

SKRIPSI

**PENGARUH ECO-ENZYM TERHADAP KUALITAS AIR PADA SISTEM
BUDIDAYA AKUAPONIK IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
DAN TANAMAN SAWI (*Brassica juncea*)**



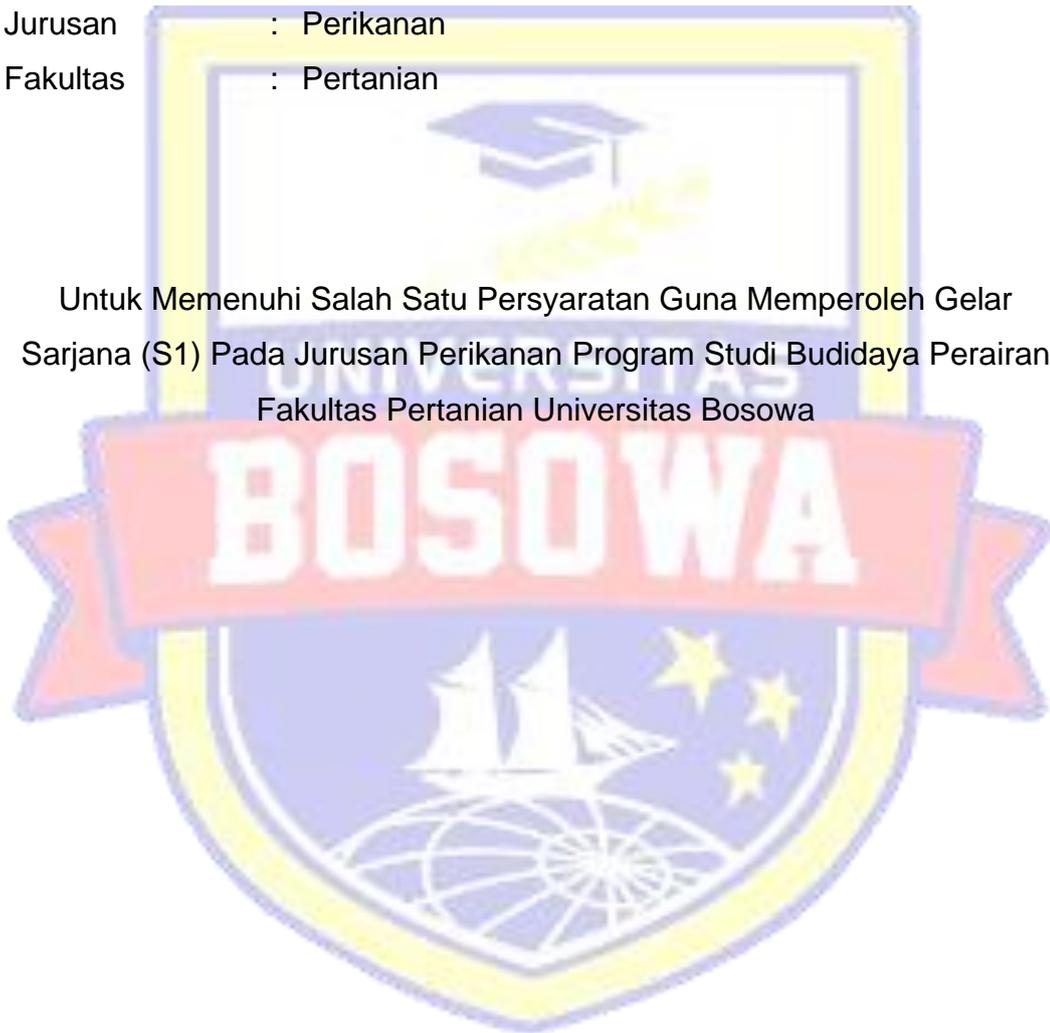
**OLEH
ALEXIUS MALDINO MADO
4517034007**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

HALAMAN JUDUL

Judul : Pengaruh Eco-enzym Terhadap Kualitas Air Pada Sistem Budidaya Akuaponik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)
Nama : Alexius Maldino Mado
NIM : 45 17 034 007
Jurusan : Perikanan
Fakultas : Pertanian

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Pada Jurusan Perikanan Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Eco-enzym Terhadap Kualitas Air Pada Sistem Budidaya Akuaponik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)

Nama : Alexius Maldino Mado

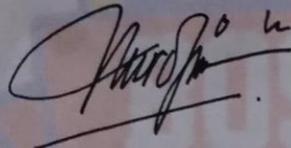
NIM : 45 17 034 007

Jurusan : Perikanan

Fakultas : Pertanian

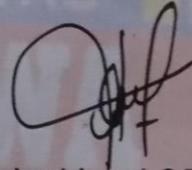
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Ir. Nur Asia Umar, M.Si
NIDN. 007106702

Pembimbing II



Amal Aqmal, S.Pi, M.Si
NIDN. 0927018402

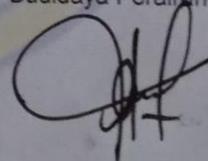
Mengetahui:

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Bosowa



Ir. Andi Tenri Fitriyah, M.Si., Ph.D
NIDN. 0022126804

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Amal Aqmal, S.Pi., M.Si
NIDN. 0927018402

Tanggal Lulus : Selasa, 14 Februari 2023

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari / tanggal : Selasa, 14 Februari 2023

Skripsi atas nama : Alexius Maldino Mado

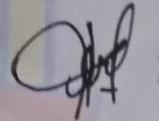
NIM : 45 17 034 007

PANITIA UJIAN SKRIPSI

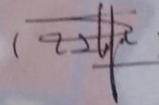
Ketua : Dr. Ir. Nur Asia Umar, M.Si
(Pembimbing I)



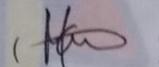
Sekretaris : Amal Aqmal, S.Pi., M.Si
(Pembimbing II)



Anggota Penguji : 1. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P



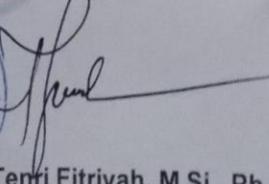
2. Mardiana, S. Pi., M.Si



Makassar, 23 Februari 2023

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Bosowa




Ir. Andi Tenri Fitriyah, M.Si., Ph.D
NIDN. 0022126804

SURAT PERNYATAAN KEORISINALAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alexius Maldino Mado

NIM : 45 17 034 007

Program Studi : Budidaya Perairan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain secara keseluruhan atau sebagian besar, maka skripsi ini dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, 10 Februari 2023

Yang menyatakan



Alexius Maldino Mado
45 17 034 007

ABSTRAK

ALEXIUS MALDINO MADO. 4517034007. Pengaruh Eco-enzym Terhadap Kualitas Air Pada Sistem Budidaya Akuaponik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*) di bawah bimbingan Nur Asia Umar sebagai Pembimbing Utama dan Amal Aqmal sebagai Pembimbing Anggota.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh eco-enzym terhadap kualitas air pada sistem budidaya akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Penelitian ini bertempat di Laboratorium Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa yang dilaksanakan selama 60 hari yaitu pada bulan Agustus sampai Oktober 2022.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu eco-enzym dengan dosis perlakuan A (5%), perlakuan B (10%), perlakuan C (15%), dan perlakuan K (kontrol) tanpa eco-enzym. Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak dua kali sehari dengan dosis 5% dari bobot tubuh hewan uji. Parameter uji yang diamati yaitu amonia (NH_3), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4). Sedangkan parameter kualitas air meliputi suhu, pH, dan DO.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa pemberian eco-enzym dengan dosis berbeda memberikan pengaruh ($p < 0.05$) terhadap kualitas air amonia (NH_3), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4) pada data awal maupun data akhir penelitian. Hasil uji BNT data awal penelitian, perlakuan penambahan eco-enzym dosis 15% memberikan pengaruh yang tinggi terhadap kandungan amonia (NH_3), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) pada sistem akuaponik budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Sedangkan hasil uji BNT data akhir penelitian perlakuan Kontrol (0%) tanpa pemberian eko-enzim memberikan pengaruh yang tinggi terhadap kandungan ammonia (NH_3), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) pada sistem akuaponik budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*).

Kata Kunci : Akuaponik, eco-enzym, amonia (NH_3), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4), ikan nila, tanaman sawi

ABSTRACT

ALEXIUS MALDINO MADO. 4517034007. Effect of Eco-enzymes on Water Quality in Aquaponic Aquaculture Systems for Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Mustard Greens (*Brassica juncea*) under the guidance of Nur Asia Umar as the Main Advisor and Amal Aqmal as Member Advisor.

The purpose of this study was to determine the effect of eco-enzymes on water quality in the aquaponic cultivation system of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and mustard greens (*Brassica juncea*). This research took place at the Laboratory of the Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, Bosowa University, which was carried out for 60 days, from August to October 2022.

This research is an experimental study with four treatments and three replications. The treatments given were eco-enzymes with doses of treatment A (5%), treatment B (10%), treatment C (15%), and treatment K (control) without eco-enzymes. The frequency of feeding was carried out twice a day at a dose of 5% of the body weight of the test animals. The test parameters observed were ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), and phosphate (PO₄). While the water quality parameters include temperature, pH, and DO.

The results of the study concluded that administration of eco-enzyme at different doses had an effect ($p < 0.05$) on the quality of ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), and phosphate (PO₄) water in both the initial and final data of the study and had no effect ($p > 0.05$). The result of the initial BNT data test, the treatment with the addition of a 15% dose of eco-enzyme had a high effect on the content of ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), and phosphate (PO₄) in the aquaponic system of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and mustard greens (*Brassica juncea*). While the result of the BNT test, the final data of the control treatment (0%) without eco-enzyme administration had a high effect on the content of ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), and phosphate (PO₄) in the aquaponic system of tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture and plants mustard greens (*Brassica juncea*).

Keywords : Aquaponics, eco-enzyme, ammonia (NH₃), nitrate (NO₃), phosphate (PO₄), tilapia, mustard plant

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Berkat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Eco-enzym Terhadap Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)”**. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Tenri Fitriyah, M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa Makassar.
2. Amal Aqmal, S.Pi., M.Si selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa Makassar.
3. Dr. Ir. Nur Asia Umar, M.Si selaku Pembimbing I atas segala bimbingan baik nasehat dan arahan dalam proses penyusunan hasil penelitian ini.
4. Amal Aqmal, S.Pi, M.Si selaku Pembimbing II atas bimbingan berupa penajaman literatur dalam proses penyusunan hasil penelitian ini.
5. Orang tua yang tidak ada hentinya mendoakan dan mendidik penulis dalam menjalani kehidupan sebagai manusia.
6. Keluarga tercinta yang senantiasa selalu mendukung serta membantu penulis baik dalam doa maupun kebutuhan materil.
7. Sahabat se almamater Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Pertanian atas kerjasama serta dukungan.

8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan hasil penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat serta acuan bagi pembaca dalam menulis skripsi. Atas segala kekurangan, saya sangat mengharapkan segala kritik dan saran demi kesempurnaan dari skripsi ini.

Makassar, 10 Februari 2023

Alexius Maldino Mado
NIM. 45 17 034 007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
PERNYATAAN KEORISINALAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4
2.2 Klasifikasi Sawi (<i>Brassica juncea</i>)	6
2.3 Akuaponik	8
2.3.1 Pengertian Akuaponik	8
2.3.2 Keunggulan Sistem Akuaponik	8
2.3.3 Sistem Akuaponik	10
2.3.4 Parameter Akuaponik	13
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat.....	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.3. Prosedur Kerja	19
3.4. Rancangan Percobaan	20

3.5. Parameter Uji	21
3.6. Analisis Data	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Amonia (NH ₃)	22
4.2 Nitrat (NO ₃)	24
4.3 Fosfat (PO ₄)	27
4.4 Suhu	30
4.5 Derajat Keasaman (pH)	31
4.6 Oksigen Terlarut (DO)	32
4.7 Pertumbuhan Ikan Nila	34

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Morfologi ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	4
2.	Sawi (<i>Brassica juncea</i>)	6
3.	Teknik perakitan wadah akuaponik	19
4.	Desain wadah penelitian	20
5.	Konsentrasi kadar amonia (NH_3) selama penelitian	22
6.	Konsentrasi kadar nitrat (NO_3) selama penelitian	25
7.	Konsentrasi kadar fosfat (PO_4) selama penelitian	28

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Alat yang digunakan	18
2.	Bahan yang digunakan	18
3.	Nilai rata-rata suhu	30
4.	Nilai rata-rata derajat keasaman (pH)	31
5.	Nilai rata-rata oksigen terlarut (DO)	32
6.	Rata-rata pertumbuhan ikan Nila	34

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Hasil perhitungan kadar amonia, nitrat, dan fosfat	43
2.	Hasil analisis variant (Anova) amonia (NH ₃)	44
3.	Hasil analisis variant (Anova) nitrat (NO ₃)	46
4.	Hasil analisis variant (Anova) fosfat (PO ₄)	48
5.	Hasil uji laboratorium amonia (NH ₃), nitrat (NO ₃) dan fosfat (PO ₄)	50
6.	Dokumentasi penelitian	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki sumber daya perikanan yang kaya dan potensial baik dari perikanan laut, perairan umum maupun perikanan budidaya. Menurut data statistik perikanan dan kelautan tahun 2008, perbandingan jumlah produksi sub sektor perikanan laut pada tahun 1988 dan tahun 2007 terlihat jelas kenaikannya mencapai lebih dari 100%, sedangkan jumlah produksi sub sektor perikanan budidaya kenaikannya sangat fantastis, yaitu mencapai 60%. Hal ini menunjukkan tingginya minat para pelaku usaha perikanan dalam mengembangkan usahanya, terutama di sub sektor perikanan budaya (Nainggolan, 2010). Salah satu peningkatan budidaya yang di kembangkan akhir-akhir ini adalah sistem akuaponik. Akuaponik merupakan perpaduan atau kombinasi antara budidaya akuatik dan hidroponik untuk menghasilkan sayuran dan ikan secara bersamaan dalam satu sistem terintegrasi (Priadi *et al.*, 2019).

Akuaponik menjadi salah satu sistem produksi ikan dan sayuran yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. (Surnar *et al.*, 2015). Nutrisi yang dihasilkan dalam sistem akuaponik dilakukan dengan pemecahan mikroba dari limbah organik yang dikeluarkan oleh ikan dan diserap oleh tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik (Rakocy *et al.*, 2006). Tanaman memanfaatkan nutrisi dari limbah organik yang dikeluarkan oleh ikan untuk proses pertumbuhan (Nelson, 2008). Tanaman dapat tumbuh dengan cepat

karena sistem akar tidak langsung bersentuhan dengan nutrisi berupa sisa pakan dan feses ikan sehingga serapan hara akan lebih efisien (Azad *et al.*, 2013).

Dalam sistem akuaponik, kombinasi tanaman Sawi dan ikan Nila bersinergi positif untuk perbaikan kualitas air serta pertumbuhan tanaman dan ikan. Menurut Siantara *et al.*, (2017), tanaman ditumbuhkan pada sistem hidroponik dengan akar terendam dalam air. Perendaman ini membuat akar tanaman menyerap senyawa nitrogen yang dapat bersifat racun bagi ikan. Permasalahan yang sering dihadapi dalam proses budidaya ikan adalah minimnya kualitas air bersih berupa amonia yang terkandung dalam media budidaya yang memberikan dampak buruk bagi pembudidaya ikan, karena bersifat toksik yang mengakibatkan ikan mudah terserang berbagai penyakit dan parasit, sehingga pertumbuhan ikan menjadi terhambat, bahkan dapat menyebabkan kematian.

Air merupakan elemen penting di seluruh sistem akuaponik, karena bersirkulasi ke semua subsistem, mengangkut nutrisi dan mempengaruhi pertumbuhan ikan, tumbuhan atau mikroba (Lennard dan Goddek, 2019). Eco-enzym adalah hasil fermentasi dari pembusukan bahan organik, sayur dan buah-buahan yang memiliki manfaat yang berlipat ganda di manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Penanganan kualitas air yang tidak baik dapat mengakibatkan perubahan derajat keasaman air (pH) dan amonia dalam air. Penurunan pH dan ammonia berasal dari feses ikan dan sisa-sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan (Nasir dan Khalil, 2016).

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti mencoba melakukan suatu penelitian untuk mengkaji pengaruh eco-enzym terhadap kualitas air pada sistem budidaya akuaponik sederhana ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica Juncea*).

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh eco-enzym terhadap kualitas air sistem budidaya akuaponik pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman sawi (*Brassica Juncea*).

1.3 Manfaat Penelitian

1. Sebagai landasan ilmiah untuk membuktikan penggunaan eco-enzim terhadap kualitas air pada sistem budidaya akuaponik sederhana.
2. Sebagai penunjang kebijakan sebagai landasan dan masukan untuk menentukan langkah pengembangan penelitian berikutnya.

BAB II

TUJUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

(Dwi Pangestu, 2020) di klasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Kelas : Pisces

Familia : Cichidae

Genus : Oreochromis

Spesies : *Oreochromis niloticus*



Gambar 1. Morfologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

Morfologi ikan Nila yaitu memiliki bentuk tubuh yang pipih ke arah bertikal (kompres) dengan profil empat persegi panjang ke arah antero posterior. Pada sirip ekor tampak jelas garis-garis vertikal dan pada sirip punggungnya garis tersebut kelihatan condong letaknya. Ciri khas ikan Nila adalah garis-garis vertikal berwarna hitam pada sirip ekor, punggung dan dubur. Pada bagian sirip *caudal* (ekor) dengan warna kemerahan dan bisa

digunakan sebagai indikasi kematangan gonad, pada rahang terdapat bercak kehitaman, sisik ikan Nila adalah tipe *ctenoid*. Ikan Nila juga ditandai dengan jari-jari dorsal yang keras, begitu pun bagian analnya dengan posisi sirip anal di belakang sirip dada (Santoso, 2018).

Perbedaan antara ikan jantan dan betina dapat dilihat pada lubang genitalnya dan juga ciri-ciri kelamin sekundernya. Pada ikan jantan, disamping lubang anus terdapat lubang genital yang berupa tonjolan kecil meruncing sebagai saluran pengeluaran kencing dan sperma. Tubuh Ikan Nila jantan berwarna lebih gelap, dengan tulang rahang melebar kebelakang yang memberi kesan kokoh, sedangkan yang betina biasanya dapat dilihat dari bagian perutnya besar (Solihah, 2019).

Ikan Nila tergolong ikan pemakan segala (*omnivora*). Benih ikan Nila dapat menghabiskan banyak waktu yang menempel di tempat hidupnya. Ikan Nila juga makan tanaman yang tumbuh di kolam budidaya dan juga bisa diberi pakan tambahan, seperti pelet ketika dibudidayakan (Ajo *et al.*, 2020). Menurut (Istiqomah & Harwanto, 2018) bahwa ikan Nila memenuhi kebutuhannya dengan cara memakan tumbuhan sehingga ikan ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu organisme yang dapat mengendalikan gulma air, selain itu mudah berkembang biak, peka terhadap perubahan lingkungan dan mampu mencerna makanan secara efisien dan tahan terhadap penyakit.

2.2 Klasifikasi Sawi (*Brassica juncea*)

Klasifikasi tanaman sawi menurut Haryanto (2003) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyte
Class	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales
Famili	: Cruciferae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica juncea</i>



Gambar 2. Sawi (*Brassica juncea*).

1. Akar

Tanaman sawi hijau berakar serabut yang tumbuh dan berkembang secara menyebar ke semua arah di sekitar permukaan tanah, perakarannya sangat dangkal pada kedalaman sekitar 5 cm. Tanaman sawi hijau tidak memiliki akar tunggang. Perakaran tanaman sawi hijau dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, subur, tanah mudah menyerap air, dan kedalaman tanah cukup dalam (Cahyono,2003).

2. Batang

Batang (caulis) sawi pendek sekali dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 2007).

2. Daun

Sawi berdaun lonjong halus, tidak berbulu dan tidak berkrop. Pada umumnya pola pertumbuhan daunnya berserat (roset) hingga sukar membentuk krop (Sunarjono, 2004).

3. Bunga

Tanaman sawi umumnya mudah berbunga secara alami, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Struktur bunga sawi tersusun dalam tangkai bunga (inflorescentia) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat halai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat halai bunga sari, dan satu buah putik yang berongga dua (Rukmana, 2007).

4. Buah

Buah sawi termasuk tipe buah polong, yakni bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2-8 butir biji (Rukmana, 2007). Biji sawi hijau berbentuk bulat, berukuran kecil, berpemukaan licin dan mengkilap, agak keras, dan berwarna coklat. (Cahyono, 2003).

2.3 Akuaponik

2.3.1 Pengertian Akuaponik

Akuaponik merupakan kombinasi sistem akuakultur dan hidroponik yang saling menguntungkan. Akuakultur merupakan budidaya ikan, sedangkan hidroponik dapat diartikan memberdayakan air. Memelihara ikan dalam suatu wadah, menghasilkan air yang terkontaminasi dengan amonia yang jika terlalu pekat bisa meracuni ikan, tetapi ketika dikombinasikan dengan hidroponik, amonia dalam air limbah perikanan tersebut diubah menjadi nitrit dan nitrat oleh mikrobial yang ada 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. Sistem akuaponik juga harus 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, sedangkan aerator berfungsi untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air yang bermanfaat bagi ikan dan tanaman.

2.3.2 Keunggulan Sistem Akuaponik

Adapun keunggulan sistem akuaponik dengan sistem perikanan konvensional, antara lain :

1. Hemat Air

Sistem akuaponik merupakan sebuah ekosistem lingkungan antara ikan dan tumbuhan yang sangat hemat air. Penurunan volume air tetap

terjadi, tetapi jumlahnya relatif sedikit yang disebabkan oleh proses penguapan air dan terserap oleh tanaman. Penambahan air hanya dilakukan sekitar seminggu sekali hingga ketinggian air yang telah ditentukan, sedangkan sistem perikanan konvensional harus mengganti atau mengisi kolam berulang kali agar ikan tidak keracunan dari limbah ikan itu sendiri.

2. Zero Waste

Dalam sistem perikanan konvensional, kotoran ikan dan sisa pakan harus dibersihkan, jika tidak dibersihkan akan terjadi penumpukan amonia yang dapat meracuni ikan. Pada sistem akuaponik, air yang mengandung limbah diubah oleh mikroorganisme menjadi nutrisi yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman, sehingga tidak ada air dan sisa pakan yang terbuang, semua dapat dimanfaatkan kembali.

3. Mudah Perawatannya

Pada sistem perikanan konvensional, waktu yang dihabiskan untuk merawat ikan sekitar 5-10 menit per hari, menguras dan membersihkan kolam juga harus dilakukan secara rutin. Dengan aplikasi akuaponik, perawatan tidak membutuhkan tenaga yang terlalu banyak dan cukup dilakukan 3-4 hari sekali, meliputi pengecekan suhu, pH, dan tingkat amonia serta membersihkan beberapa komponen instalasi.

4. Tanpa Bahan Kimia

Tanaman pada akuaponik tidak menggunakan pupuk kimia selama pertumbuhannya dan ikan pada akuaponik tidak membutuhkan unsur kimia

selama dibudidayakan. Akuaponik memanfaatkan limbah atau kotoran ikan sebagai pupuk bagi tanaman, pertumbuhan tanaman menjadi alami dan hasil panen akuaponik terjamin bebas dari unsur kimia.

5. Hama Berkurang

Pada sistem akuaponik kehadiran hama pengganggu tanaman atau ikan bisa dibilang minim. Sama halnya dengan hidroponik, hama pengganggu pada sistem bertanam tanpa tanah ini hampir tidak ada. Jika ada kendala selama budidaya tanaman secara akuaponik, biasanya terjadi karena penyakit, seperti busuk akar. Penyakit busuk akar dapat dicegah dengan memelihara kebersihan lingkungan dan melakukan perawatan komponen akuaponik secara berkala.

2.3.4 Sistem Akuaponik

Usaha akuaponik dapat dilakukan dengan dua sistem, antara lain :

1. Sistem Resirkulasi

Sistem resirkulasi diterapkan dengan memanfaatkan air untuk budidaya ikan dan sayuran secara daur ulang. Air dalam kolam (budidaya ikan) juga dimanfaatkan dalam usaha pertanian (sayuran). Sisa atau pembuangan air dari bertanam sayuran akan masuk kembali ke dalam kolam. Sistem resirkulasi terbagi dalam dua jenis, yaitu :

1) Resirkulasi terbuka

Resirkulasi terbuka adalah sistem resirkulasi yang dilakukan di tempat terbuka. Kegiatan usaha akuaponik yang dilakukan di tempat terbuka biasanya berskala cukup besar. Sistem ini memanfaatkan kolam ikan

sebagai tempat budidaya sayuran dengan media pot. Pada sistem ini, harus memperhatikan faktor alam. Faktor alam yang dimaksud adalah panas matahari dan curah hujan. Panas matahari dapat menguapkan air kolam dan kandungan air dalam sayuran. Untuk mengantisipasi penguapan air kolam secara berlebihan, penambahan air pada kolam harus dilakukan secara berkala. Penyeimbangan volume air dapat mempertahankan kualitas, densitas, dan kekeruhan air dalam tahap yang aman.

2) Resirkulasi Tertutup

Resirkulasi tertutup adalah sistem resirkulasi yang dilakukan di tempat tertutup, misalnya memanfaatkan akuarium di dalam rumah. Pada ruangan tertutup, ruang sirkulasi sinar matahari harus tetap ada, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung dapat memanfaatkan sumber cahaya lain, seperti lampu TL. Sayuran dalam ruang tertutup, tetap membutuhkan cahaya untuk melakukan proses fotosintesis. Sistem resirkulasi tertutup dapat menghemat air. Air tidak mengalami penguapan karena terpapar sinar matahari secara langsung, tetapi kondisi air juga harus tetap di perhatikan. Air yang sudah keruh harus diganti dengan air yang baru.

2. Sistem Satu Media

Sistem satu media hanya memanfaatkan media air yang ada. Media tanaman sayuran di tempatkan ke dalam media air (kolam) budidaya ikan. Sayuran langsung memanfaatkan air kolam dan harus menggunakan media tanam yang tidak menyebabkan air keruh. Media yang menyebabkan

air keruh dapat menimbulkan masalah bagi ikan. Media tanam yang digunakan juga harus kuat dan tidak mudah rusak atau membusuk. Selain sistem resirkulasi dan sistem satu media, sistem aquaponik juga memiliki 4 (empat) perbedaan prinsip yang mendasar pada teknik hidroponik yang digunakan untuk menanam. Perbedaan tersebut antara lain :

1) Sistem Pasang Surut

Cara kerja sistem pasang surut yaitu pompa di dalam kolam ikan akan mengangkat air menuju ke atas dan membanjiri wadah tanaman yang berisi akar tanaman. Dengan bantuan auto sifon, air akan mengalir kembali ke bawah atau kolam. Batas ketinggian air dan jumlah air yang keluar dari dalam wadah diatur oleh auto sifon. Akar tanaman akan menyerap unsur hara selama beberapa waktu saat air pasang dan selanjutnya bernapas saat air surut.

2) Sistem Rakit Apung

Cara kerja sistem rakit apung yaitu tanaman ditempatkan dan dibesarkan di lubang *styrofoam* atau pipa PVC. Posisi *styrofoam* menggantung sehingga ada jarak antara permukaan air dengan pangkal akar. Kelemahan sistem ini diantaranya asupan nutrisi sangat kurang untuk tanaman dan pemasangan filter yang terpisah.

3) Sistem *Deep Flow Technique* (DFT)

Cara kerja sistem ini yaitu air dipompa dari kolam menuju wadah tanaman dan menggenangi akar tanaman setebal 3-5 cm. Wadah tanaman biasanya menggunakan talang atau gully dengan kemiringan tertentu dan

akan mengalir kembali ke kolam. Akar akan menyerap unsur hara secara terus menerus.

4) Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Prinsipnya hampir sama dengan DFT, tetapi aliran air yang melewati wadah dan akar tanaman hanya setipis film (2-3 mm). Kelebihan sistem ini adalah ketersediaan oksigen terlarut relatif tinggi. Kelemahan dalam sistem ini, pasokan listrik harus tersedia 24 jam untuk menjalankan pompa.

2.3.5 Parameter Akuaponik

Parameter yang harus diperhatikan dalam sistem akuaponik antara lain suhu, tingkat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), amonia, nitrogen dan fosfat.

1. Suhu

Suhu air merupakan faktor penting dalam sistem akuaponik. Perubahan pada suhu air dapat mempengaruhi komponen air, seperti kadar pH, oksigen terlarut, bahkan tingkah laku ikan. Jika suhu terlalu panas, oksigen terlarut di dalam air akan berkurang, sedangkan suhu yang terlalu rendah, ikan akan berhenti makan dan mikroorganisme berhenti reproduksi. Perubahan suhu pada air kolam ikan dipengaruhi oleh curah hujan, penguapan, kelembapan udara, suhu udara, kecepatan angin, dan paparan sinar matahari. Setiap jenis ikan memiliki suhu optimal yang berbeda-beda. Misalnya, untuk ikan nila suhu optimal kolam sekitar 24-27°C. Secara umum suhu yang cocok untuk ikan sekitar 25-30°C.

2. Tingkat Keasaman (pH)

Kondisi pH pada akuaponik harus optimal untuk masing-masing komponen akuaponik, seperti ikan, tanaman dan bakteri. Kondisi pH yang tidak optimal dapat menyebabkan stres, mudah terserang penyakit, pertumbuhan tanaman tidak maksimal dan daya penguraian bakteri tidak optimal.

Untuk pH ideal bagi ikan berkisar 6,5-8, pH optimal untuk tanaman berada pada rentang 4,5-6,5 dan untuk bakteri pengurai yang bekerja mengubah amonia memiliki pH ideal 6-8. Pengecekan pH perlu dilakukan setiap 3-4 hari agar pertumbuhan tanaman dan perkembangan ikan tetap optimal. Alat uji pH dapat menggunakan pH meter atau pH tester elektronik. Selama penggunaannya, alat ini juga perlu dikalibrasi secara rutin agar tetap dapat memberi tingkat keakurasian yang benar.

3. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) dapat diartikan sebagai jumlah oksigen yang berada di dalam air. Semakin banyak kandungan oksigen terlarut di dalam air kolam, maka semakin baik kondisi kolam. Kandungan oksigen terlarut sangat dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maka semakin berkurang tingkat kelarutan oksigen.

Keberadaan DO bermanfaat untuk kehidupan organisme, seperti proses respirasi atau bernapas. Pada akuaponik, oksigen terlarut minimum 4 mg/L. Untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut di dalam kolam, dapat mengatur input aliran air kolam sehingga menimbulkan pancuran air

atau riak air. Aplikasi aerator dengan airstone di dalam kolam juga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut.

4. Amonia (NH_3)

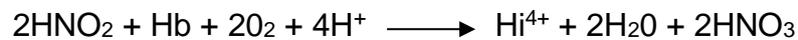
Amonia di dalam kolam berasal dari protein yang terkandung pada pakan ikan dan sisa metabolisme ikan, baik berupa feses maupun urin. Semakin tinggi pH dan suhu air kolam, semakin tinggi kadar amonia. Saat suhu dan pH tinggi (terlalu basa), sebagian besar amonia akan diubah dalam bentuk NH_3 . Amonia dalam molekul (NH_3) lebih beracun daripada yang berbentuk ion (NH_4^+). Oleh karena itu, kadar amonia NH_3 harus dikurangi agar tidak membunuh ikan dan tanaman.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menekan kadar amonia (NH_3) di kolam, diantaranya dengan menghentikan sementara pemberian pakan, menambahkan air baru ke dalam kolam, mengurangi padat tebar ikan, dan menambahkan aerasi di dalam kolam. Dalam sistem aquaponik yang sehat, level maksimum amonia yang aman adalah 0,5 ppm.

5. Nitrat (NO_3)

Nitrat yang berlebihan di perairan dapat mengakibatkan ikan budidaya dapat mengalami keracunan. Proses penting dalam siklus nitrogen adalah nitrifikasi yang mengoksidasi amonia menjadi nitrat. Nitrat yang ada di perairan dikonsumsi oleh ikan, setelah sampai didalam sistem pencernaan ikan akan membentuk nitrit. Senyawa nitrit dapat dengan cepat meyerap kedalam sirkulasi darah yang mempunyai kekuatan tinggi terhadap

pengikatan oksigen yang dapat berdampak pereduksian Hb menjadi met-Hb, seperti persamaan oksidasi di bawah ini.



Satu mol nitrit akan berinteraksi dengan dua mol Hb. Dengan demikian maka gejala yang sering timbul adalah kekurangan O₂ (anoksida), hal ini dapat terjadi apabila 20-40% Hb berubah menjadi met-Hb sebagai akibat dari pengikatan oksigen oleh nitrit dalam darah tersebut. Konsentrasi nitrat yang dianjurkan harus kurang dari 100 mg/L. kandungan nitrat yang layak bagi budidaya adalah lebih dari 3.0 mg/L (Pillay, 2004 *dalam* Nadya, 2019).

6. Fosfat (PO₄)

Fosfat di perairan terdapat dalam berbagai bentuk, diantaranya dalam bentuk butiran-butiran kalsium fosfat (CaPO₄) dan besi fosfat (FePO₄) dan sebagian lagi dalam bentuk fosfat anorganik. Karakteristik fosfor sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang merupakan penyusun biosfer karena unsur ini tidak terdapat di atmosfer. Di perairan bentuk fosfor berubah-ubah secara terus menerus, akibat dekomposisi dan sintesis antara bentuk organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Keseimbangan antara bentuk fosfat anorganik pada berbagai nilai pH kadar fosfor pada perairan alami berkisar antara 0.005-0.02 mg/L (Widjaya, 1994 *dalam* Muhib, 2011).

Fosfor berperan dalam transfer energi di dalam sel, misalnya yang terdapat pada ATP (Adenosine Triphosphate) dan ADP (Adenosine Diphosphate). Ortofosfat yang merupakan produk ionisasi dari asam

ortofosfat adalah bentuk fosfor yang paling sederhana di perairan. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfat. Setelah masuk kedalam tumbuhan, misalnya fitoplankton, fosfat anorganik mengalami perubahan menjadi organofosfat. Fosfat yang berikatan dengan ferri bersifat tidak larut dan mengendap didasar perairan. Pada saat terjadi kondisi anaerob, ion besi valensi tiga (ferri) mengalami reduksi menjadi ion besi valensi dua (ferro) yang bersifat larut dan melepaskan fosfat ke perairan, sehingga meningkatkan keberadaan fosfat diperairan (Effendi, 2003).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 60 hari yaitu pada bulan Agustus sampai bulan Oktober 2022 yang bertempat di Laboratorium Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 1. Alat yang digunakan.

No	Alat	Satuan	Kegunaan
1	Ember	12 buah	Wadah Budidaya
2	Pipa paralon 0,5	3 batang	Saluran pembagian air
3	Pompa air	4 unit	Memompa air
4	Ember	4 buah	Wadah penampungan air
5	Selang 0,5 inci	1,5 meter	Sirkulasi air
6	Thermometer	°C	Mengukur suhu air
7	pH meter	pH	Mengukur keasaman pada air
8	Limbah gelas air	120 Buah	Wadah tumbuh tanaman sawi
9	DO meter	ppm	Mengukur oksigen terlarut

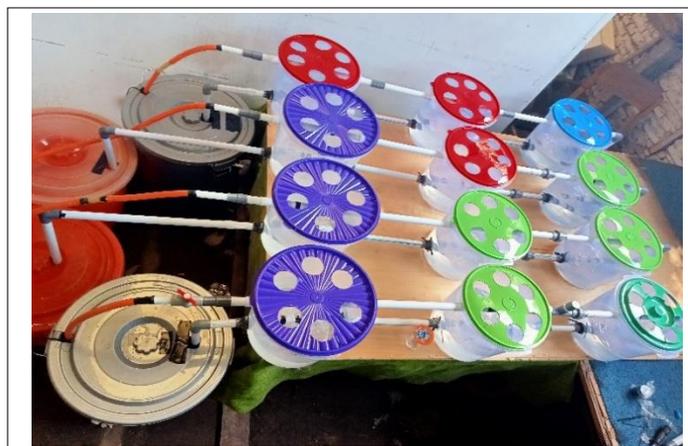
Tabel 2. Bahan yang digunakan.

No	Bahan	Satuan	Kegunaan
1	Ikan Nila ukuran 3-5 cm	120 ekor	Obyek pengamatan
2	Eco-enzym	10 liter	Obyek pengamatan
3	Tanaman Sawi	120 bibit	Obyek pengamatan

3.3 Prosedur Kerja

1. Tahapan Persiapan

- a. Ratakan lahan sebagai tempat duduk wadah budidaya (ember).
Siapkan ember dan tutup ember dilubangi sesuaikan besarnya gelas air mineral sebagai tempat tumbuhnya sayuran (Sawi).
- b. Selanjutnya ember dirangkai jadi satu dari setiap perlakuan dan dihubungkan antara satu ember dengan ember yang lain menggunakan selang yang terlebih dahulu ember dilubangi pada bagian samping sekitar 15 cm dari dasar. Pada lubang tersebut dipasang keran air sebagai tempat pembagian air kembali ke arah ember pengisapan. Pada bagian atas ember dipasang pipa paralon yang telah diberi lubang sesuai jarak masing-masing ember dan dipasang karet bekas ban dalam sepeda motor guna pengaturan debit air yang jatuh ke ember sebagai sumber oksigen.



Gambar 3. Teknik perakitan wadah akuaponik.

2. Tahapan pengamatan

Adapun tahap pengamatan yaitu pengamatan parameter kualitas air meliputi suhu air diukur menggunakan *thermometer* digital di masing-masing perlakuan. Derajat keasaman (pH) diukur 2 kali sehari dengan pH meter dan oksigen terlarut (DO) diukur 2 kali sehari dengan DO meter. Amonia (NH₃), nitrat (NO₃), dan fosfat (PO₄) dalam kolam wadah perlakuan diukur 2 kali melalui uji laboratorium.

3.4 Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yang memiliki dosis eco-enzym yaitu:

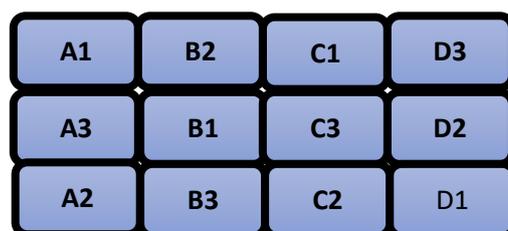
Perlakuan A : Pemberian 5 ml eco-enzym

Perlakuan B : Pemberian 10 ml eco-enzym

Perlakuan C : Pemberian 15 ml eco-enzym

Perlakuan K : Kontrol

Masing-masing perlakuan di ulang 3 kali, dimana variabel yang diamati pada penelitian ini adalah kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO, amonia (NH₃), nitrat (NO₃), dan fosfat (PO₄).



Gambar 4. Desain wadah penelitian.

3.5 Parameter Uji

Variabel yang di amati adalah amonia (NH_3), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4).

3.6 Analisis Data

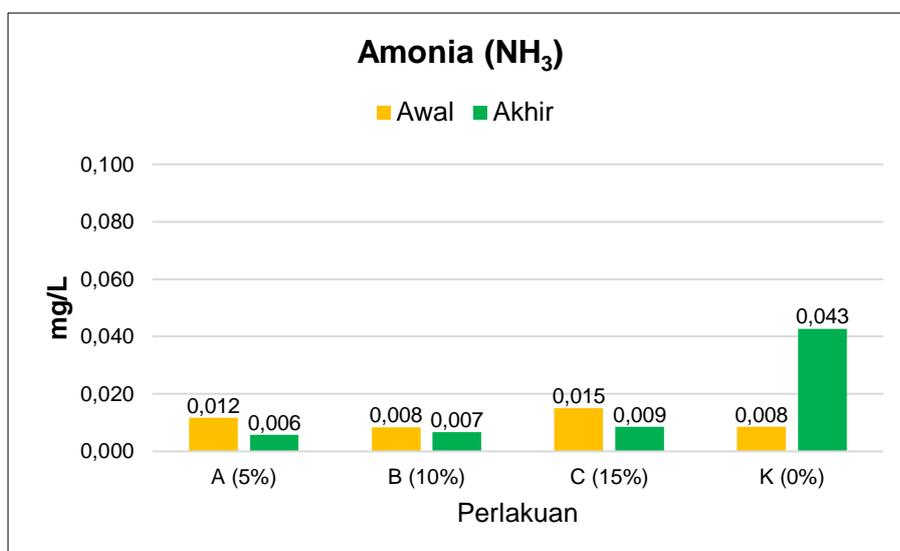
Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variant (ANOVA) dan dilanjutkan Uji Lanjut BNT (LSD) apabila terdapat pengaruh perlakuan ($P < 0,05$). Sebagai alat bantu digunakan SPSS versi IBM 25, untuk penyajian grafik dan tabulasi data menggunakan Microsoft Excel 2010.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Amonia (NH₃)

Hasil pengukuran kadar amonia (NH₃) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*) menampilkan nilai yang berbeda. Konsentrasi kadar amonia dapat di lihat pada Gambar 5 dan Lampiran 1 berikut ini.



Gambar 5. Konsentrasi kadar amonia (NH₃) selama penelitian.

Terlihat Gambar 5 di atas, bahwa pada perlakuan A (5%), B (10%), dan C (15%) diawal penelitian konsentrasi kadar amonia tinggi dan mengalami penurunan diakhir penelitian, yaitu perlakuan A (5%) pada awal penelitian 0,012 mg/L dan pada akhir penelitian 0,006 mg/L, perlakuan B (10%) pada awal penelitian 0,008 mg/L dan akhir penelitian 0,007 mg/L, perlakuan C (15%) pada awal penelitian 0,015 mg/L dan akhir penelitian 0,009 mg/L,

dan perlakuan K (0%) pada awal penelitian 0.008 mg/L dan akhir penelitian 0.043 mg/L. Terlihat bahwa nilai amonia (NH_3) pada awal penelitian agak tinggi lalu terjadi penurunan diakhir penelitian. Sedangkan pada perlakuan kontrol (0%) mengalami peningkatan konsentrasi amonia diakhir penelitian. Konsentrasi kadar amonia pada setiap perlakuan masih berada dibawah baku mutu kualitas air PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) bahwa batas maksimum amonia untuk kegiatan perikanan bagi ikan yaitu $\leq 0,02$ mg/L. Menurut Somerville *et al.*, (2014) bahwa nilai amonia optimum pada sistem akuaponik adalah kurang dari 1 mg/L.

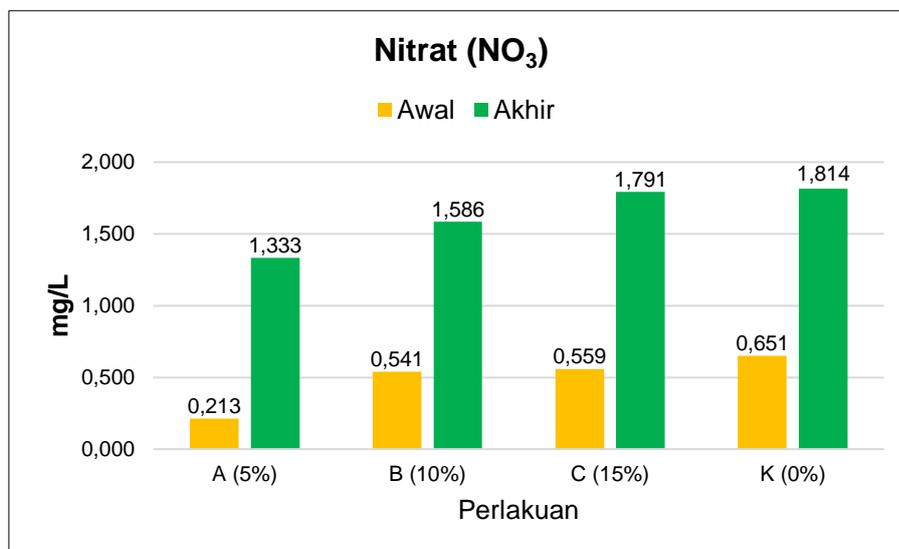
Hasil analisis variant (Anova) kadar awal amonia (NH_3) diawal penelitian (Lampiran 2) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0,05$) antara konsentrasi eco-enzym terhadap kadar amonia pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Adanya pengaruh perlakuan terhadap kandungan amonia (NH_3) dalam media pemeliharaan diduga karena pemberian pakan dan feses pada hewan uji belum terurai dengan baik atau dapat dikatakan bahwa belum ada proses nitrifikasi oleh bakteri yang dapat mengkonversi amonia menjadi nitrit yang sangat diperlukan oleh tanaman (Dauda *et al.*, 2014). Dari hasil Uji LSD (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan C (15%) mengandung amonia yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan yang lainnya, hal ini diduga karena pemberian eco-enzym yang berlebih dan belum terurai dengan baik maka akan terjadi penumpukan amonia yang tinggi karena eco-enzym berfungsi sebagai pupuk organik pada tanaman.

Hasil analisis variant (Anova) kadar amonia (NH_3) pada akhir penelitian (Lampiran 2) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0.05$) antara konsentrasi eco-enzym terhadap kadar amonia pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Hasil Uji LSD (Lampiran 2) menunjukkan bahwa perlakuan K (0%) mengandung kadar amonia yang tinggi dibanding dengan perlakuan yang lain. Dimana perlakuan A (5%), B (10%) dan perlakuan C (15%) tidak berbeda nyata atau mempunyai pengaruh yang sama terhadap kandungan amonia dalam air media pemeliharaan. Terjadinya perbedaan konsentrasi kadar amonia pada perlakuan yang diberi eco-enzym dengan perlakuan kontrol (tanpa pemberian eko enzym) di duga karena adanya proses pemanfaatan amonia secara langsung oleh tanaman melalui proses fitoremediasi oleh akar tanaman serta didukung pula oleh aktivitas eco-enzym yang dapat menetralsir kadar amonia pada media akuaponik (Buzby & Lian 2014). Ditambahkan oleh Crab *et al.*, (2014) bahwa proses reduksi amonia dapat melalui beberapa cara diantaranya melalui proses biologi seperti asimilasi alga dan tumbuhan, proses dekomposisi oleh bakteri, nitrifikasi, denitrifikasi, dan proses aerasi.

4.2 Nitrat (NO_3)

Hasil pengukuran kadar nitrat (NO_3) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*) menampilkan

nilai yang berbeda. Konsentrasi kadar nitrat dapat di lihat pada Gambar 6 dan Lampiran 3 berikut ini.



Gambar 6. Konsentrasi kadar nitrat (NO_3) selama penelitian.

Terlihat Gambar 6 di atas, bahwa pada perlakuan A (5%), B (10%), C (15%) dan K (0%) diawal penelitian konsentrasi kadar nitrat rendah dan mengalami kenaikan diakhir penelitian, yaitu perlakuan A (5%) pada awal penelitian 0,213 mg/L dan pada akhir penelitian 1,333 mg/L, perlakuan B (10%) pada awal penelitian 0,541 mg/L dan akhir penelitian 1,586 mg/L, perlakuan C (15%) pada awal penelitian 0,559 mg/L dan akhir penelitian 1,791 mg/L, dan perlakuan K (0%) pada awal penelitian 0,651 mg/L dan akhir penelitian 1,814 mg/L. Konsentrasi kadar nitrat pada semua perlakuan masih memenuhi kisaran layak, karena dibawah baku mutu air yaitu <math><10\text{ mg/L}</math> (PP No. 82 Tahun 2001).

Hasil analisis variant (Anova) kadar nitrat (NO_3) diawal penelitian (Lampiran 3) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0,05$) antara

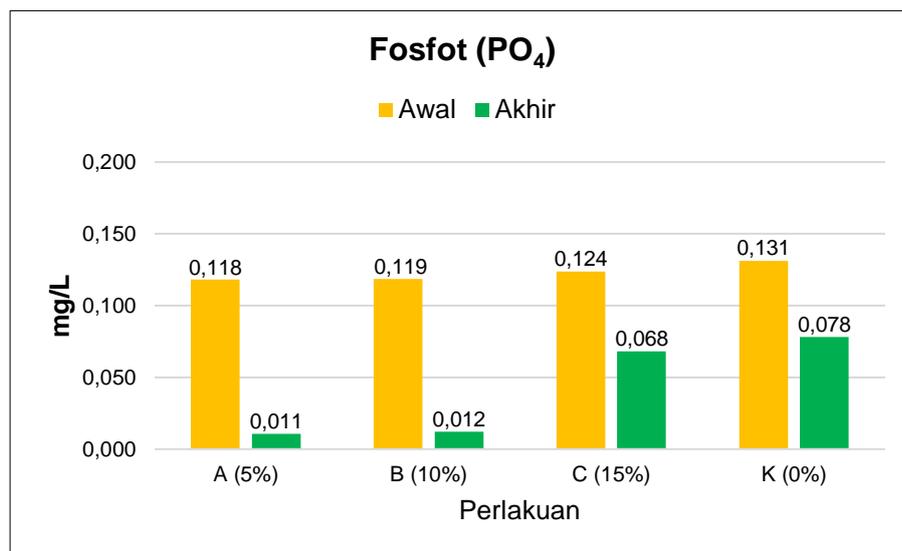
konsentrasi eco-enzym terhadap kadar nitrat pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Perbedaan konsentrasi kadar nitrat pada setiap perlakuan diduga akibat kurangnya pemanfaatan nitrat pada media budidaya baik oleh bakteri maupun oleh tanaman Sawi. Hal ini senada dengan pendapat Gerung *et al.*, (2022) bahwa nitrat merupakan bentuk nitrogen yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman melalui proses fitoremediasi. Dari hasil Uji LSD (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perlakuan C (15%) dan perlakuan K (0%) mengandung kadar nitrat yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan yang lainnya, hal ini diduga akibat dari pakan yang kurang dicerna dan aktivitas eco-enzym yang secara terus-menerus sehingga mempengaruhi proses nitrifikasi tidak berjalan dengan baik. Menurut Fadillah *et al.*, (2022) bahwa nitrat merupakan nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Kandungan nitrat di perairan dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut, karena oksigen akan mengoksidasi nitrit dalam air menjadi nitrat.

Hasil analisis variant (Anova) kadar nitrat (NO_3) pada akhir penelitian (Lampiran 3) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0.05$) antara konsentrasi eco-enzym terhadap kadar nitrat pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Hasil Uji LSD (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perlakuan C (15%) dan perlakuan K (0%) mengandung kadar nitrat yang tinggi dibanding dengan perlakuan yang lain. Dimana perlakuan A (5%), B (10%) dan perlakuan C (15%) tidak

berbeda nyata atau mempunyai pengaruh yang sama terhadap kandungan nitrat dalam air media pemeliharaan. Terjadinya kenaikan konsentrasi kadar nitrat (NO_3) pada semua perlakuan di duga adanya penurunan amonia dan proses penguraian amonia menjadi nitrat tidak berjalan karena akumulasi nitrit sebagai akibat kerja *Nitrobacter* terganggu, sehingga nitrat tidak terurai sempurna. Nitrat diserap oleh tanaman melalui akar sebagai pupuk alami untuk pertumbuhan. Tanaman pada sistem akuaponik memberikan peran biofilter dengan memanfaatkan nutrisi yang berasal dari limbah budidaya. Akar tanaman juga menjadi media tambah bakteri nitrifikasi, yang membantu mereduksi ammonia dan menyediakan nitrat yang dibutuhkan tanaman (Nugroho *et al.*, 2012).

4.3 Fosfat (PO_4)

Hasil pengukuran kadar fosfat (PO_4) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*) menampilkan nilai yang berbeda. Konsentrasi kadar nitrat dapat di lihat pada Gambar 7 dan Lampiran 1 berikut ini.



Gambar 7. Konsentrasi kadar fosfat (PO_4) selama penelitian.

Terlihat Gambar 7 di atas, bahwa perlakuan A (5%), B (10%), C (15%) dan K (0%) diawal penelitian konsentrasi kadar fosfat (PO_4) tinggi lalu mengalami kenaikan diakhir penelitian, yaitu perlakuan A (5%) pada awal penelitian 0,118 mg/L dan pada akhir penelitian 0,011 mg/L, perlakuan B (10%) pada awal penelitian 0,119 mg/L dan akhir penelitian 0,012 mg/L, perlakuan C (15%) pada awal penelitian 0,124 mg/L dan akhir penelitian 0,068 mg/L, dan perlakuan K (0%) pada awal penelitian 0,131 mg/L dan akhir penelitian 0,078 mg/L. Konsentrasi kadar fosfat (PO_4) pada setiap perlakuan masih berada dibawah baku mutu kualitas air PP No. 82 Tahun 2001 bahwa batas maksimum fosfat (PO_4) untuk kegiatan perikanan bagi ikan yaitu 1 mg/L. Menurut Suraya *et al.*, (2021), konsentrasi fosfat yang baik untuk budidaya ikan adalah 0,2-1 mg/L.

Hasil analisis variant (Anova) kadar fosfat (PO_4) diawal penelitian (Lampiran 4) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0,05$) antara

konsentrasi eco-enzym terhadap kadar fosfat pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Perbedaan konsentrasi kadar fosfat diduga kurang adanya pemanfaatan terhadap fosfat pada media budidaya ikan Nila. Menurut Hendrawati *et al.*, (2008), tingginya konsentrasi fosfat berasal dari ekskresi ikan dalam bentuk feses sehingga fosfat mengendap di dasar dan terakumulasi di air budidaya. Dari hasil Uji LSD (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian eco-enzym 15% dan perlakuan K (0%) mengandung fosfat yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan yang lainnya hal ini diduga karena fosfat dari pakan ikan akan dimanfaatkan ikan sesuai dengan kebutuhan tubuhnya, sedangkan fosfat yang tidak dimanfaatkan akan diekskresikan oleh ikan dalam bentuk feses.

Hasil analisis variant (Anova) kadar fosfat (PO_4) pada akhir penelitian (Lampiran 4) menunjukkan bahwa ada pengaruh ($p < 0.05$) antara konsentrasi eco-enzym terhadap kadar fosfat pada sistem akuaponik ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Hasil Uji LSD (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian eco-enzym 15% dan perlakuan K (0%) mengandung kadar fosfat yang tinggi dibanding dengan perlakuan yang lain. Dimana perlakuan A (5%) dan perlakuan B (10%) tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (15%) atau mempunyai pengaruh yang sama terhadap kandungan fosfat dalam air media pemeliharaan. Terjadinya perbedaan konsentrasi kadar fosfat pada perlakuan yang diberi eco-enzym dengan perlakuan kontrol (tanpa

pemberian eco-enzym) di duga karena meningkatnya sisa pakan dan buangan metabolit yang terakumulasi dapat menyebabkan peningkatan fosfat sehingga kualitas air menjadi menurun (Hughes & Soares, 1998 dalam Irfan *et al.*, 2019). Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai keberadaan nitrat dapat menstimulus ledakan pertumbuhan alga di perairan yang dapat menggunakan oksigen dalam jumlah yang besar, sehingga berdampak pada penurunan kadar oksigen terlarut. Orthofosfat merupakan senyawa anorganik yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman air. Menurut Jeschke *et al.*, (1997) dalam Irfan *et al.*, (2019), bahwa kandungan fosfat sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk perkembangan batang, akar, dan daun. Apabila kandungan fosfat rendah, maka akan menghambat pertumbuhan akar, batang, tangkai daun, dan daun. Konsentrasi orthofosfat akan meningkat dengan peningkatan suhu dan penurunan pH (Effendi, 2003).

4.4 Suhu

Hasil pengukuran nilai suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*oreochromis Niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) menampilkan nilai yang sama pada semua perlakuan. Nilai rata-rata suhu disajikan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Nilai rata-rata suhu.

Perlakuan	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Baku Mutu
A (5%)	26 - 30	25 - 30 $^{\circ}\text{C}$ (BBPBAT, 2016)
B (10%)	26 - 30	
C (15%)	26 - 30	
K (0%)	26 - 30	

Nilai rata-rata suhu 26-30°C pada semua perlakuan selama penelitian masih berada dalam kategori baik yaitu 25-30°C untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan Nila. Baku mutu suhu air untuk budidaya ikan Nila yaitu 25-30°C (BBPBAT, 2016).

Pada Table 3 juga terlihat bahwa suhu air selama penelitian cenderung stabil, hal ini sesuai dengan pernyataan Samsundari dan Wirawan (2013) bahwa suhu air yang telah melewati sistem filtrasi akan mengalami kenaikan dan cenderung akan lebih stabil. Hal ini dikarenakan, adanya peran sistem resirkulasi dan biofilter dimana air di pompa dari media pemeliharaan ikan selanjutnya terjadi gesekan mekanis antara partikel air, media tanam dan akar tanaman sehingga suhu air dalam kolam dapat meningkat dan cenderung lebih konstan.

4.5 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran nilai derajat keasaman (pH) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*oreochromis Niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) menampilkan nilai yang sama pada semua perlakuan. Nilai rata-rata pH disajikan pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Nilai rata-rata derajat keasaman.

Perlakuan	Derajat Keasaman	Baku Mutu
A (5%)	7 - 9	7-9 (PP No. 82 Tahun 2021)
B (10%)	7 - 9	
C (15%)	7 - 9	
K (0%)	7 - 9	

Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH pada media budidaya akuaponik berkisar antar 7-9. Nilai pH selama penelitian masih memenuhi kisaran yang layak untuk ikan Nila berdasarkan standar baku mutu air PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) pH yang baik untuk kegiatan budidaya ikan air tawar berkisar antara 6–9.

Tabel 4 terlihat bahwa pH selama penelitian berada dalam kondisi stabil. Hal ini diduga karena fungsi dan peran ekoenzim yang dapat menstabilkan kenaikan dan penurunan pH dalam media pemeliharaan sistem akuaponik, dimana nilai pH air akan berpengaruh pada proses oksidasi bahan organik, proses fitoremediasi, dan pertumbuhan tanaman. Kisaran pH optimum air untuk proses nitrifikasi adalah 7-8 (Karo *et al.*, 2015).

4.6 Oksigen Terlarut (DO)

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda terhadap ikan Nila (*oreochromis Niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) menampilkan nilai yang berbeda. Nilai rata-rata oksigen terlarut dapat di lihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Nilai rata-rata oksigen terlarut.

Perlakuan	Oksigen Terlarut (ppm)	Baku Mutu
A (5%)	5,6 - 7,3	>5 (BBPBAT, 2016)
B (10%)	4,8 - 6,3	
C (15%)	5,0 - 7,4	
K (0%)	5,8 - 9,6	

Terjadi perbedaan nilai rata-rata oksigen terlarut (DO) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym terhadap ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) dengan dosis yang berbeda. Nilai rata-rata kadar DO pada setiap perlakuan masih sesuai dengan baku mutu kualitas air PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas II) bahwa batas maksimum oksigen terlarut (DO) untuk kegiatan perikanan bagi ikan yaitu >5 ppm.

Kelarutan oksigen di dalam air dapat dipengaruhi oleh suhu. Antara oksigen dan suhu berbanding terbalik, jika suhu tinggi, maka kelarutan oksigen menurun, begitupun sebaliknya. Difusi oksigen hanya terjadi dengan cepat pada permukaan air, sedangkan pada lapisan di bawahnya, difusi oksigen berjalan sangat lancar. Untuk membantu distribusi oksigen ke lapisan bawah sekaligus menambah kelarutan oksigen mampu melepaskan oksigen ke atmosfer pada keadaan yang lewat jenuh dapat menggunakan bantuan aerator (Hertika *et al.*, 2022).

Respirasi mempengaruhi kadar oksigen terlarut. Meningkatnya laju respirasi menyebabkan konsumsi oksigen meningkat sehingga oksigen terlarut pada perairan semakin berkurang. Menurunnya kadar oksigen terlarut pada kolam yang apabila oksigen terlarut berkisar antara 1-5 ppm mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 1 ppm dapat bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan (Scabra *et al.*, 2022).

Menurut pernyataan Hertika *et al.*, (2022), jumlah maksimal oksigen terlarut dalam air sekitar 10 mg/L. Sementara itu, jumlah oksigen terlarut minimal untuk ikan sekitar 4,0 mg/L, untuk akar tanaman sekitar 2,5 mg/L, dan untuk bakteri sekitar 2,0 mg/L. Effendi (2003), kadar oksigen terlarut akan berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air.

4.7 Pertumbuhan Ikan Nila

Hasil perhitungan rata-rata pertumbuhan mutlak ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem budidaya akuaponik yang diberi eco-enzym dengan dosis berbeda selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata pertumbuhan mutlak ikan Nila.

Perlakuan	Rata-rata pertumbuhan mutlak (gram)
A (5%)	0,9767±0,02082
B (10%)	1,2533±0,01528
C (15%)	1,7600±0,02646
K (0%)	0,8933±0,03786

Terlihat dari Tabel 6 di atas, bahwa terjadi perbedaan pertumbuhan mutlak ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik yang diberi eco-enzym memperoleh nilai rata-rata pertumbuhan mutlak lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa eco-enzym yaitu perlakuan A (5%) sebesar 0,9767±0,02082 gram, perlakuan B (10%) sebesar 1,2533±0,01528 gram, perlakuan C (15%) sebesar 1,7600±0,02646 gram dan perlakuan K (0%) sebesar 0,8933±0,03786 gram.

Terjadinya perbedaan nilai rata-rata pertumbuhan mutlak diduga akibat dari pakan yang kurang dicerna dan lingkungan media pemeliharaan. Dimana kualitas dan kuantitas pakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan. Sedangkan kualitas air menjadi faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yang dibudidayakan (Gerung *et al.*, 2022). Selain itu menurut Rachmawati *et al.*, (2019) bahwa eco-enzym dapat meningkatkan pemanfaatan nutrisi yang penting untuk penyerapan protein pada ikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian eco-enzym dengan dosis berbeda memberikan pengaruh ($p < 0.05$) terhadap kualitas air amonia (NH_3), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4) baik pada data awal maupun data akhir penelitian.
2. Hasil uji BNT data awal penelitian, perlakuan penambahan eco-enzym dosis 15% memberikan pengaruh yang tinggi terhadap kandungan amonia (NH_3), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) pada sistem akuaponik budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*). Sedangkan hasil uji BNT data akhir penelitian perlakuan Kontrol (0%) tanpa pemberian eco-enzym memberikan pengaruh yang tinggi terhadap kandungan ammonia (NH_3), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4) pada sistem akuaponik budidaya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman Sawi (*Brassica juncea*).

5.2 Saran

Pengamatan kualitas air berupa amonia (NH_3), nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4) pada sistim pemeliharaan akuaponik sederhana dengan sistem resirkulasi sebaiknya diamati perminggu untuk melihat bagaimana pemanfaatan eco-enzym secara detail dalam media pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Avnimelech, Y. 2006. Bio-Filter: The need for an new comprehensive approach *Aquacultural Engineering*, 34(3):172-178.
- Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar 2016, Baku Mutu Air Untuk Budidaya Ikan. <http://www.bbpbat.net/index.php/artikel/60-baku-mutukualitas-air-budidaya>. Diakses pada 22 November 2022.
- Bambang, C. 2000. Budi Daya Ikan Air Tawar, Yogyakarta: Kanisius.
- Bambang, G dan Rani, H. 2008. "Pengendalian Limbah Amonia Budidaya Ikan Lele dengan Sistem Heterotrofik Menuju Sistem Akuakultur NirLimbah". *J. Ris. Akuakultur*, Vol. 3 No. 3. h. 437-448.
- Buwalda, F, Warmenhoven, M. 1999. Growth-Limiting Phosphate Nutrition Suppresses Nitrate Accumulation in Greenhouse Lettuce. *Journal of Experimental Botany*. 335:813–821.
- Buzby KM and Lian SL. 2014. Scaling Aquaphonic Systems: Balancing Plant Uptake with Fish Output. *Aquacultur Engineering*. 63:39-44.
- Cahyo, S, Rini, S. 2014. Panduan Lengkap Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik, Yogyakarta: Lily Publisher.
- Crab R, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2012. Biofloc Technology in Aquaculture: Beneficial Effects and Future Challenges. *Aquaculture*. 356:351–356.
- Dauda AB, Akinwole AO, Olatinwo LK. 2014. Bionitrification of Aquaculture Wastewater at Different Drying Times in Water Reuse System. *JAFT*. 4(2):6-12.
- Dewangga, K. 2006. Optimalisasi Produksi Budidaya Ikan Konsumsi Air Tawar, Bogor: IPB.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Eko, H, et.al. Sawi dan selada, Jakarta: Penebar Swadaya, 2007.
- Fadillah, H., Junaidi, M., & Azhar, F. 2022. Penggunaan Nitrosomonas dan Nitrobacter Untuk Perbaikan Kualitas Air Media Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(1), 54-65.
- Farhan, M, Q. 2014. Statistik Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dalam SPSS, Yogyakarta: ANDI.

- Fathulloh A.S., N. S. Budiana, *Akuaponik Panen Sayur Bonus Ikan*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2015.
- Gerung, P. R., Mudeng, J. D., Salindeho, I. R., Longdong, S. N., Pangkey, H., & Rumengan, I. F. 2022. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* yang dikultur pada sistem akuaponik dengan kepadatan biofilter kangkung yang berbeda. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 10(2).
- Hendrawati H, Prihadi TH, Rohmah NN. 2008. Analisis Kadar Phosfat dan Nnitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau akibat Rembesan Lumpur Lapindo di Sidoarjo, Jawa Timur. Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Pasar Minggu Jakarta Selatan.
- Hertika, A. M. S., Putra, R. B. D. S., & Arsad, S. 2022. *Kualitas Air dan Pengelolaannya*. Universitas Brawijaya Press.
- Irfan, Z., Iskandar, Achmad, R., Yuli, A., Rian, R. 2019. Efektivitas Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 9. No 1. Hal 81-94.
- Karo RE. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. [Skripsi]. Bogor. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Kemas, A, H. 2010. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Kemas, A, H. 2011. *Rancangan Percobaan Teori & Aplikasi*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Khairuman, Khairil, A. 2012. *Pembesaran Nila di Kolam Air Deras*. Jakarta Selatan: PT. Agro Media Pustaka.
- Kim YM, Park D, Lee DS, and Park JM. 2007. Instability of Biological Nitrogen Removal in a Cokes Wastewater Treatment Facility During Summer. *JHazard. Mater.*
- Molleda MI. 2007. *Water Quality in Recirculating Aquaculture Systems for Arctic Charr (*Salvelinus alpinus L.*) Culture*. United Nation University, Iceland.

- Muhib, R. 2011. Dinamika Fosfat dan Klorofil Dengan Penebaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Sistem Heterotrofik. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nadya, C, P, R. 2019. Perbedaan Tanaman Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*), Cabai (*Capsicum frutescens L.*), dan Terong (*Solanum melongena L.*) Pada Penyerapan Amonia (NH₃), Nitrit (NO₂) dan Nitrat (NO₃) Air Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Pada Sistem Akuaponik. [Skripsi]. Universitas Airlangga.
- Nazim F dan V. Meera. 2013. Treatment of Synthetic Greywater Using 5% and 10% Garbage Enzyme Solution. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, Vol 3 No 4. Hal 111-117.
- Nofiandi, R. 2016. Step by Step Membuat Instalasi Akuaponik Portable 1 m² Hingga Memanen. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Nugraheni, W. 2013. Urban Farming Gaya Bertani Spesifik Kota, Yogyakarta: Lily Publisher.
- Nugroho P. 2012. Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair. Penerbit Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pinus, L. 1999. Hidroponik: Bercocok Tanam Tanpa Tanah, Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rachmawati D., Samidjan I., Pranggono H., & Agus, M. 2019. Penambahan probiotik yang berbeda pada pakan buatan terhadap kinerja pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *PENA Akuatika*, 18(2), 63-74.
- Rubiansyah AR. 2016. Pengaruh Perbedaan Jenis Ikan Terhadap Produktivitas Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea retanns*) Pada Sistem Akuaponik. [Skripsi]. Universitas Padjadjaran.
- Samsundari S dan Wirawan GA. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*. 8(2):86-97.
- Scabra, A. R., Afriadin, A., & Marzuki, M. 2022. Efektivitas Peningkatan Oksigen Terlarut Menggunakan Perangkat Microbubble Terhadap

- Produktivitas Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(1), 13-21.
- Setijaningsih, L., & Suryaningrum, L. H. 2015. Pemanfaatan limbah budidaya ikan lele (*Clarias batrachus*) untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem resirkulasi. *Berita Biologi*, 14(3), 287-293.
- Somervilla C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, Lovatelli A. 2014. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589: Small-Scale Aquaponic Food Production Integrated Fish and Plant Farming. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Suraya, U., Gumiri, S., & Permata, D. D. 2021. Hubungan Kualitas Air Dengan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*) Yang Dibesarkan Di Dalam Ember. *JOURNAL OF TROPICAL FISHERIES*, 16(2), 109-115.
- Tang HL and Chen H. 2015. Nitrification at Full-Scale Municipal Wastewater Treatment Plants: Evaluation of Inhibition and Bioaugmentation of Nitrifiers. *Bioresource Technology*. 190:76-81.
- Tanjung RRM, Zidni I, Iskandar, Junianto. 2019. Effect of Difference Filter Media on Recirculating Aquaculture System (RAS) on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) production performance. *WSN* 118:194-208.
- Tawar, B. B. B. P. A. 2016. 'Baku Mutu Air untuk Budidaya Ikan'.
- Zidni I, Herawati T, dan Liviawaty E. 2013. Pengaruh Padat Tebar Terhadap Pertumbuhan Benih Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dalam Sistem Akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 4(4):315-324.
- Zou Y, Hu Z, Zhang J, Xie H, Guimbaud C, Fang Y. 2016. Effects of pH on Nitrogen Transformations in Media-Based Aquaponics. *Bioresource Technology*. 210(3):81-87.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan kadar amonia (NH_3), nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4).

Perlakuan	Ulangan	Parameter Kualitas Air					
		Amonia (NH_3)		Nitrat (NO_3)		Fosfat (PO_4)	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
A (5%)	1	0,010	0,003	0,531	1,867	0,117	0,069
	2	0,012	0,007	0,370	1,707	0,121	0,066
	3	0,013	0,007	0,777	1,867	0,118	0,069
B (10%)	1	0,015	0,009	0,537	1,703	0,123	0,014
	2	0,014	0,008	0,654	1,836	0,123	0,011
	3	0,016	0,009	0,761	1,836	0,125	0,011
C (15%)	1	0,041	0,008	0,125	1,534	0,130	0,079
	2	0,046	0,009	0,192	1,689	0,134	0,076
	3	0,041	0,009	0,323	1,534	0,130	0,079
K (0%)	1	0,008	0,007	0,821	1,471	0,114	0,010
	2	0,010	0,006	0,422	1,264	0,122	0,011
	3	0,007	0,007	0,379	1,264	0,118	0,011

Lampiran 2. Hasil analisis variant (Anova) amonia (NH₃).

ANOVA					
Amonia Awal					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	15.278	.001
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.000	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Amonia Awal						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	.003333*	.001155	.020	.00067	.00600
	C	-.003333*	.001155	.020	-.00600	-.00067
	K	.003333*	.001155	.020	.00067	.00600
B	A	-.003333*	.001155	.020	-.00600	-.00067
	C	-.006667*	.001155	.000	-.00933	-.00400
	K	.000000	.001155	1.000	-.00266	.00266
C	A	.003333*	.001155	.020	.00067	.00600
	B	.006667*	.001155	.000	.00400	.00933
	K	.006667*	.001155	.000	.00400	.00933
K	A	-.003333*	.001155	.020	-.00600	-.00067
	B	.000000	.001155	1.000	-.00266	.00266
	C	-.006667*	.001155	.000	-.00933	-.00400

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA					
Amonia Akhir					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	7.466	.010
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.000	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Amonia Akhir						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.002333	.002867	.439	-.00895	.00428
	C	-.011333*	.002867	.004	-.01795	-.00472
	K	.000667	.002867	.822	-.00595	.00728
B	A	.002333	.002867	.439	-.00428	.00895
	C	-.009000*	.002867	.014	-.01561	-.00239
	K	.003000	.002867	.326	-.00361	.00961
C	A	.011333*	.002867	.004	.00472	.01795
	B	.009000*	.002867	.014	.00239	.01561
	K	.012000*	.002867	.003	.00539	.01861
K	A	-.000667	.002867	.822	-.00728	.00595
	B	-.003000	.002867	.326	-.00961	.00361
	C	-.012000*	.002867	.003	-.01861	-.00539

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 3. Hasil analisis variant (Anova) nitrat (NO₃).

ANOVA					
Nitrat Awal					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.329	3	.110	3.536	.068
Within Groups	.248	8	.031		
Total	.577	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Nitrat Awal						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.327333	.143824	.052	-.65899	.00432
	C	-.346000*	.143824	.043	-.67766	-.01434
	K	-.437333*	.143824	.016	-.76899	-.10568
B	A	.327333	.143824	.052	-.00432	.65899
	C	-.018667	.143824	.900	-.35032	.31299
	K	-.110000	.143824	.466	-.44166	.22166
C	A	.346000*	.143824	.043	.01434	.67766
	B	.018667	.143824	.900	-.31299	.35032
	K	-.091333	.143824	.543	-.42299	.24032
K	A	.437333*	.143824	.016	.10568	.76899
	B	.110000	.143824	.466	-.22166	.44166
	C	.091333	.143824	.543	-.24032	.42299

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA					
Nitrat Akhir					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.450	3	.150	16.344	.001
Within Groups	.073	8	.009		
Total	.524	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Nitrat Akhir						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.252667 [*]	.078231	.012	-.43307	-.07226
	C	-.458667 [*]	.078231	.000	-.63907	-.27826
	K	-.480667 [*]	.078231	.000	-.66107	-.30026
B	A	.252667 [*]	.078231	.012	.07226	.43307
	C	-.206000 [*]	.078231	.030	-.38640	-.02560
	K	-.228000 [*]	.078231	.019	-.40840	-.04760
C	A	.458667 [*]	.078231	.000	.27826	.63907
	B	.206000 [*]	.078231	.030	.02560	.38640
	K	-.022000	.078231	.786	-.20240	.15840
K	A	.480667 [*]	.078231	.000	.30026	.66107
	B	.228000 [*]	.078231	.019	.04760	.40840
	C	.022000	.078231	.786	-.15840	.20240

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 4. Hasil analisis variant (Anova) fosfat (PO₄).

ANOVA					
Fosfat Awal					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	16.835	.001
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.000	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Fosfat Awal						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.000667	.002121	.761	-.00556	.00423
	C	-.005667*	.002121	.028	-.01056	-.00077
	K	-.013333*	.002121	.000	-.01823	-.00844
B	A	.000667	.002121	.761	-.00423	.00556
	C	-.005000*	.002121	.046	-.00989	-.00011
	K	-.012667*	.002121	.000	-.01756	-.00777
C	A	.005667*	.002121	.028	.00077	.01056
	B	.005000*	.002121	.046	.00011	.00989
	K	-.007667*	.002121	.007	-.01256	-.00277
K	A	.013333*	.002121	.000	.00844	.01823
	B	.012667*	.002121	.000	.00777	.01756
	C	.007667*	.002121	.007	.00277	.01256

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA					
Fosfot Akhir					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.012	3	.004	1651.571	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.012	11			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Fosfot Akhir						
LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A	B	-.001333	.001247	.316	-.00421	.00154
	C	-.057333*	.001247	.000	-.06021	-.05446
	K	-.067333*	.001247	.000	-.07021	-.06446
B	A	.001333	.001247	.316	-.00154	.00421
	C	-.056000*	.001247	.000	-.05888	-.05312
	K	-.066000*	.001247	.000	-.06888	-.06312
C	A	.057333*	.001247	.000	.05446	.06021
	B	.056000*	.001247	.000	.05312	.05888
	K	-.010000*	.001247	.000	-.01288	-.00712
K	A	.067333*	.001247	.000	.06446	.07021
	B	.066000*	.001247	.000	.06312	.06888
	C	.010000*	.001247	.000	.00712	.01288

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 5. Hasil uji laboraroiium amoniak (NH_3), nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4).

**LABORATORIUM PRODUKTIVITAS & KUALITAS PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl. Perintis Kemerdekaan, KM 10 Tamalanrea, Makassar, Indonesia 90245
Telp./ Fax. +62-0411 586025, email : fikip@unhas.ac.id, website :http://fikip.unhas.ac.id

No : 018.UM/Lab.Air/VIII/2022
Pemilik sampel : Alexius M. Mado (BDP 2017 Unibos)
Tanggal masuk : 29 Agustus 2022
Jumlah sampel : 12
Jenis sampel : Air Tawar
Asal sampel : Lab. Terpadu Pertanian
Kegiatan : Penelitian S1

Data Hasil Analisis

No	Kode Sampel	Parameter		
		Nitrat-NO3 (mg/L)	Phosphat-PO4 (mg/L)	Amoniak-NH3 (mg/L)
1	A1	0,125	0,114	0,010
2	A2	0,192	0,122	0,012
3	A3	0,323	0,118	0,013
4	B1	0,821	0,117	0,008
5	B2	0,422	0,121	0,010
6	B3	0,379	0,118	0,007
7	C1	0,531	0,123	0,015
8	C2	0,370	0,123	0,014
9	C3	0,777	0,125	0,016
10	K1	0,537	0,130	0,008
11	K2	0,654	0,134	0,010
12	K3	0,761	0,130	0,007

Makassar, 12 September 2022
Pranata Lab. Pendidikan (PLP)

Fitriyanti S.Si
Nip. 19771012 200112 2 001



**LABORATORIUM PRODUKTIVITAS & KUALITAS PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl. Perintis Kemerdekaan, KM 10 Tamalanrea, Makassar, Indonesia 90245

Telp./ Fax: +62-0411-586025, email: fikip@unhas.ac.id, website: http://fikip.unhas.ac.id

No : 04.UM/Lab.Air/X/2022
 Pemilik sampel : Alexius M. Mado (BDP 2017 Unibos)
 Tanggal masuk : 10 Oktober 2022
 Jumlah sampel : 12
 Jenis sampel : Air Tawar
 Asal sampel : Lab. Terpadu Pertanian
 Kegiatan : Penelitian S1

Data Hasil Analisis

No	Kode Sampel	Parameter		
		Nitrat-NO3 (mg/L)	Phosphat-PO4 (mg/L)	Amoniak-NH3 (mg/L)
1	A1	1,471	0,010	0,003
2	A2	1,264	0,011	0,007
3	A3	1,264	0,011	0,007
4	B1	1,534	0,014	0,007
5	B2	1,689	0,011	0,006
6	B3	1,534	0,011	0,007
7	C1	1,703	0,069	0,009
8	C2	1,836	0,066	0,008
9	C3	1,836	0,069	0,009
10	K1	1,867	0,079	0,041
11	K2	1,707	0,076	0,046
12	K3	1,867	0,079	0,041

Makassar, 30 Oktober 2022
 Pranata Lab. Pendidikan (PLP)


 Fitriyanti S.Si
 Nip. 19771012 200112 2 001

Lampiran 6. Dokumentasi penelitian.

	
Perakitan media aquaponik	Perakitan media aquaponik
	
Perakitan media aquaponik	Wadah aquaponik
	
Batu aerasi	Selang aerasi



Eco-enzym



Benih ikan Nila



Penaburan dosis Eco-enzym



Pengukuran kualitas air



Pengukuran kualitas air



Persiapan uji laboratorium