

SKRIPSI

**PENGUNAAN *Lemna* sp. SEBAGAI
FITOREMEDIATOR PADA SISTEM RESIRKULASI
PEMELIHARAAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

***UTILIZATION OF Lemna* sp. AS A
PHYTOREMEDIATOR IN A RECIRCULATION
SYSTEM FOR THE REARING OF CLIMBING PERCH
(*Anabas testudineus*)**



**Ayu Oktavianingsih
05051381924049**

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

SUMMARY

AYU OKTAVIANINGSIH. Utilization of *Lemna* sp. as a Phytoremediator in a Recirculation System for the Rearing of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) (Supervised by **MIRNA FITRANI** and **DADE JUBAEDAH**).

One management approach to enhance water quality and optimize fish cultivation water involves introducing a recirculation and phytoremediation system. This study investigated the impact of *Lemna* sp. as a phytoremediator in the recirculation system for maintaining water quality during the rearing of climbing perch (*Anabas testudineus*). The study used a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications. The treatments involved using *Lemna* sp. at different weights in the recirculation system for rearing climbing perch: without *Lemna* sp. (P₀), with *Lemna* sp. 40±0.5 g 40 L⁻¹ water (P₁), 50±0.5 g 40 L⁻¹ water (P₂), and 60±0.5 g 40 L⁻¹ water (P₃). The results showed that the treatment using *Lemna* sp. at 40±0.5 g 40 L⁻¹ water was the most effective, with a turbidity of 13.87 NTU, dissolved oxygen 3.95 mg L⁻¹, ammonia 0.03 mg L⁻¹, nitrite 0.68 mg L⁻¹, and nitrate 1.10 mg L⁻¹. This treatment also showed the best results for absolute growth of length 0.70 cm, absolute growth of weight 0.84 g, feed efficiency 44.40%, and survival rate of fish 99.17%.

Keywords: climbing perch, *Lemna* sp., phytoremediator, recirculation system

RINGKASAN

AYU OKTAVIANINGSIH. Penggunaan *Lemna* sp. sebagai Fitoremediator pada Sistem Resirkulasi Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) (Dibimbing oleh **MIRNA FITRANI** dan **DADE JUBAEDAH**).

Salah satu upaya pengelolaan untuk meningkatkan kualitas air dan mengoptimalkan pemanfaatan air budidaya ikan adalah dengan menerapkan sistem resirkulasi dan fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Lemna* sp. sebagai fitoremediator dalam sistem resirkulasi terhadap kualitas air media selama pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu penggunaan *Lemna* sp. dengan bobot yang berbeda pada sistem resirkulasi pemeliharaan ikan betok, yaitu: tanpa penggunaan *Lemna* sp. (P₀), penggunaan tanaman *Lemna* sp. sebanyak 40±0,5 g 40 L⁻¹ air (P₁), 50±0,5 g 40 L⁻¹ air (P₂) dan 60±0,5 g 40 L⁻¹ air (P₃). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan tanaman *Lemna* sp. sebanyak 40±0,5 g 40 L⁻¹ air merupakan perlakuan terbaik dengan nilai rerata kekeruhan sebesar 13,87 NTU, oksigen terlarut sebesar 3,95 mg L⁻¹, rerata amonia sebesar 0,03 mg L⁻¹, nitrit sebesar 0,68 mg L⁻¹ dan nitrat sebesar 1,10 mg L⁻¹. Perlakuan tersebut juga menunjukkan hasil terbaik untuk pertumbuhan panjang mutlak sebesar 0,70 cm, pertumbuhan bobot mutlak sebesar 0,84 g, efisiensi pakan sebesar 44,40% serta kelangsungan hidup ikan sebesar 99,17%.

Kata kunci: fitoremediator, ikan betok, *Lemna* sp., sistem resirkulasi

SKRIPSI

PENGUNAAN *Lemna* sp. SEBAGAI FITOREMEDIATOR PADA SISTEM RESIRKULASI PEMELIHARAAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)

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



Ayu Oktavianingsih
05051381924049

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

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGUNAAN *Lemna* sp. SEBAGAI FITOREMEDIATOR
PADA SISTEM RESIRKULASI PEMELIHARAAN IKAN
BETOK (*Anabas testudineus*)**

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

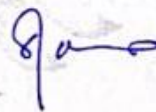
**Ayu Oktavianingsih
05051381924049**

Indralaya, Oktober 2024
Pembimbing II

Pembimbing I



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



Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si.
NIP. 197707212001122001

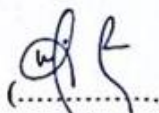
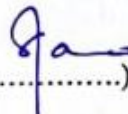
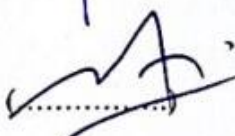
Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP 196412291990011001

Skripsi dengan judul "Penggunaan *Lemma* sp. Sebagai Fitoremediator pada Sistem Resirkulasi Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)" oleh Ayu Oktavianingsih telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal **12. September. 2024** dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|---|------------|---|
| 1. Mirna Fitrani, S.Pi, M.Si., Ph.D
NIP. 198403202008122002 | Ketua | 
(.....) |
| 2. Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si
NIP. 197707212001122001 | Sekretaris | 
(.....) |
| 3. Dr. Ferdinand Hukama Taqwa S.Pi., M.Si
NIP.197602082001121003 | Anggota | 
(.....) |

Indralaya, Oktober 2024
Ketua Komisi Pengujian Perikanan

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Oktavianingsih

Nim : 05051381924049

Judul : Penggunaan *Lemna* sp. Sebagai Fitoremediator pada Sistem Resirkulasi Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi 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



[Ayu Oktavianingsih]

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 02 Oktober 2000 di Kayuagung, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sarni dan Ibu Siti Romlah. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Negeri 1 Mulyaguna pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Teluk Gelam, menyelesaikan pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 2 Kayuagung dan selesai pada tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur USM pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis menjadi anggota aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Bende Seguguk (HMBS). Pada tahun 2022 penulis dipercaya sebagai asisten praktikum Avertebrata Air. Pada tahun 2021 penulis mengikuti kegiatan magang dengan judul “Teknik Pembenihan Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara Provinsi Jawa Tengah” selama satu bulan yang dibimbing oleh Bapak Yulisman S.Pi, M.Si. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan kegiatan praktek lapangan dengan judul “Penggunaan Probiotik pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp.) di Desa Mulyaguna Kecamatan Teluk Gelam, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan” selama satu bulan yang dibimbing oleh bapak Dr. Mohamad Amin S.Pi, M.Si.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang melindungi dan memberikan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan *Lemna* sp. sebagai Fitoremediator pada Sistem Resirkulasi Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)”. Proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini telah mendapat banyak dukungan dan bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih 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. Bapak Tanbiyaskur, S.Pi., M.Si. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Ibu Mirna Fitriani S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Kedua orang tua (Alm. Abah dan Umi) penulis yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun moril dan doa baik yang selalu dipanjatkan.
6. Serta teman-teman seperjuangan yang telah kebersamai penulis pada saat pelaksanaan penelitian.

Dalam penulisan skripsi ini tidak luput dari kekeliruan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran yang konstruktif dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan budidaya perikanan dan bagi yang membacanya.

Indralaya, Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Ikan Betok (<i>Anabas testudineus</i>)	4
2.2. Fitoremediasi	4
2.3. Mata Lele (<i>Lemna sp.</i>)	5
2.4. Kualitas Air	5
2.4.1. Suhu	5
2.4.2. Kekeruhan	6
2.4.3. Oksigen Terlarut	6
2.4.4. Amonia	6
2.4.5. Nitrit	6
2.4.6. Nitrat	7
2.4.7. pH	7
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	8
3.1. Tempat dan Waktu	8
3.2. Bahan dan Metode	8
3.2.1. Bahan dan Alat	8
3.2.1.1. Bahan	8
3.2.1.2. Alat	8
3.2.2. Metode	9
3.2.2.1. Rancangan Percobaan	9

3.2.2.2. Cara Kerja	9
3.2.2.2.1. Persiapan Wadah Pemeliharaan	9
3.2.2.2.2. Persiapan dan Penebaran Ikan Betok dan <i>Lemna</i> sp.	10
3.2.2.2.3. Pemeliharaan Ikan Betok	10
3.2.2.3. Parameter	10
3.2.2.3.1. Pertumbuhan Panjang Mutlak	10
3.2.2.3.2. Pertumbuhan Bobot Mutlak	11
3.2.2.3.3. Efisiensi Pakan	11
3.2.2.3.4. Kelangsungsn Hidup (<i>Survival Rate</i>)	11
3.2.2.3.5. Pertumbuhan Biomassa Mutlak <i>Lemna</i> sp. Basah	12
3.2.2.3.6. Kualitas Air	12
3.3. Analisis Data	12
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1. Kualitas Fisika dan Kimia Air	13
4.1.1. Suhu	13
4.1.2. Kekeruhan	13
4.1.3. Oksigen Terlarut	14
4.1.4. Amonia	15
4.1.5. Nitrit	16
4.1.6. Nitrat	16
4.1.7. pH.....	17
4.2. Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Betok	18
4.3. Kelangsungan Hidup Ikan Betok	19
4.4. Pertumbuhan Biomassa Mutlak <i>Lemna</i> sp. Basah	20
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1. Kesimpulan	21
5.2. Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Desain wadah pemeliharaan	9

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Pengukuran parameter kualitas air selama pemeliharaan	12
Tabel 4.1. Rerata nilai suhu air selama pemeliharaan	13
Tabel 4.2. Rerata nilai kekeruhan air selama pemeliharaan.....	13
Tabel 4.3. Rerata nilai oksigen terlarut selama pemeliharaan	14
Tabel 4.4. Rerata nilai amonia selama pemeliharaan.....	15
Tabel 4.5. Rerata nilai nitrit selama pemeliharaan.....	16
Tabel 4.6. Rerata nilai nitrat selama pemeliharaan	17
Tabel 4.7. Rerata nilai pH air selama pemeliharaan	17
Tabel 4.8. Pertumbuhan panjang dan bobot mutlak serta efisiensi pakan ikan betok selama pemeliharaan	18
Tabel 4.9. Kelangsungan hidup ikan betok	19
Tabel 4.10. Pertumbuhan biomassa mutlak <i>Lemna</i> sp. basah.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data suhu	28
Lampiran 2. Data kekeruhan	30
Lampiran 3. Data oksigen terlarut	35
Lampiran 4. Data amonia	40
Lampiran 5. Data nitrit.....	45
Lampiran 6. Data nitrat	50
Lampiran 7. Data pH	55
Lampiran 8. Data pertumbuhan panjang mutlak ikan	58
Lampiran 9. Data pertumbuhan bobot mutlak ikan	60
Lampiran 10. Data efisiensi pakan (%)	62
Lampiran 11. Data kelangsungan hidup (%)	64
Lampiran 12. Data pertumbuhan biomassa mutlak <i>Lemna</i> sp. basah (g)	65
Lampiran 13. Penempatan wadah perlakuan	67
Lampiran 14. Dokumentasi penelitian	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan betok adalah jenis ikan air tawar yang banyak ditemukan di perairan di Indonesia, termasuk di Kalimantan, Sumatera dan Jawa. (Karmila *et al.*, 2012). Saat ini budidaya ikan betok mulai dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan pada penangkapan ikan di alam. Namun, dalam proses budidayanya, pemeliharaan ikan dapat menghasilkan limbah padat dan cair dari feses dan sisa pakan, yang jika terakumulasi dapat menurunkan kualitas air dan memberikan dampak negatif pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Oleh karena itu, pengelolaan kualitas air dalam pemeliharaan ikan betok sangat penting.

Penerapan akuakultur berkelanjutan yang efektif dalam mengatur pembuangan limbah ke lingkungan adalah sistem resirkulasi (Ramli *et al.*, 2017). Prinsip dari sistem ini adalah memanfaatkan kembali air yang telah digunakan dalam budidaya. Keuntungan dari sistem resirkulasi adalah dapat mengurangi penggunaan air, berfungsi sebagai penyangga pH, serta menghilangkan bahan organik seperti nitrit dan amonia (Effendi *et al.*, 2015). Proses pengolahan kualitas air dalam sistem ini umumnya melibatkan berbagai jenis bahan filter untuk memisahkan baik material fisik, kimia dan biologi dalam air selama pemeliharaan ikan, termasuk menggunakan tanaman atau tumbuhan yang dikenal dengan istilah fitoremediasi (Fatoni, 2020).

Sistem resirkulasi yang memanfaatkan tumbuhan atau tanaman air sebagai filter dapat menurunkan kadar bahan organik dalam media pemeliharaan ikan (Hapsari *et al.*, 2020). Tanaman atau tumbuhan sebagai fitoremediator yang sering digunakan sangat bervariasi, namun tanaman atau tumbuhan yang digunakan harus memiliki karakteristik yang dapat menyerap kontaminan yang terdapat di dalam limbah perairan (Novita *et al.*, 2019), memiliki tingkat pertumbuhan yang tinggi dan dapat menyerap hara secara langsung (Umarudin *et al.*, 2015). Maka perlu diperhatikan dalam pemilihan tanaman atau tumbuhan untuk agen fitoremediasi karena hanya beberapa tanaman atau tumbuhan air yang memiliki sifat *luxury uptake* yaitu kemampuan untuk menyerap zat atau nutrisi tertentu melebihi kebutuhannya (Berutu, 2018).

Fitoremediasi juga dapat menggunakan tumbuhan air, seperti melati air (Riyadhi *et al.*, 2019), eceng gondok (Indah *et al.*, 2014), *Azolla pinata* (Sitompul *et al.*, 2012) dan *Hydrilla verticillata* (Siregar *et al.*, 2017). Tumbuhan air yang banyak tersedia serta dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi limbah organik di lingkungan perairan adalah *Lemna* sp.. Tumbuhan ini mempunyai kemampuan dalam meningkatkan kualitas air, merupakan agen fitoremediator dan dapat digunakan sebagai pakan alami ikan khususnya ikan herbivora (Marda *et al.*, 2015). *Lemna* sp. adalah jenis tumbuhan mengapung (*floating*) dan memiliki tingkat pertumbuhan yang tinggi serta mampu untuk menyerap unsur hara secara langsung (Umarudin *et al.*, 2015).

Hasil penelitian Marda *et al.* (2015), pemberian *Lemna* sp. sebanyak ± 50 g bobot total dengan penambahan aerasi dan top filter menghasilkan persentase kelangsungan hidup ikan gurami sebesar 95%. Hasil penelitian Sutrisno *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa, tumbuhan *Lemna* sp. dapat menurunkan kandungan *Biochemical Oxygen Demand* sebesar 76,54% dan *Chemical Oxygen Demand* sebesar 72,44% pada hari ke-20 untuk limbah domestik di Kelurahan Panggung Lor, Semarang. Penelitian Amalia *et al.* (2014), menunjukkan luas tutupan *Lemna* sp. 44,1% merupakan perlakuan terbaik karena dapat menurunkan $4,48 \pm 0,04$ g N limbah budidaya.

1.2. Rumusan Masalah

Air merupakan komponen yang sangat penting dalam budidaya ikan dan ketersediaannya sebagai media hidup ikan merupakan syarat keberhasilan kegiatan budidaya. Selain itu, media air dengan kualitas baik diperlukan untuk kegiatan budidaya guna menghasilkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan yang optimal. Selama pemeliharaan, sisa pakan dan sisa metabolisme ikan dapat menumpuk dan menghasilkan limbah organik yang dapat mengubah kualitas air. *Lemna* sp. memiliki kemampuan memperbaiki kualitas air dengan menyerap limbah dalam air. Untuk mengetahui dampak penggunaan *Lemna* sp. sebagai fitoremediator pada media pemeliharaan ikan betok perlu dilakukan penelitian karena pemanfaatan *Lemna* sp. sebagai agen fitoremediator pada sistem media resirkulasi pemeliharaan ikan betok belum pernah diteliti.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan bobot terbaik *Lemna* sp. pada sistem resirkulasi yang digunakan untuk mempertahankan dan atau memperbaiki kualitas air media selama pemeliharaan ikan betok. Penelitian ini berguna untuk meningkatkan produksi ikan betok yang dipelihara tanpa pergantian air dengan memanfaatkan *Lemna* sp. sebagai fitoremediator.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., 2012. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara pada salinitas berbeda. *Bioscientiae*, 9(2), 1-8.
- Alfatihah, A., Latuconsina, H. dan Prasetyo, H., D., 2023. Hubungan antara parameter kualitas air dengan pertumbuhan dan sintasan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) pada budidaya sistem akuponik. *Journal of Science and Technology*, 3 (2), 177-188
- Amalia, F., Nirmala, K., Harris, E. dan Widiyanto, T., 2014. Kemampuan *Lemna* (*Lemna perpusilla* Torr.) sebagai fitoremediator untuk menyerap limbah nitrogen dalam budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) di sistem resirkulasi. *Limnotek*, 21(2), 185-192.
- Andriani, Y., Iskandar dan Zidni, I., 2018. Penggunaan *Lemna* sp. sebagai pakan dalam budidaya ikan gurame (*Osphronemus gourami* LAC.) di Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 7(1), 65-68.
- Anggraini, Y., Syahrizal, Arifin, M.Y., 2017. Pengaruh tumbuhan azolla (*Azolla microphylla*) terhadap kelangsungan hidup ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2), 58-64.
- Artiyani, A., 2011. Penurunan kadar N-total dan P-total pada limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi aliran *batch* dan *kontinyu* menggunakan tanaman *Hydrilla verticillate*. *Jurnal Spectra*, 18(9), 9-14.
- Athika, N. dan Lutfiyah, L., 2021. Teknik pembenihan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) di Balai Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (BPTPB) Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Fisheries Science and Laboratory Management*, 1(2), 1-6.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004. *SNI 6989:2004 Air dan Air limbah - Bagian 9: Cara uji nitrit (NO₂-N) secara spektrofotometri*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2005a. *SNI 6989:2005a Air dan air limbah - Bagian 25: Cara uji kekeruhan dengan nefelometer*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2005b. *SNI 6989:2005b Air dan air limbah - Bagian 30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat*. Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional, 2011. *SNI 6989:2011 Air dan Air limbah - Bagian 79: Cara uji nitrat (NO₃-N) dengan spektrofotometer UV-visibel secara reduksi kadmium*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional, 2014. *SNI 8002:2014 Produksi ikan papuyu/betok*

- (*Anabas testudineus*, Bloch 1792) ukuran konsumsi di kolam. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Berutu, I. M., 2018. *Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Azolla (Azolla pinnata) Terhadap Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) pada Limbah Air Lindi*. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Buzby, M.K. and Lin, S.L., 2014. Scaling aquaponic systems: Balancing plant uptake with fish output. *Aquacultural Engineering*, 63(2014), 39-44.
- Centyana, E., Cahyoko, Y. dan Agustono, 2014. Substitusi tepung kedelai dengan tepung biji koro pedang (*Canavalia ensiformis*) terhadap pertumbuhan, *survival rate* dan efisiensi pakan ikan nila merah. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1), 1-8.
- Craig, S. and Helfrich, L.A., 2002. *Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding*. Virginia State University, USA: Cooperative Extension Service Publication.
- Damanik, B.H., Hamdani, H., Riyanti, I. dan Herawati, H., 2018. Uji efektifitas bio filter dengan tanaman air untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9 (1), 134-142.
- Devito, R., 2020. Pemanfaatan *Lemna* sp. sebagai Fitoremediator pada Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Djokosetiyanto, D., Sunarma, A. dan Widanarni, 2006. Perubahan ammonia (NH₃-N, nitrit (NO₂-N) dan nitrat (NO₃-N) pada media pemeliharaan ikan nila merah (*Oreochromis* sp.) di dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(1),13-20.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendi, H., Utomo, B.A., Darmawangsa, G.M. dan Karo-Karo, R.E., 2015. Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) dengan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam sistem resirkulasi. *Ecolab*, 9(2), 47-104.
- Fatikasari, R.N. dan Purnomo, T., 2022. Efektivitas *Hydrilla verticillata* dan *Lemna minor* sebagai fitoremediator LAS pada deterjen limbah domestik. *Lentera Bio*, 11(2), 263-272.
- Fatoni, A.A., 2020. *Fitoremediasi Logam Berat (Zn) Menggunakan Tanaman*

Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dengan Sistem Batch. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

- Fitriani, M., Muslim dan Jubaedah, D., 2011. Ekologi ikan betok (*Anabas testudineus*) di perairan rawa banjiran Indralaya. *Jurnal Agraria*, 7(1), 33-39.
- Fitriana, N. dan Kuntjoro, S., 2020. Kemampuan *Lemna minor* dalam menurunkan kadar *Linear Alkyl Benzene Sulphonate*. *Lentera Bio*. 9(2), 109-114.
- Fitriani, R. dan Akmal, Y., 2020. Penambahan vitamin C pada pakan pelet untuk pertumbuhan benih ikan betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 136-142.
- Fran, S. dan J. Akbar. 2013. Pengaruh perbedaan tingkat protein dan rasio protein pakan terhadap pertumbuhan ikan sepat (*Trichogaster pectoralis*). *Fish Scientiae*, 3(5), 53-63.
- Hadid, Y., Syaifudin, M. dan Amin, M., 2014. Pengaruh salinitas terhadap daya tetas telur ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 78-92.
- Hapsari, A.W.J., Hutabarat dan Harwanto, D., 2020. Aplikasi komposisi filter yang berbeda terhadap kualitas air, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi. *Sains Akuakultur Tropis*, 4(1), 39-50.
- Huwoyon, G.H. dan Gustiano, R., 2013. Peningkatan produktivitas budidaya ikan di lahan gambut. *Jurnal Media Akuakultur*, 8(1), 13-21.
- Indah, L.S., Hendrarto, B. dan Soedarsono, P., 2014. Kemampuan eceng gondok (*Eichhornia* sp.), kangkung air (*Ipomea* sp.) dan kayu apu (*Pistia* sp.) dalam menurunkan bahan organik limbah industri tahu (skala laboratorium). *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1), 1-6.
- Iskandar, 2016. *Pedoman Budidaya Ikan Air Tawar dengan Lemna* sp. [online]. <https://www.rumahenergi.org> [diakses 25 Januari 2023].
- Kalsum, S.U., Napoleon, A. dan Yudono, B., 2014. Efektivitas eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), hydrilla (*Hydrilla verticillata*) dan rumput payung (*Cyperus alternifolius*) dalam pengolahan limbah grey water. *Jurnal Penelitian Sains*, 17(1), 20-25.
- Karmila, Muslim dan Elfachmi, 2012. Analisis tingkat kematangan gonad ikan betok (*Anabas testudineus*) di perairan rawa banjiran Desa Pulokerto Kecamatan Gandus Kota Palembang. *Jurnal Fisheries*, 1(2), 5-29.
- Lestari, N.A.A., Diantari, R. dan Efendi, E., 2015. Penurunan fosfat pada sistem resirkulasi dengan penambahan filter yang berbeda. *Jurnal Rekayasa dan*

Teknologi Budidaya Perairan, 3(2), 367-374.

- Lestari, Y.I., Mardhia, D., Syafikri, D., Kautsari, N. dan Ahadiansyah, Y., 2020. Analisis kualitas perairan untuk budidaya ikan air tawar di Bendungan Batu Bulan. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology*, 1(4), 126-133.
- Marda, A.B., Nirmala, K., Harris, E. dan Supriyono, E., 2015. Efektivitas fitoremediator *Lemna perpusilla* pada media budidaya ikan gurami bersalinitas 3 ppt. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(2), 122-127.
- Mkandawire and Dudel, E.G., 2007. Are *Lemna* sp. effective phytoremediation agents. *Jurnal of Global Science*, 56-57.
- Musapana, S., Dewi, E.R.S. dan Rahayu, R.C., 2020. Efektivitas semanggi air (*Marsilea crenata*) terhadap kadar TSS pada fitoremediasi limbah cair tahu. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 7(2), 92-97.
- Muslim, 2019. *Teknologi Pembenihan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Bandung: Panca Terra Firma.
- Muslim, M., Heltonika, B., Sahusilawane, H.A., Wardani, W.W. dan Rifai, R., 2020. *Ikan Lokal Perairan Tawar Indonesia yang Prospektif Dibudidayakan*. Jawa Tengah: CV. Pena Persada.
- National Research Council, 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. Washington D. C. USA: National Academy of Sciences.
- Nisa, C., 2022. *Efektivitas Tumbuhan Mata Lele (Lemna sp.) Sebagai Fitoremediator Limbah Budidaya Pendederan Intensif Ikan Baung (Hemibagrus nemurus Blkr.)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Novita, E., Hermawan, A.A.G. dan Wahyuningsih, S., 2019. Komparasi proses fitoremediasi limbah cair pembuatan tempe menggunakan tiga jenis tanaman air. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 16-24.
- Putri, A.S., 2018. *Studi Penyerapan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Seng (Zn) dengan Menggunakan Metode Fitoremediasi pada Tumbuhan Hydrilla (Hydrilla verticillata)*. Skripsi. Universitas Sumatra Utara.
- Prasetyo, H.D., Fajar, A.N., Amelia, A.K., Nazirah, Y. dan Hapsari N.L., 2022. Pemanfaatan *Salvinia molesta*, *Marsilea crenata* dan *Azolla pinnata* sebagai agent fitoremediasi insektisida diazinon. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*, 1(1), 7-13.
- Prasetyo, Y., 2018. Pengaruh jenis filter berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) pada media

- pemeliharaan air payau sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 3,(2), 1-18.
- Puspitaningrum, M., Izzati, M. dan Haryanti, S., 2012. Produksi dan konsumsi oksigen terlarut oleh beberapa tumbuhan air. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 20(1), 47-55.
- Rahmi, A., Hemizuryani dan Muslim, 2012. Pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan pemberian pakan yang berbeda. *Fiseries*, 1(1), 15-19.
- Ramli, N.M., Verdegem, M.C.J., Yusoff, F.M., Zulkifely, M.K. and Verreth, J.A.J., 2017. Removal of ammonium and nitrate in recirculating aquaculture system by the epiphyte *Stigeoclonium nanum* immobilized in alginate beads. *Aquaculture Environment Interactions*, 9(1), 213-222.
- Rejito, A., 2019. Analisis kadar nitrit dalam air media pemeliharaan larva ikan kerapu bebek setelah proses aerasi. *International Journal of Applied Chemistry Research*, 1(2), 40-46.
- Riyadhi, K.A., Jubaedah, D., Wijayanti, M. dan Almaniar, S., 2019. Penggunaan melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai filter biologi pada pemeliharaan ikan maanvis (*Pterophyllum scalare*). *Jurnal Lahan Suboptimal*, 8(2), 67-76.
- Saanin, H., 1968. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. Bogor: Binacipta.
- Saptarini, P., 2010. *Efektivitas Teknologi Aquaponik dengan Kangkung Darat (Ipomoea reptans) Terhadap Penurunan Amonia pada Pembesaran Ikan Mas*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Saputra, A.D., Haeruddin dan Widyorini, N., 2016. Efektivitas kombinasi mikroorganisme dan tumbuhan air *Lemna minor* sebagai bioremediator dalam mereduksi senyawa amonia, nitrit, dan nitrat pada limbah pencucian ikan. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(3), 80-90.
- Setiawati, J.E., Tarsim, Adiputra, Y.T. dan Hudaidah, S., 2013. Pengaruh penambahan probiotik pada pakan dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan, kelulusan hidup, efisiensi pakan dan retensi protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(2), 151-162.
- Siegers, W.H., Prayitno, Y. dan Sari, A., 2019. Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis sp.*) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(11), 95-104.
- Siregar, A., Jubaedah, D. dan Wijayanti, M., 2017. Penggunaan *Hydrilla verticillata* sebagai fitoremediator dalam pemeliharaan ikan patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 70-82.

- Siswanto, T.A. dan Rony, M.A., 2018. Aplikasi monitoring suhu air untuk budidaya ikan koi dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano sensor suhu Ds18B20 waterproof dan peltier Tec1-12706 pada dunia koi. *Skanika*, 1(1), 40-46.
- Sitompul, S.O., Harpeni, E. dan Putri, B., 2012. Pengaruh kepadatan *Azolla* sp. yang berbeda terhadap kualitas air dan pertumbuhan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem tanpa ganti air. *Jurnal Rekayasa Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 17-24.
- Sonta, M., Rekiel, A. and Batorska, M., 2019. Use of duckweed (*Lemna* L.) in sustainable livestock production and aquaculture - a review. *Annals of Animal Science*, 19(2), 257-271.
- Sukmiwati, M., Salmah, S., Ibrahim, S., Handayani, D. dan Purwati, P., 2012. Keanekaragaman teripang (*Holothuroidea*) di perairan Bagian Timur Pantai Natuna Kepulauan Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(2), 131-137.
- Sutrisno, E., Sumiyati, S. dan Nurdiansyah, 2010. Pengaruh tanaman rumput bebek (*Lemna minor*) terhadap penurunan BOD dan COD limbah cair domestik. *Jurnal Presipitasi*, 7(1), 42-47.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O. dan Rompas, R., 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Journal Budidaya Perairan*, 1(2), 8-19.
- Umarudin, Nur, J., Wulandari, A. dan Izzati, M., 2015. Efektivitas tanaman *Lemna* (*Lemna perpusilla* Torr) sebagai agen fitoremediasi pada keramba jaring apung (KJA) di sekitar Tanjungmas Semarang. *Bioma*, 17(1), 1-8.
- Winara, I., 2016. *Pemaanfaatan Kangkung Air (Ipomea aquatica Forsk.) untuk Menurunkan Konsentrasi Nitrit, Nitrat dan Amonia pada Limbah Cair Industri Tahu*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Yudiana, I.D.G.T., Martini, N.N.D. dan Jelantik, I.B., 2022. Studi perbandingan kualitas air dengan sistem resirkulasi yang berbeda pada parameter uji amonia, nitrit dan nitrat. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 12123-12130.
- Yuningsih, H.D., Soedarsono, P. dan Anggoro, S., 2014. Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan pada kawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1), 37-43.