

**SKRIPSI**

**APLIKASI PROBIOTIK DENGAN DOSIS BERBEDA  
TERHADAP KUALITAS AIR DAN PERTUMBUHAN  
IKAN BETOK (*Anabas testudineus*) PADA SISTEM  
AKUAPONIK**

***APPLICATION OF PROBIOTICS WITH DIFFERENT  
DOSAGES ON WATER QUALITY AND GROWTH OF  
CLIMBING PERCH (*Anabas testudineus*) IN  
AQUAPONIC SYSTEM***



**Eka Widhiastuti  
05051181924016**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

## SUMMARY

**EKA WIDHIASTUTI.** Application of Probiotics with Different Dosages on Water Quality and Growth of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) in Aquaponic System (Supervised by **MIRNA FITRANI** and **FERDINAND HUKAMA TAQWA**).

Poor water quality can negatively impact fish growth. Introducing probiotics in the fish-rearing environment can improve water quality by converting harmful compounds into non-toxic ones. This study aimed to assess the impact of varying doses of probiotics on water quality, growth, and survival of climbing perch in an aquaponic system. The study was conducted at the Aquaculture Laboratory and Experimental Pond of the Aquaculture Study Program from October to December 2023. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments, each with three replications, no addition of commercial probiotics ( $P_0$ ), addition of commercial probiotic at  $0.5 \text{ mL L}^{-1}$  water ( $P_1$ ), addition of commercial probiotics at  $1.5 \text{ mL L}^{-1}$  water ( $P_2$ ), addition commercial probiotics at  $2.5 \text{ mL L}^{-1}$  water ( $P_3$ ). Fingerlings of Climbing perch that measured  $5.5 \pm 0.5 \text{ cm}$  were reared for 42 days. The results showed that the most effective treatment was the addition of commercial probiotics at  $0.5 \text{ mL L}^{-1}$  water ( $P_1$ ). This treatment resulted in a temperature of  $27.30 \pm 0.22^\circ\text{C}$ , average pH of  $7 \pm 0.13$ , dissolved oxygen of  $6.32 \pm 0.12 \text{ mg L}^{-1}$ , ammonia level of  $0.043 \pm 0.014 \text{ mg L}^{-1}$ , nitrate level of  $44.92 \pm 4.92 \text{ mg L}^{-1}$ , and total suspended solids of  $16 \pm 1.73 \text{ mg L}^{-1}$ . Furthermore, this treatment demonstrated the best results in terms of the survival rate of the climbing perch at 96.7%, absolute length growth of the climbing perch at  $0.89 \pm 0.07 \text{ cm}$ , absolute weight growth of the climbing perch at  $1.32 \pm 0.05 \text{ g}$ , and growth of bok choy plants resulting in a height of  $17.90 \pm 1.67 \text{ cm}$  and a plant weight of  $23.10 \pm 2.0 \text{ g}$ .

Keywords : aquaponics, climbing perch, bok choy, probiotics

## RINGKASAN

**EKA WIDHIASTUTI.** Aplikasi Probiotik dengan Dosis Berbeda terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) pada Sistem Akuaponik (Dibimbing oleh **MIRNA FITRANI** dan **FERDINAND HUKAMA TAQWA**).

Kualitas air yang buruk menyebabkan pertumbuhan ikan yang kurang optimal. Pemberian probiotik pada media pemeliharaan ikan dapat memperbaiki kualitas air karena dapat merubah senyawa beracun menjadi tidak beracun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian probiotik komersial dengan dosis yang berbeda terhadap kualitas air media serta pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betok pada sistem akuaponik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perairan dan Kolam Percobaan Program Studi Budidaya Perairan pada bulan Oktober-Desember 2023. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan dengan dosis tanpa penambahan probiotik komersial (P<sub>0</sub>), penambahan probiotik komersial 0,5 mL L<sup>-1</sup> air (P<sub>1</sub>), penambahan probiotik komersial 1,5 mL L<sup>-1</sup> air (P<sub>2</sub>) dan penambahan probiotik komersial 2,5 mL L<sup>-1</sup> air (P<sub>3</sub>). Benih ikan betok yang digunakan berukuran 5,5±0,5 cm yang dipelihara selama 42 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probiotik komersial 0,5 mL L<sup>-1</sup> air (P<sub>1</sub>) merupakan perlakuan terbaik dengan nilai suhu 27,30±0,22°C, pH sebesar 7,00±0,13, oksigen terlarut sebesar 6,32±0,12 mg L<sup>-1</sup>, amonia sebesar 0,043±0,014 mg L<sup>-1</sup>, nitrat sebesar 44,92±4,92 mg L<sup>-1</sup> dan padatan tersuspensi total sebesar 16 ±1,73 mg L<sup>-1</sup>. Perlakuan tersebut juga menunjukkan hasil terbaik untuk kelangsungan hidup ikan betok 96,7±1,4%, pertumbuhan panjang mutlak ikan betok sebesar 0,89±0,07 cm, pertumbuhan bobot mutlak ikan betok 1,32±0,05 g, pertumbuhan tanaman sawi pakcoy menghasilkan nilai tinggi total tanaman sebesar 17,90±1,67 cm dan bobot total tanaman sebesar 23,10±2,0 g.

Kata kunci: akuaponik, ikan betok, pakcoy, probiotik

# SKRIPSI

## **APLIKASI PROBIOTIK DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP KUALITAS AIR DAN PERTUMBUHAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*) PADA SISTEM AKUAPONIK**

Diajukan sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Perikanan pada Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya



**Eka Widhiastuti**  
**05051181924016**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI PROBIOTIK DENGAN DOSIS BERBEDA  
TERHADAP KUALITAS AIR DAN PERTUMBUHAN IKAN  
BETOK (*Anabas testudineus*) PADA SISTEM AKUAPONIK**

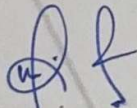
**SKRIPSI**

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

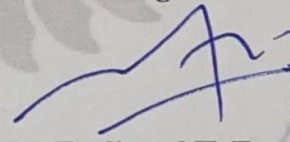
**Eka Widhiastuti**  
**05051181924016**

**Pembimbing 1**



**Mirna Fitrani, S.Pi., M.Si., Ph.D**  
**NIP. 198403202008122002**

Indralaya, Oktober 2024  
**Pembimbing II**



**Dr. Ferdinand H. Taqwa, S.Pi., M.Si**  
**NIP. 197602082001121003**



Mengetahui,  
Dean Fakultas Pertanian

**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr**  
**NIP. 19641229199001001**

Skripsi dengan judul “Aplikasi Probiotik dengan Dosis Berbeda terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) pada Sistem Akuaponik” oleh Eka Widhiastuti telah dipertahankan di depan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 September 2024 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

1. Mirna Fitriani, S.Pi., M.Si., Ph.D  
NIP. 198403202008122002

Ketua (.....)

2. Dr.Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si  
NIP. 197602082001121003

Sekretaris (.....)

3. Dr. Mohammad Amin, S.Pi., M.Si  
NIP. 197604122001121001

Anggota (.....)



Indralaya, Oktober 2024  
Ketua Jurusan Perikanan

Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si  
NIP.197602082001121003

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eka Widhiastuti

NIM : 05051181924016

Judul : Aplikasi Probiotik dengan Dosis Berbeda terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) pada Sistem Akuaponik

Menyatakan bahwa semua data dari informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil skripsi saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Oktober 2024



Eka Widhiastuti

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 08 Januari 2001 di Tanjung Inten, Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Orang tua bernama bapak Samuji dan Ibu Farida.

Riwayat pendidikan penulis antara lain Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2013 di MI Muhammadiyah Tanjung Inten, sekolah menengah pertama pada tahun 2016 di MTS Muhammadiyah 1 Purbolinggo, dan sekolah menengah atas tahun 2019 di SMA Muhammadiyah 1 Purbolinggo. Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan sarjana (S1) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN pada tahun 2019.

Penulis ikut berperan aktif dalam beberapa keorganisasian di dalam kampus. Pada tahun 2019–2020 penulis menjadi anggota kerohanian Himpunan Mahasiswa Akuakultur dan menjadi anggota KEMALA (keluarga mahasiswa Lampung), selain itu pada tahun 2019–2020 penulis menjadi anggota BWPI fakultas pertanian. Pada tahun 2020-2021 penulis menjadi anggota PSDM Himpunan Mahasiswa Akuakultur. Penulis telah melaksanakan Magang di Balai Benih Ikan (BBI) Natar, Kabupaten Lampung Selatan dengan dosen pembimbing ibu Mirna Fitriani S.Pi., M.Si., Ph.D pada tahun 2021 dengan judul “Teknik Budidaya Ikan Molly (*Poecilia sphenops*) di Balai Benih Ikan Desa Negara Ratu Natar Lampung Selatan Lampung”. Penulis juga telah melaksanakan Praktek Lapangan di Unit Usaha Mandiri Perikanan Desa Tanjung Inten Lampung dengan judul “Penggunaan Tepung Daun Pepaya dan Probiotik pada Pakan Komersial untuk Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.) di Unit Usaha Mandiri Perikanan Desa Tanjung Inten Lampung” dengan dosen pembimbing ibu Mirna Fitriani S.Pi., M.Si., Ph.D. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum fisiologi hewan air pada tahun 2022 dan 2023.



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan nikmat dan juga karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Probiotik dengan Dosis Berbeda terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) pada Sistem Akuaponik” dengan baik sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana perikanan. Selama penyusunan skripsi, penulis banyak dibantu oleh berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
2. Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan perikanan dan Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Mirna Fitriani S.Pi., M.Si., Ph.D Selaku Pembimbing Akademik serta Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. Selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Kedua orang tua Bapak Samuji dan Ibu Farida dan adik kandung penulis serta Idar Yongky Prasetyo yang telah memberikan berkontribusi banyak dan telah memberi dukungan kepada penulis dengan segala bentuk serta doa baik yang selalu dipanjatkan.
5. Kepada Ariani Indah Sari, Yunita Fitriani, Ayu Oktavianingsih dan Toni Susanto yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, tentunya penulis tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan. Maka dari itu penulis meminta maaf dan mengharapakan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Indralaya, Oktober 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
KATA PENGANTAR. ....	vii
DAFTAR ISI. ....	viii
DAFTAR GAMBAR. ....	ix
DAFTAR TABEL. ....	x
DAFTAR LAMPIRAN. ....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN. ....	1
1.1. Latar Belakang. ....	1
1.2. Rumusan Masalah. ....	2
1.3. Tujuan dan Kegunaan ....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA ....	4
2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Betok. ....	4
2.2. Akuaponik. ....	5
2.3. Budidaya Ikan Betok. ....	5
2.4. Probiotik EM4 <sup>®</sup> ....	6
2.5. Tanaman Sawi Pakcoy ....	7
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN. ....	9
3.1. Tempat dan Waktu Kegiatan. ....	9
3.2. Bahan dan Metode. ....	9
3.3. Analisis Data ....	13
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN. ....	14
4.1. Kualitas Air ....	14
4.2. Kelangsungan Hidup ....	20
4.3. Pertumbuhan Mutlak Ikan Betok ....	21
4.4. Tinggi dan Bobot Total Tanaman Sawi Pakcoy ....	23
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN ....	25
5.1. Kesimpulan ....	25
5.2. Saran. ....	25
DAFTAR PUSTAKA. ....	26
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 3.1. Desain kolam pemeliharaan .....	10

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan dalam penelitian. ....	9
Tabel 3.2. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	9
Tabel 4.1. Rerata suhu selama pemeliharaan .....	14
Tabel 4.2. Rerata pH selama pemeliharaan.....	15
Tabel 4.3. Rerata oksigen terlarut selama pemeliharaan.....	16
Tabel 4.4. Rerata amonia selama pemeliharaan.....	17
Tabel 4.5. Rerata nitrat selama pemeliharaan .....	19
Tabel 4.6. Rerata padatan tersuspensi total selama pemeliharaan .....	20
Tabel 4.7. Rerata kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan.....	21
Tabel 4.8. Rerata pertumbuhan mutlak ikan selama pemeliharaan .....	22
Tabel 4.9. Rerata tinggi dan bobot total sawi pakcoy selama pemeliharaan .....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Denah penempatan wadah.....	33
Lampiran 2. Analisis uji BNT suhu selama pemeliharaan.....	34
Lampiran 3. Analisis uji BNT pH selama pemeliharaan .....	36
Lampiran 4. Analisis uji BNT oksigen terlarut selama pemeliharaan .....	38
Lampiran 5. Analisis uji BNT amonia selama pemeliharaan .....	44
Lampiran 6. Analisis uji BNT nitrat selama pemeliharaan.....	50
Lampiran 7. Analisis uji BNT padatan tersuspensi total selama pemeliharaan .	56
Lampiran 8. Analisis uji BNT kelangsungan hidup ikan selama pemeliharaan	58
Lampiran 9. Analisis uji BNT pertumbuhan selama pemeliharaan .....	59
Lampiran 10. Analisis uji BNT tinggi dan bobot total sawi pakcoy.....	61
Lampiran 11. Dokumentasi penelitian .....	63

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Ikan betok (*Anabas testudineus*) merupakan ikan yang memiliki *labyrinth* (Agustinus dan Minggawati, 2018) sehingga memungkinkan ikan betok tahan terhadap kekeringan dan kekurangan oksigen dalam air (Susila, 2016). Saat ini, keberadaan ikan betok sudah cenderung jarang ditemukan di pasar, meskipun ada, ukurannya cukup kecil untuk dikonsumsi (6 ekor kg<sup>-1</sup>). Hasil penelitian dari Pratama *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa ikan betok yang dipelihara selama 30 hari hanya mengalami pertambahan bobot absolut sebesar 1,92 g. Amonia terbentuk ketika kotoran ikan hasil metabolismenya mengendap di permukaan media pemeliharaan, hal ini merupakan salah satu hal yang menghambat pertumbuhan ikan. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya pengelolaan kualitas air yang baik untuk pemeliharaan ikan betok, seperti penerapan sistem akuaponik.

Sistem akuaponik adalah salah satu teknologi yang menggabungkan sistem akuakultur dan sistem hidroponik. Sistem tersebut mampu mempertahankan kualitas air dalam media pemeliharaan ikan. Sistem akuaponik mampu menciptakan lingkungan tumbuh antara ikan dan tanaman yang lebih produktif daripada metode sistem konvensional (Asni *et al.*, 2020). Dibandingkan dengan sistem lain, sistem akuaponik memiliki keunggulan karena memiliki biofilter yang dibuat oleh tanaman sehingga dapat menjaga kualitas air pada media budidaya ikan (Hasan *et al.*, 2018). Umumnya tanaman yang digunakan dalam sistem akuaponik yaitu adalah sawi pakcoy yang mengandung banyak vitamin dan mineral (Rizal, 2017). Selain pemanfaatan akuaponik untuk meningkatkan kualitas air media pemeliharaan ikan, juga bisa dengan mengaplikasikan probiotik sebagaimana yang dilaporkan dalam Apriyani *et al.* (2021) bahwa pertumbuhan ikan nila dan kualitas air terpengaruh ketika probiotik ditambahkan ke media pemeliharaan. Probiotik memiliki kemampuan untuk mengubah zat berbahaya menjadi zat tidak beracun dan meningkatkan nilai nutrisi air, yang keduanya meningkatkan kualitas air (Primashita *et al.*, 2017) dan mampu meningkatkan kelangsungan hidup serta laju pertumbuhan ikan (Telaumbanua *et al.*, 2023).

Salah satu probiotik yang umumnya digunakan dalam budidaya perikanan adalah *Effective Microorganism 4* (EM4®) (Akbar *et al.*, 2013). EM4® mengandung bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) dan *saccharomyces cerevisiae* (Anis dan Hariani, 2019). Bakteri tersebut dapat membantu mengurangi kadar amonia dan juga nitrat yang ada di dalam air yang dapat membahayakan kesehatan ikan dan tanaman serta meningkatkan kandungan nutrisi yang ada pada air. Menurut beberapa penelitian pemberian dosis probiotik EM4® Jumlah bahan budidaya ikan yang digunakan mempengaruhi pertumbuhan ikan dan kualitas udara. Penambahan probiotik EM4® pada kualitas pemeliharaan media udara ikan gabus terbukti memberikan dampak positif terhadap kualitas media udara yang ditunjukkan dengan penurunan kadar amonia dan nitrat. Apalagi penelitian yang dilakukan oleh Kusuma *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penambahan probiotik dengan dosis yang bervariasi pada media pertumbuhan dan pemeliharaan ikan lele dalam sistem akuaponik dapat meningkatkan kualitas udara dan mempercepat pertumbuhan ikan.

Penerapan akuaponik dan pemberian probiotik menunjukkan hasil yang sama-sama baik untuk manajemen kualitas air pemeliharaan ikan yang pada akhirnya dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan dan pertumbuhan mutlak ikan yang dibudidayakan. Bahkan, pada sistem akuaponik juga dapat dihasilkan *secondary product* berupa tanaman sayuran yang dapat dikonsumsi, namun kombinasi mengenai penerapan akuaponik dan probiotik untuk peningkatan kualitas air media budidaya ikan betok belum pernah dilakukan. Sehingga masih perlu dilakukan kajian yang lebih lanjut.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Menurut Huwoyon dan Gustiano (2013), ikan betok merupakan komoditas ikan yang dapat dibudidayakan dan banyak ditemukan di perairan rawa. Sayangnya, karena faktor lingkungan yang kurang mendukung seperti kualitas udara yang buruk dan lesunya pertumbuhan ikan betok, keberadaannya semakin berkurang. Oleh karena itu upaya dalam pengelolaan kualitas air untuk pemeliharaan

ikan betok harus dilakukan, salah satunya dengan penerapan sistem akuaponik. Sistem akuaponik merupakan sistem yang menggabungkan antara budidaya ikan dan tanaman, yang mampu meningkatkan kualitas air media pemeliharaan ikan. Selain penggunaan sistem akuaponik dalam upaya untuk meningkatkan kualitas air, dapat dilakukan juga dengan mengaplikasikan pemberian probiotik. Terdapat mikroorganisme dalam probiotik yang dapat membantu menurunkan kadar amonia dan nitrat media pemeliharaan. Menurut Eliyani *et al.* (2015) probiotik yang mengandung *Lactobacillus* sp. memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas udara dalam sistem budidaya ikan. Perkembangan dan kelangsungan hidup ikan betok dapat ditingkatkan dengan menambahkan probiotik pada media pemeliharaan. Menurutnya, kombinasi penggunaan sistem akuaponik dengan penambahan probiotik pada media pemeliharaan ikan diharapkan dapat meningkatkan kualitas media udara dan mendorong pertumbuhan ikan betok budidaya.

### **1.3. Tujuan dan Kegunaan**

Mengetahui pengaruh probiotik pada berbagai dosis terhadap kualitas udara dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ikan betok dalam sistem akuaponik menjadi tujuan penelitian ini. Penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan pengetahuan untuk membuat pendekatan sistem akuaponik dalam budidaya ikan betok.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, F. dan Minggawati, I., 2018. Pemijahan dan kelangsungan hidup ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan rasio indukan yang berbeda. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 7(2), 74–78.
- Akbar, F., Ma'shum, M. dan Setyowati, D.N., 2013. Pengaruh pemberian probiotik EM4 dengan dosis berbeda terhadap kelangsungan hidup larva ikan badut (*Amphiprion percula*). *Jurnal Perikanan Unram*, 1(2), 60–69.
- Akbar, J., 2012. *Ikan Betok Budidaya dan Peluang Bisnis*. Yogyakarta: Eja Publisher.
- Akbar, J., 2021. *Pakan Ikan Berbasis Bahan Baku Gulma Itik untuk Pembesaran Ikan Papuyu*.
- Ako, H., 2014. How to build and operate a simple small-to-large scale aquaponics system. *College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR)*, 1–10.
- Andrila, R.S., Karina., I. dan Arisa., 2019. Pengaruh pemuasaan ikan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan dan kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 4(3), 177-184.
- Anggra, A., Muslim, M. dan Muslimin, B., 2013. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang di beri pelet dengan dosis berbeda. *Fiseries*, 2(1), 21-25.
- Anggraini, S.I., 2019. *Bioremediasi Bahan Organik pada Air Limbah Budidaya Ikan Lele (Clarias gariepinus) menggunakan Bacillus Subtilis dengan Kombinasi Dosis yang Berbeda*, Tesis. Universitas Brawijaya.
- Anis, M.Y. dan Hariani, D., 2019. Pemberian EM4 (*Effective Microorganism 4*) hasil kultur dalam media yang berbeda pada pakan untuk budi daya lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 1(1), 1-8.
- Antika, S., Usman, M.T. and Iskandar, P., 2021. The effect of addition EM4 probiotic 4 (*Effective Microorganism*) in feed on growth and survival rate of the damselfish (*Anabas testudineus*) with akuasimber. *Terubuk*, 43(2), 1007–1012.
- Anzila, S. M. dan Asngad, A., 2022. Efektivitas kombinasi poc bonggol pisang dan daun kelor terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*) dengan metode hidroponik. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 168-178.
- Apriyan, I.E., Diniarti, N. dan Setyono, B.D.H., 2021. Pengaruh pemberian

- probiotik dengan dosis yang berbeda pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 150–165.
- Arifin, M.Y., Sugihartono, M. dan Marpaung, A.R., 2020. Tingkat kelangsungan hidup benih ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara didalam wadah yang menggunakan shelter bambu, paralon dan tempurung kelapa. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 5(2), 63-67.
- Aryzegovina, R., Aisyah, S. dan Desmiati, I., 2022. Analisis isi usus dan lambung untuk menentukan food and feeding habit ikan betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Konservasi Hayati*, 8(1), 9-21.
- Asni, Rahim. dan Marwayanti., 2020. Sistem akuaponik dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Veteran*, 21(1), 136-137.
- Azhari, D. dan Tomaso, A.M., 2018. Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2), 84-90.
- Azmi, S.D., 2024. Analisis efek suplementasi enzim papain dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kesejahteraan ikan betok (*Anabas testudineus*) dalam sistem resirkulasi dengan berbagai konsentrasi. *Aquapolis*, 1(1), 1-12.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2011. SNI 6989:2011 *Air dan Air Limbah - Bagian 79: Cara Uji Nitrat (NO<sub>3</sub>-N) dengan Spektrofotometer UV-visibel secara Reduksi Kadmium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014. SNI 8002:2014 *Produksi ikan papuyu/betok (Anabas testudineus, BL) ukuran konsumsi di Kolam*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2019. SNI 6984:2019 *Air dan Air Limbah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bungas, K., 2014. Keragaman fenotip ikan betok (*Anabas testudineus* bloch) di perairan rawa gambut. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 3(1), 33–38.
- Chen, D., Tian, C., Yuan, H., Zhai, W. and Chang, Z., 2024. Nitrogen Removal Performance and Microbial Community Structure of IMTA Ponds (*Apostistius japonicus*-*Penaeus japonicus*-*Ulva*). *Microbial Ecology*, 87(82), 1-9.
- Dauhan, R.E.S., Suparmono. dan Efendi. E., 2014. Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi. *Journal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3 (1), 2–5.

- Dewi, O.E., Andriyono, S. dan Alamsyah, M.A., 2020. Pengaruh produk biofertilizer rumput laut (*Euchema cottonii*) komersil terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.) dan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem akuaponik. *Journal of Marine and Coastal Science*, 9(2), 86-90.
- Duka, K.K., Rebhung, F. dan Salosso, Y., 2019. Pengaruh pemberian probiotik dengan waktu berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius* sp.) dan sayur hijau (*Brassica Juncea* L.) dalam sistem akuaponik. *Jurnal Aquatik*, 2(1), 24–35.
- Dwiwardani, K.H. and Rahardja, B.S., 2021. Utilization of *Nitrosomonas* sp and *Nitrobacter* sp probiotic towards total suspended solid and ammonia level in Nile tilapia culturing using aquaponic system. *Earth and Environmental Science*, 679(1), 012-067.
- Dwinanti, S. H., Putra, M. H. dan Sasanti, A. D., 2018. Pemanfaatan air kelapa (*Cocos nucifera*) untuk maskulinisasi ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(2), 117-122.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Eliyani, Y., Suhwardhan, H. dan Sujono, S., 2015. Pengaruh pemberian probiotik bacillus sp. terhadap profil kualitas air, pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 73–86.
- Fahmi, N. dan Natalia, S., 2020. Sistem pemantauan kualitas air budidaya ikan lele menggunakan teknologi IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4), 1243-1248.
- Febriani, N., Pardi, H., Yusuf, Y. and Suyani, H., 2018. Applications of aquaponics on Pakcoy (*Brassica Rapa* L) and Nila Fish (*Oreochromis Niloticus*) to the concentration of ammonia, nitrite, and nitrate. *Oriental Journal of Chemistry*, 34(5), 2447-2448.
- Gumelar, W.R., Nurruhwati, I., Sunarto, dan Zahidah., 2017. Pengaruh penggunaan tiga varietas tanaman pada sistem akuaponik terhadap konsentrasi total ammonia nitrogen media pemeliharaan ikan koi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 36–42.
- Goddek, S., Delaide, B. P., Joyce, A., Wuertz, S., Jijakli, M. H., Gross, A. and Keesman, K.J., 2018. Nutrient mineralization and organic matter reduction performance of RAS-based sludge in sequential UASB-EGSB reactors. *Aquacultural engineering*, 83, 10-19.
- Hartini, S., Sasanti, A. D. dan Taqwa, F.H., 2013. Kualitas air, kelangsungan hidup

- dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) yang dipelihara dalam media dengan penambahan probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 192-202.
- Hasan, Z., Andriani, Y., Dhahiyat, Y., Sahidin, A. dan Rubiansyah, M.R., 2018. Pertumbuhan tiga jenis ikan dan kangkung darat (*Ipomoea reptans* P.) yang dipelihara dengan sistem akuaponik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2), 175-176.
- Huwoyon, G.H. dan Gustiano, R., 2013. Peningkatan produktivitas budidaya ikan di lahan gambut gleni. *Jurnal Media Akuakultur*, 8(1), 13-21.
- Iskandar P. dan Mulyadi, N.A.P.R., 2013. Peningkatan kapasitas produksi akuakultur pada pemeliharaan ikan selais (*Ompok* sp.) sistem akuaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(1), 1-10.
- Jannah, A. N., 2021. Hubungan Perubahan Cuaca dengan Indeks Kecerahan Matahari, Suhu Lingkungan dan Kelembapan Udara di Desa Karanganyar. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 4(1), 27-32.
- Joyce, A., Goddek, S., Kotzen, B. and Wuertz, S., 2019. Aquaponics: closing the cycle on limited water, land and nutrient resources. *Aquaponics food production systems*. London: Springer Open, 19-21.
- Kusuma, M.A., Tang, U.M. dan Mulyadi, M., 2021. Pengaruh pemberian probiotik dengan dosis berbeda pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan sistem resirkulasi akuaponik. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(3), 222-229.
- Laksitowati, C.T.C. dan Murdono. D., 2021. Pengaruh pemberian pupuk organik cair komersial biofarm dengan pembanding ABmix pada budidaya sawi pakcoy (*Brassica rapa subsp chinensis*) secara hidroponik teknik rakit apung. *Jurnal Triton*, 12(1), 10-19.
- Lestari, T.P. dan Dewantoro, E., 2018. Pengaruh suhu media pemeliharaan terhadap laju pemangsaan dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal ruaya*, 6(1), 14-22.
- Mahendra, F., 2019. *Pengaruh jarak tanam dan umur bibit terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (Lactuca sativa L.) pada metode hidroponik sistem DFT (Deep Flow Technique)*. Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian.
- Mang, Q. Gao, J., Li, Q., Sun, Y., Xu, G. and Xu, P., 2024. Metagenomic insight into the effect of probiotics on nitrogen cycle in the coilia nasus aquaculture pond water. *Mikroorganisme*, 12(3), 627.
- Misbah, Fitriani, M, dan Tanbiyaskur., 2023. *Pemeliharaan Azolla Pinnata sebagai Fitoremediator pada Media Pemeliharaan Ikan Betok (Anabas testudineus)*.

Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Munir, R., 2022. *Efektivitas EM4 (Efektif Mikroorganisme 4) dan feses sapi pada sampah organik sebagai produksi biogas*. Dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Mustakim, M., Sunarno, M.T.D., Affandi, R. dan Kamal, M.M., 2017. pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus* bloch.) di berbagai habitat di lingkungan danau melintang Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 15(2), 113-121.
- Noviana P, Subandiyono. dan Pinandoyo. 2014. Pengaruh pemberian probiotik dalam pakan buatan terhadap tingkat konsumsi pakan dan pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal Of Aquaculture Management and Tecnology*, 3(4), 183-190.
- Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V. and Miyasaka, S.C., 2012. Pak choi (*Brassica rapa*, *Chinensis* group) yield, phytonutrient content, and soil biological properties as affected by vermicompost-to-water ratio used for extraction. *HortScience*, 47(3), 395-402.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air*. Pemerintah Republik Indonesia.
- Prahesti, J., 2019. *Penggunaan sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan mas (Cyprinus Carpio)*. Dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Pratama, W.D., Prayogo. dan Manan, A., 2017. Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap kualitas air pada budidaya ikan lele (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 27-35.
- Pratama, M.I.W., Jubaedah, D. dan Amin, M., 2018. Pengaruh C/N rasio berbeda untuk pembentukan bioflok pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Lahan Suboptimal*, 7(1), 66–73.
- Pratopo, L.H. dan Thoriq, A., 2021. Produksi tanaman kangkung dan ikan lele dengan sistem akuaponik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 68-76.
- Primashita A.H, Rahardja B.S. dan Prayogo., 2017. Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap laju pertumbuhan dan survival rate Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture Science*, 1(1), 1–9.
- Purba, A.P.S., Aryani, D. dan Malini, H., 2021. Penawaran sayuran hidroponik selama pandemi Covid-19 di Kota Palembang: Faktor-faktor yang memengaruhi dan elastisitasnya. *Seminar Lahan Suboptimal*, Palembang 20

Oktober 2021.

- Putra, I., Pamukas, N.A. dan Rusliadi, R., 2013. Peningkatan kapasitas produksi akuakultur pada pemeliharaan ikan selais (*Ompok* sp.) sistem aquaponik. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(1), 1-10.
- Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I. dan Dewanti, P., 2020. Kualitas mutu sayur kasepak (kangkung, selada, dan pakcoy) dengan sistem budidaya akuaponik dan hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 33-43.
- Rahman, A., Lanya, B., Rosadi, R.B. dan Kadir, M.Z., 2015. Pertumbuhan tanaman sawi menggunakan sistem hidroponik dan akuaponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 4(4), 245-254.
- Rahmi, A., Hemizuryani. dan Muslim, 2012. Pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan pemberian pakan berbeda. *Jurnal Fisheries*, 1(1), 15- 19.
- Ridwantara, D., Buwono, I.D., Suryana, A.A.H., Lili, W. dan Suryadi, I.B.B., 2019. Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Unpad*, 10(1), 483-357.
- Rini, D.S., Hasan, H. dan Prasetyo, E., 2018. Sistem akuaponik dengan jenis tumbuhan yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan tengadak (*Barbonymus swanenfeldii*), *Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 6(2),14–20.
- Rizal, S., 2017. Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* l.) yang ditanam secara hidroponik. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(1), 38-44.
- Rukmini R., Slamet, S. dan Aisiah, S., 2014. *Bio-ekologi larva ikan betok (Anabas testudineus Bloch) di berbagai perairan rawa Kalimantan Selatan dan upaya untuk pemeliharaan*. Laporan Akhir. Universitas Lambung Mangkurat.
- Safwat, M. and Matta, M.E., 2021 Environmental applications of Effective Microorganisms: a review of current knowledge and recommendations for future directions. *Journal of Engineering and Applied Science*, 68(48), 2-12.
- Sallenave, R. 2016. Important water quality parameters in aquaponics systems. *College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences*, 680,1-8.
- Samsundari, S. dan Wirawan, G.A., 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, 8(2), 86-97.
- Saputra, F. dan Ibrahim, Y., 2021. Pengaruh komposisi probiotik yang berbeda pada pakan buatan terhadap rasio konversi pakan dan laju pertumbuhan benih

- ikan gabus lokal (*Channa* sp) hasil domestikasi. *Jurnal Perikanan Tropis*, 8(1), 1-9.
- Sari, D.O.O., Kuspramudyaningrum, N.M. dan Vauzati, T.H., 2019. Teknik Pembenihan Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) di Unit Kegiatan Budidaya Air Tawar Sendang Sari. *Prosiding Seminar Nasional MIPA Kolaborasi*, Magelang 2019. Magelang : Universitas Tidar. 171-178.
- Setiawati, W., Murtiningsih, R., Sopha, G. A. dan Handayani, T., 2007. *Budidaya tanaman sayuran*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Silva, L., Escalante, E., Valdés-Lozano, D., Hernández, M. and Gasca-Leyva, E., 2017. Evaluation of a semi-intensive aquaponics system, with and without bacterial biofilter in a tropical location. *Sustainability*, 9(4), 1-13.
- Sitepu, D.N.M., Sholihah, S. dan Wahyuningrum, M.A., 2022. Pengaruh konsentrasi nutrisi ABmix dan pupuk organik cair kulit pisang kepok terhadap produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) sistem rakit apung. *Jurnal Ilmiah Respati*, 13(2), 174–188.
- Sukoco, F. A., Rahardja, B. S. dan Manan, A., 2019. Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR (*feed conversion ratio*) dan biomassa ikan lele (*Clarias* sp.). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(1), 24-31.
- Sumule. J.F. Tobigo, D.T. dan R., 2017. Aplikasi probiotik pada media pemeliharaan terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Agrisains*, 18(1), 1–12.
- Susila, N., 2016. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara dalam baskom. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 5(2), 72–75.
- Susilawati, E. dan Mustarin, A., 2023. Pengaruh pemberian EM4 dengan dosis berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR (*Feed Conversion Ratio*) dan kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Lemuru*, 5(3), 479-494.
- Syah, M.F., Ardian. dan Yulia, A.E., 2021. Pemberian pupuk ABmix pada tanaman pakcoy putih (*Brassica rapa* L.) dengan sistem hidroponik rakit apung. *Dinamika Pertanian*, 37(1), 17–22.
- Telaumbanua, B.V., Telaumbanua, P.H., Lase, N.K. dan Dawolo, J., 2023. Penggunaan probiotik EM4 pada media budidaya ikan. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36-42.
- Widyawati, A.S., 2023. *Pertumbuhan dan kualitas tanaman kangkung (Ipomea reptans poir) menggunakan teknologi hidroponik NFT dengan penambahan Kalsium klorida (CaCL<sub>2</sub>)*. Tesis. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.