1766. Accessed through: World register of marine species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=157873> on 2023-06-05.
- Ghufran. 2013. *Budi Daya Nila Unggul*. Agro Media Pustaka. Jakarta. 160 hlm.
- Harianingsih. 2010. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kepiting menjadi Kitosan sebagai Bahan Pelapis (Coater) pada Buah Stroberi*. (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang. 85 hlm.
- Hofer, M.R., Drewes-Alvarez P., Scheewe, dan Olbricht, K. 2012. Morphological evaluation of 108 strawberry cultivars- and consequences for the use of descriptors. *Journal of Berry Research*. 1 (2) : 191-206.
- Jumadi. 2014. *Pengembangan Budi daya Bawang Daun (Allium fistulosom L.) Di Lahan Gambut Menggunakan Pupuk Organik Cair*. (Tesis). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Riau. 636 hlm.

- Kadim, M. K., Pasingi, N., dan Paramata, A. R. 2017. Kajian kualitas perairan Teluk Gorontalo dengan menggunakan metode STORET. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 6 (3) : 235-241.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. *Rilis Data Kelautan dan Perikanan Triwulan I Tahun 2022*. Sidatik KKP. Jakarta. 16 hlm.
- Koniyo, Y. 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budi daya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Tech*. 8 (1) : 52-58.
- Linnaeus, C. 1767. *Systema naturae per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Ed. 12. 1., Regnum animale. 1 & 2. Holmiae (Stockholm), Laurentii Salvii. pp. 1-532 (1766) pp 533-1327 (1767).
- Lorena, V. dan Philip, J. 2011. *Aquaponics Training Manual*. Creative Commons. United States. 103 hlm.
- Nugroho, A. 2006. *Bioindikator Kualitas Air*. Universitas Trisakti. Jakarta. 137 hlm.
- Nugroho, L.R., Sukardi, dan Triyatmo, B. 2016. Penerapan cara budi daya ikan yang baik pada pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vanname*) di pesisir Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perikanan Universitas Gajah Mada*. 18 (2) : 47-53.
- Maryam, S. 2010. *Budidaya Super Intensif Ikan Nila Merah Oreochromis sp. dengan Teknologi Bioflok : Profil Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, dan Pertumbuhan*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 50 hlm.
- Polito, V.S., Larson, K.D., dan Pinney, K. 2002. Anatomical and histochemical factors associated with bronzing development in strawberry fruit. *Journal Amer Soc Hort*. 127 (3) : 355-357.
- Priadie, B. 2012. Teknik bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10 (1) : 38-48.
- Purnamaningtyas, S. E. 2014. Distribusi konsentrasi oksigen, nitrogen dan fosfat di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal LIMNOTEK-Perairan Darat Tropis di Indonesia*. 21 (2) : 125-134.
- Putra, A.Y.H. dan Pambudi, W.S. 2007. Sistem kontrol otomatis pH larutan nutrisi tanaman bayam pada hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Ilmiah Mikrotek*. 2 (4) : 2338-9460.
- Putra, A.N. 2015. Laju metabolisme pada ikan nila berdasarkan pengukuran tingkat konsumsi oksigen. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5 (1) : 13-18.

- Ramadhan, M.I., Suryani., dan Nurjasmi, R. 2016. Pengaruh jenis ikan nila dan media tanam terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa L.*) sistem akuaponik. *Jurnal Ilmiah Respati Pertanian*. 8 (1) : 1411-7126.
- Romadhona, B., Yulianto, B., dan Sudarno, S. 2016. Fluktuasi kandungan amonia dan beban cemaran lingkungan tambak udang vaname intensif dengan teknik panen parsial dan panen total. *Journal of Fisheries Science and Technology*. 11 (2): 84-93.
- Rohmah, J., Rini, C.S., dan Wulandari, F.E. 2019. Aktivitas sitotoksik ekstrak selada merah (*Lactuca sativa var. Crispa*) pada berbagai pelarut ekstraksi. *Jurnal Kimia Riset*. 4 (1) : 18 – 32.
- Roth, I. 1997. *Fruits of Angiosperms*. Gebrüder Borntraeger. Berlin - Stuttgart. 675 hlm.
- Rukmana. 2011. *Bawang Daun*. Kanisius. Yogyakarta. 50 hlm.
- Rukmana dan Rahmat. 1994. *Bertanam Selada dan Andew*. Kanisius. Yogyakarta. 43 hlm.
- Santoso, H. 2018. Kajian morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam habitat air tawar dan air payau. *Jurnal BIOSAIN TROPIS (Bioscience Tropic)*. 3 (3) : 10-17.
- Setiawan, A.A., Kartika, A.M., dan Wardika. 2018. Pengaruh rekayasa iklim terhadap pertumbuhan tanaman stroberi di daratan rendah. *Jurnal Teknologi Terapan*. 4 (1) : 2549-1938.
- Sitompul, H.A.A. 2020. *Aplikasi Bak Pengendapan Sistem Akuaponik Pasang Surut Dalam Mereduksi Amonia Pada Budi daya Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 46 hlm.
- Sitompul, O.S., Esti, H., dan Putri, B. 2012. Kepadatan azolla yang berbeda terhadap kualitas air dan pertumbuhan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem tanpa ganti air. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budi daya Perairan*. 1 (1) 1-17.
- Sulastri dan Nurhayati, I. 2014. Pengaruh media filtrasi arang aktif terhadap keke-ruhan, warna dan tds pada air telaga di desa Balongpanggung. *Jurnal Teknik Waktu*. 12 (1) : 43-47.
- Suyanto, S.R. 2011. *Pembenihan dengan Pembesaran Nila*. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hlm.
- Titiresmi dan Sopiah, N. 2006. Teknologi biofilter untuk pengolahan limbah amonia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 7 (2) : 173-179.

- Wahap, N. E., Kian, A.Y.S., dan Mustafa, S. 2010. Producing organic fish and mint in an aquaponic system. *Aquaponics Journal*. 1 (58) : 28 – 33.
- Wahyuningsih, S. dan Arbi, M.G. 2020. Amonia pada sistem budi daya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5 (2) 1-8.
- Yolanda, S., Santoso, L., dan Harpeni, E. 2013. Pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung ikan rucah terhadap pertumbuhan ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Budidaya Perairan*. 1 (2) : 96-100.
- Yulfiperius. 2014. *Nutrisi Ikan*. PT. Rajawali Persada. Jakarta. 106 hlm.
- Zainuri, M., Fitriani, M., dan Yulisman. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi berbagai jenis atraktan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 5 (1) : 56-69.