

SKRIPSI

**PEMELIHARAAN *Azolla pinnata* SEBAGAI
FITOREMEDIATOR PADA MEDIA PEMELIHARAAN
IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

***THE REARING OF Azolla pinnata
AS PHYTOREMEDIATOR IN REARING MEDIA
OF CLIMBING PERCH (*Anabas testudineus*)***



**Misbah
05051181924063**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

MISBAH. The Rearing of *Azolla pinnata* as Phytoremediator in Rearing Media of Climbing Perch (*Anabas testudineus*). (Supervised by **MIRNA FITRANI** and **TANBIYASKUR**).

The climbing perch (*Anabas testudineus*) has a unique organ that is like a labyrinth and allows the fish to survive at low oxygen levels. During the rearing in controlled containers, leftover feed, and metabolic products can cause a decrease in water quality, affecting fish survival and growth. Phytoremediation is a solution to improve the water quality in fish culture media. This research aimed to determine the effect of *Azolla pinnata* as a phytoremediator on the physics and chemistry of water in the rearing media and measure the growth rate of climbing perch in the rearing media added with *Azolla pinnata*, as well as determine the optimal weight of *Azolla pinnata* that can be applied. A Completely Randomized Design (CRD), consisting of 4 treatments with three replications, namely P0: without *Azolla pinnata*, P1: rearing *Azolla pinnata* 31.25 g m⁻², P2: rearing *Azolla pinnata* 62.5 g m⁻² and P3: rearing of *Azolla pinnata* 93.75 g m⁻². The analysis of variance showed that the maintenance of *Azolla pinnata* in climbing perch rearing media had a significant effect on the physical and chemical water quality parameters tested, the survival and growth of climbing perch, and feed efficiency (P>0.05). The best treatment was obtained by treatment P1 (rearing of *Azolla pinnata* 31.25 g m m⁻²). The results showed that the treatment with 31.25 g m m⁻² of *Azolla pinata* was the best, resulting in an average value of dissolved oxygen of 4.43 mg L⁻¹, an average of 0.03 mg L⁻¹ of ammonia, and 0.42 mg L⁻¹ of nitrate, and the average turbidity value is 8.83 NTU. This treatment also showed the best results for survival, growth in length, and weight of climbing perch, as well as fish feed efficiency values of 98.33%, 0.73 cm, 1.24 g, and 44.26%.

Keywords: *Azolla pinnata*, climbing perch, nitrification and phytoremediation

RINGKASAN

MISBAH. Pemeliharaan *Azolla pinnata* sebagai Fitoremediator pada Media Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*). (Dibimbing oleh **MIRNA FITRANI** dan **TANBIYASKUR**).

Ikan betok (*Anabas testudineus*) memiliki organ tubuh yang khas berupa *labyrinth* yang memungkinkan ikan dapat bertahan hidup pada kadar oksigen yang rendah. Selama pemeliharaan dalam wadah terkontrol, sisa pakan dan hasil metabolisme dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas air adalah fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Azolla pinnata* sebagai fitoremediator terhadap fisika-kimia air media pemeliharaan dan mengukur laju pertumbuhan ikan betok pada media pemeliharaan yang ditambahkan *Azolla pinnata*, serta mengetahui berat *Azolla pinnata* yang optimal yang dapat diaplikasikan. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan yaitu P0 : tanpa *Azolla pinnata*, P1 : pemeliharaan *Azolla pinnata* 31,25 g m⁻², P2 : pemeliharaan *Azolla pinnata* 62,5 g m⁻² dan P3 : pemeliharaan *Azolla pinnata* 93,75 g m⁻². Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemeliharaan *Azolla pinnata* pada pemeliharaan ikan betok berpengaruh nyata terhadap parameter kualitas fisika dan kimia air yang diuji, kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan betok serta efisiensi pakan ($P > 0,05$). Perlakuan terbaik didapatkan oleh perlakuan P1 (pemeliharaan *Azolla pinnata* 31,25 g m⁻²). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemeliharaan *Azolla pinnata* sebanyak 31,25 g m⁻² merupakan perlakuan terbaik dengan nilai rerata oksigen terlarut sebesar 4,43 mg L⁻¹, rerata amonia sebesar 0,03 mg L⁻¹ dan nitrat sebesar 0,42 mg L⁻¹ serta rerata nilai kekeruhan sebesar 8,83 NTU. Perlakuan tersebut juga menunjukkan hasil terbaik untuk kelangsungan hidup, pertumbuhan panjang mutlak dan bobot mutlak ikan betok serta nilai efisiensi pakan ikan masing-masing sebesar 98,33%, 0,73 cm, 1,24 g, 44,26%.

Kata kunci: *Azolla pinnata*, fitoremediasi, ikan betok dan nitrifikasi.

SKRIPSI

**PEMELIHARAAN *Azolla pinnata* SEBAGAI
FITOREMEDIATOR PADA MEDIA PEMELIHARAAN IKAN
BETOK (*Anabas testudineus*)**

Diajukan Sebagai Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Misbah
05051181924063

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMELIHARAAN *Azolla pinnata* SEBAGAI
FITOREMEDIATOR PADA MEDIA PEMELIHARAAN IKAN
BETOK (*Anabas testudineus*)**

SKRIPSI

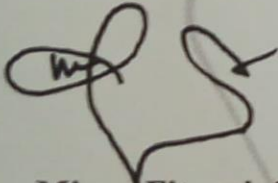
Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Misbah
05051181924063

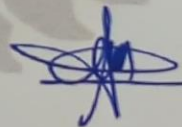
Indralaya, Desember 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Tanbiyaskur, S.Pi., M.Si.
NIP. 198604252015041002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



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

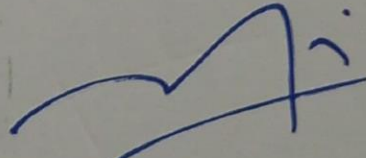
Skripsi dengan Judul “Pemeliharaan *Azolla pinnata* sebagai Fitoremediator Media Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)” oleh Misbah telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Mirna Fitriani, S.Pi, M.Si, Ph.D Ketua (.....)
NIP. 198403202008122002
2. Tanbiyaskur, S.Pi., M.Si Sekretaris (.....)
NIP. 198604252015041002
3. Dr. Ferdinand H. Taqwa, S.Pi., M.Si Anggota (.....)
NIP. 197602082001121003

Indralaya, 18 Desember 2023
Ketua Jurusan Perikanan




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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Misbah

NIM : 05051181924063

Judul : Pemeliharaan *Azolla pinnata* sebagai Fitoremediator pada Media
Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*).

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

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



Indralaya, Desember 2023



[Misbah]

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemeliharaan *Azolla pinnata* sebagai Fitoremediator pada Media Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada;

1. Ibu Mirna Fitriani, S.Pi., M.Si., Ph.D dan Bapak Tanbiyaskur, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberi bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah mengarahkan dan membimbing penulis sampai di titik ini
3. Bapak/Ibu Dosen, Staf dan Analis Laboratorium di lingkungan Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
4. Abah, Mamak, saudara serta keluarga atas segala dukungan dan doa baik yang selalu dipanjatkan
5. Resti, Farisa, Arif, Javita dan Amar yang telah membantu dan menemani perjalanan penulis selama perkuliahan dan dalam penyusunan skripsi
6. Diri saya sendiri, Misbah. Terima kasih sudah bertahan sampai tahap ini. Terima kasih sudah memilih untuk terus berusaha, walau sering kali merasa putus asa atas semua keinginan yang belum berhasil, namun terima kasih karena tetap memilih mengusahakannya lagi dan berdoa lalu menyerahkan setiap urusanmu kepada Allah SWT. Terima kasih karena telah berlapang dada dan memeluk dirimu sendiri saat sedang jatuh dan hampir hilang arah. Berbahagialah selalu, semoga semesta meridhoimu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk menyempurnakan penulisan selanjutnya. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi yang membacanya.

Indralaya, Desember 2023

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Sungai Pinang 3 pada tanggal 04 September 2001, di Kecamatan Sungai Pinang, Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Orang tua bernama Herman Sawiran dan Dewi Sartika. Saat ini penulis berdomisili di Indralaya, Ogan Ilir.

Riwayat pendidikan penulis antara lain di SD Negeri 15 Kayuagung, MTs Negeri 2 Ogan Ilir, kemudian SMA Negeri 1 Ogan Ilir, saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan strata 1 (S-1) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN pada tahun 2019.

Penulis ikut berperan aktif dalam beberapa organisasi kampus dan menjadi penanggung jawab acara di beberapa kegiatan kemahasiswaan. Pada tahun 2020-2021 penulis menjadi anggota PPSDM Himpunan Mahasiswa Akuakultur, sebagai staff muda BEM KM FP Universitas Sriwijaya. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Biologi Perikanan, Ekologi Perairan, Dasar Dasar Aquaculture, Statistika dan Manajemen Pencemaran Perairan pada tahun 2021-2022. Penulis pernah melakukan kegiatan magang di salah satu balai perikanan di Sumatera yaitu BPBAT Sungai Gelam, Jambi dengan judul “Pengelolaan Kualitas Air pada Induk dan Analisis Kesehatan Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Balai Perikanan Budidaya Ikan Air Tawar, Sungai Gelam, Muaro Jambi, Jambi”. Pada tahun 2022 penulis mengikuti kegiatan praktek lapangan di Kelompok Tani Desa Pulau Semambu, dengan judul “Penerapan Metode Pemuasaan Ikan secara Periodik pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di UPR *Fish Under Crew* Desa Pulau Semambu Indralaya Utara Ogan Ilir”. Sebagai tugas akhir, penulis melakukan riset tentang “Pemeliharaan *Azolla pinnata* sebagai Fitoremediator pada Media Pemeliharaan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)”. Selama menjadi mahasiswa penulis juga menjadi salah satu penerima beasiswa BIDIKMISI.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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. Klasifikasi dan Morfologi <i>Azolla pinnata</i>	5
2.3. Habitat dan Kebiasaan Makan Ikan Betok	6
2.4. Fitoremediasi	7
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	9
3.1. Tempat dan Waktu	9
3.2. Bahan dan Metoda	9
3.3. Analisi Data	14
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Hasil	15
4.2. Pembahasan	21
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1. Kesimpulan	26
5.2. Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan betok (<i>Anabas testudineus</i>)	4
Gambar 2.2. <i>Azolla pinnata</i>	5
Gambar 3.1. Desain wadah pemeliharaan	11

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan	9
Tabel 3.2. Alat yang digunakan	9
Tabel 4.1. Rerata oksigen terlarut selama pemeliharaan	15
Tabel 4.2. Rerata amonia selama pemeliharaan	16
Tabel 4.3. Rerata nitrat selama pemeliharaan	16
Tabel 4.4. pH air media pemeliharaan	17
Tabel 4.5. Rerata kekeruhan selama pemeliharaan	17
Tabel 4.6. Kisaran suhu air media pemeliharaan	18
Tabel 4.7. Kelangsungan hidup	19
Tabel 4.8. Pertumbuhan mutlak ikan betok	19
Tabel 4.9. Laju pertumbuhan relatif <i>Azolla pinnata</i>	20
Tabel 4.10. Efisiensi pakan	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Analisis uji BNT kelangsungan hidup	34
Lampiran 2. Analisis uji BNT pertumbuhan panjang mutlak	35
Lampiran 3. Analisis uji BNT pertumbuhan bobot mutlak	36
Lampiran 4. Analisis uji BNT laju pertumbuhan relatif <i>Azolla pinnata</i>	37
Lampiran 5. Analisis uji BNT efisiensi pakan	39
Lampiran 6. Analisis uji BNT amonia selama pemeliharaan	40
Lampiran 7. Analisis uji BNT oksigen terlarut selama pemeliharaan	42
Lampiran 8. Analisis uji BNT nitrat selama pemeliharaan	44
Lampiran 9. Analisis uji BNT kekeruhan selama pemeliharaan	46
Lampiran 10. Data suhu (°C) selama pemeliharaan	48
Lampiran 11. Analisis uji BNT pH selama pemeliharaan	48
Lampiran 12. Dokumentasi penelitian	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kendala yang dapat mempengaruhi menurunnya kualitas air dalam budidaya ikan yaitu kandungan nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3), nitrit (NO_2) dan nitrat (NO_3) berlebih. Limbah nitrogen merupakan beberapa jenis limbah metabolik yang dihasilkan pada sistem budidaya (Asriani dan Kurniawan, 2016). Hal ini disebabkan bahan organik yang berasal dari sisa pakan dan kotoran ikan yang menumpuk pada wadah atau media pemeliharaan ikan yang menyebabkan terbentuknya amonia dan dapat beracun bagi ikan jika melampaui batas normal ($>1,5 \text{ mg L}^{-1}$) (Wahyuningsih dan Gitarama, 2020). Akibat kondisi tersebut, pertumbuhan ikan menjadi tidak optimal. Menurut Rizal dan Riyanto (2020), kadar amonia yang tinggi juga akan menyebabkan kematian pada ikan.

Ikan betok (*Anabas testudineus*) merupakan spesies ikan asli Indonesia yang habitatnya berada di perairan rawa, sungai, danau dan genangan air lainnya. Menurut Anggara *et al.* (2013), habitat alami ikan betok yaitu sungai yang berumput, sungai kecil, kolam dan rawa banjiran serta berbagai daerah perairan lainnya. Hal ini sesuai karena ikan betok memiliki kekhasan berupa *labyrinth* yang memungkinkan ikan dapat bertahan hidup pada kadar oksigen yang rendah. Meskipun demikian, ikan betok tetap harus dipelihara dalam kondisi lingkungan kualitas air yang baik agar mendapatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang optimal.

Pengelolaan kualitas air dalam kegiatan budidaya perikanan sangat penting untuk mengurangi sisa metabolisme ikan yang berbahaya seperti amonia. Fitoremediasi merupakan suatu proses pengelolaan kualitas air menggunakan tanaman hijau meliputi rempah atau berkayu dengan tujuan untuk menghilangkan, menyerap, atau mengubah berbagai kontaminan yang berbahaya bagi lingkungan seperti logam berat (Nurullah, 2018). Menurut Fariez *et al.* (2014), proses fitoremediasi bertujuan untuk mengurangi kandungan amonia. Dalam proses fitoremediasi, jenis tumbuhan yang sering digunakan adalah tumbuhan yang dapat tumbuh optimal di perairan dan dapat bertahan dalam proses pengolahan air

limbah (Caroline dan Moa, 2015). Hal ini dikarenakan hanya beberapa tumbuhan air tertentu yang memiliki sifat *luxury uptake* yaitu kemampuan menyerap zat tertentu melebihi kebutuhannya (Berutu, 2018).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fitoremediator kualitas air adalah *Azolla pinnata*. Tumbuhan *A. pinnata* merupakan tumbuhan akuatik yang dapat ditemukan pada daerah persawahan dan merupakan tumbuhan yang akar dan sebagian batangnya terendam di dalam air, sedangkan sebagian batang, daun dan bunganya ada di permukaan air. Hasil penelitian Sitompul *et al.* (2012) menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan *Azolla* sp. dengan kepadatan 62,5 g m⁻² memberikan penurunan kadar amonia yang signifikan yaitu sebesar 0,2-0,3 mg L⁻¹ dan peningkatan oksigen terlarut sebesar 5-8 mg L⁻¹. Selanjutnya, penelitian Ariffin *et al.* (2019) melaporkan bahwa air limbah yang diolah menggunakan *A. pinnata* menghasilkan penurunan amonia yaitu dari 7,47 mg L⁻¹ menjadi 1,67 mg L⁻¹ dan mengurangi konsentrasi fosfat dari 5,73 mg L⁻¹ menjadi 1,22 mg L⁻¹. Hasil pengolahan air limbah budidaya menggunakan fitoremediasi *A. pinnata* tersebut juga menunjukkan adanya kenaikan bobot *A. pinnata* yang mencapai 147,26 g. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa tumbuhan air, *A. pinnata* mampu mengurangi bahan pencemar yang ada pada air limbah budidaya. Penggunaan *A. pinnata* juga memberikan pengaruh positif terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan yang dipelihara. Pertumbuhan ikan nila *gift* yang diremediasi menggunakan *A. pinnata* menunjukkan hasil yang signifikan yaitu pertumbuhan bobot sebesar 33,42 g dan pertumbuhan panjang 9,13 cm (Muttaqin, 2022).

1.2. Rumusan Masalah

Dalam suatu kegiatan budidaya perikanan, terdapat sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan ataupun kotoran ikan itu sendiri yang menumpuk pada dasar wadah pemeliharaan dan menjadi limbah sehingga dapat menyebabkan menurunnya kualitas air seperti tingginya amonia sehingga dapat beracun bagi ikan pada konsentrasi diatas 1,5 mg L⁻¹ serta dapat meningkatkan kadar kekeruhan yang ada pada wadah pemeliharaan ikan. Hal inilah yang dapat menyebabkan

terhambatnya pertumbuhan dan memengaruhi kelangsungan hidup ikan yang dipelihara. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menggunakan fitoremediator berupa tumbuhan *A. pinnata*. Pada penelitian Dwiningtias *et al.* (2022), pemberian *A. microphylla* dengan biomassa 60 g m^{-2} *A. microphylla* adalah perlakuan terbaik untuk menurunkan beberapa parameter pada media pemeliharaan ikan patin yaitu TSS sebesar 68,5% (83,67-26,33 mg L^{-1}), TDS sebesar 37,65% (131-81,67 mg L^{-1}) dan kekeruhan sebesar 70,5% (52,51-15,47 NTU). Keunggulan lain yang dimiliki oleh *A. pinnata* yaitu tumbuhan ini dapat digunakan sebagai pupuk organik dalam budidaya padi. *A. pinnata* mampu memenuhi kebutuhan hara N bagi tanaman, karena pada *Azolla* terdapat *Cyanobacteria* yang kemudian keduanya dapat melakukan simbiosis mutualisme (Muslichah, 2021). Pemanfaatan *A. pinnata* sebagai fitoremediator kualitas air pada media pemeliharaan ikan betok ini diduga akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas air khususnya kekeruhan, bahan organik berupa amonia dan nitrat dan berperan dalam meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan selama masa pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*).

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dan kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh *Azolla pinnata* sebagai fitoremediator terhadap parameter kualitas fisika dan kimia air pada media pemeliharaan dan mengukur laju pertumbuhan ikan betok pada media pemeliharaan yang ditambahkan *A. pinnata*, serta mengetahui berat *A. pinnata* yang optimal yang dapat diaplikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P.S.M., 2019. *Pengaruh Takaran Pupuk Kompos Azolla (Azolla pinnata R. Br.) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (Oryza Sativa L.) Varietas Mapan P-05*. Skripsi. Universitas Siliwangi.
- Akbar, H., 2008. *Studi Karakter Morfometrik-Meristik Ikan Betok (Anabas testudineus Bloch) di Das Mahakam Tengah Propinsi Kalimantan Timur*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Akbar, J., 2012. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara pada salinitas berbeda. *Bioscientiae*, 9(2), 1.
- Alfarykky, V., Suhardjono, H. dan Koentjoro, Y., 2021. *Pengaruh Lama Penyinaran dan Warna Lampu LED terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam (Amaranthus spp.)*. Tesis. UPN Veteran Jawa Timur.
- Anggara, A., Muslim, M. dan Muslimin, B., 2013. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pelet dengan dosis berbeda. *Fiseries*, 2(1), 21-25.
- Anggraini, Y., Syahrizal dan 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.
- Ariffin, F.D., Halim, A.A., Hanafiah, M.M. dan Nor Azira Ramlee, N.A., 2019. Kebolehpayaan fitoremediasi oleh *Azolla pinnata* dalam merawat air sisa akuakultur. *Sains Malaysiana*, 48(2), 281–289.
- Ariffin, M.Y. dan Sugihartono, M., 2017. Kualitas air dan kelangsungan hidup udang ketak (*Harpiosquilla raphidea*) yang dipelihara pada wadah substrat dan tanpa substrat. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(1), 18–24.
- Arifuddin, W., 2018. Aktivitas antioksidan senyawa antosianin dari ekstrak etanol ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L). *Jurnal Sains dan Pendidikan Biologi*, 1(2), 26-29.
- Arizal, A., 2011. *Kandungan Nitrogen (N) pada Azolla pinnata yang Ditumbuhkan dalam Media Air dengan Kadar P yang Berbeda*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Asriani, E. dan Kurniawan, A., 2016. Analisis reduksi limbah nitrogen berdasarkan jenis media tanam dan konsentrasi protein pakan berbeda pada budidaya ikan lele dengan sistem akuaponik. *Akuatik-Jurnal Sumberdaya Perairan*, 10(1), 26-27.

- Ayub, S.O., 2015. *Kesesuaian dan Kinerja Tanaman Kehutanan sebagai Fitoremediator Logam pada Lahan Bekas Tambang Batubara*. Tesis. Universitas Diponegoro.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. *SNI 8002:2014 Produksi Ikan Papuyu/Betok (Anabas testudineus, BL) Ukuran Konsumsi di Kolam*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 6989.79:2011 Air dan Air Limbah - Bagian 79: Cara Uji Nitrat (NO₃-N) dengan Spektrofotometer UV-visibel secara Reduksi Kadmium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *06.6989:2005 Air dan Air Limbah*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Baskoro, T.G.M., 2016. *Analisis Pertumbuhan pada Berbagai Aksesori Benih Kacang Bambara (Vigna Subterranea (L) Verdcourt)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Berutu, I.M., 2018. *Fitoremediasi menggunakan Tanaman Azolla (Azolla pinnata) terhadap Konsentrasi Logam Kadmium (Cd) pada Limbah Air Lindi*. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Caroline, J. dan Moa, G.A., 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuning. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya 2015.
- Craig, S. and Helfrich, L.A., 2002. *Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding*. Virginia State University: Cooperative Extension Service Publication.
- Cristaldi, A., Conti, G.O., Jho, E.H., Zuccarello, P., Grasso, A., Copat, C. and Ferrante, M., 2017. Phytoremediation of contaminated soils by heavy metals and PAHs. A brief review. *Environmental Technology and Innovation*, 8, 309-326.
- Dwicahya, N., Yuliana, M., Saputra, A. dan Suryana, Y., 2021. Uji coba perlakuan pada media tumbuh azolla (*Azolla pinnata* R . Br .) di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IP2TP) Kayuagung. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 1, 400–411.
- Dwiningtias, A., Syafriadiman dan Hasibuan, S., 2022. Efek biomassa *Azolla microphylla* terhadap parameter fisika air gambut pada media pemeliharaan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 2(1), 93–103.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Effendi, H., Utomo, A., Darmawangsa, G.B.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. *Jurnal Ecolab*, 9(2), 80–92.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fariez, Chairul dan Za, S., 2014. Fitoremediasi air tercemar polutan amoniak dengan memanfaatkan eceng gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 2, 1–7.
- Febrianty, I., 2020. Daya dukung kualitas air terhadap usaha budidaya ikan patin dalam kolam di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *EnviroScientee*, 16(1), 72.
- Haloho, L.M., 2008. *Kebiasaan Makanan Ikan Betok (Anabas testudineus) di Daerah Rawa Banjiran Sungai Mahakam, Kec. Kota Bangun, Kab. Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Herlina, Burhanuddin, Malik, A., Murni dan Saleh, S., 2023. Pengaruh oksigen terlarut terhadap laju mineralisasi ammonia, nitrit, nitrat, dan fosfat pada budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ruaya*, 11(1), 80-85.
- Jacono, C., 2016. *Feathered Mosquitofern; Water Velvet Azolla pinnata*. University of Florida: Center for Aquatic and Invasive Plants.
- Janah, N.Z., 2022. *Evaluasi Pemanfaatan Azolla microphylla sebagai Fitoremediator Kualitas Air di Lingkungan Pemeliharaan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dan Respons Pertumbuhannya*. Skripsi. Universitas Pertanian Bogor.
- Lestari, W., 2013. Penggunaan *Ipomoea aquatica* Forsk untuk fitoremediasi limbah rumah tangga. *Jurnal Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 441-446.
- Makmur, Suwoyo, H.S., Fahrur, M. dan Syah, R., 2018. Pengaruh jumlah titik aerasi pada budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727-738.
- Marsidi, R. dan Herlambang, A., 2002. Proses nitrifikasi dengan sistem biofilter untuk pengolahan air limbah yang mengandung amoniak konsentrasi tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 195-205.
- Muslichah, D.A., 2021. Tanaman Paku Air (*Azolla pinnata*) [online]. <https://www.kompasiana.com/dewiambarmuslichah5725/601e607a8ede4819034f96b2/tanaman-paku-air-azolla-pinnata/> [Diakses pada tanggal 2 Oktober 2022].

- Muslim, M., 2019. *Teknologi Pembenihan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Bandung: PT. Panca Terra Firma. [online] https://repository.unsri.ac.id/31732/1teknologi_pembenihan_ikan_betok.pdf [Diakses pada tanggal 26 November 2023].
- Mustakim, M., Sunarno, M.T.D., Affandi, R. dan Kamal, M.M., 2009. Pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) di berbagai habitat di lingkungan Danau Melintang-Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 15(2), 113-121.
- Muttaqin, F.I., 2022. *Performa Pertumbuhan Ikan Nila Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) yang Dibudidayakan pada Air Eks Galian Pasir dengan Kombinasi Perlakuan Fitoremediasi dan Adsorpsi*. Skripsi. Universitas Lampung.
- NRC. 1997. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. Washington D. C. USA: National Academy of Sciences.
- Nur, F., 2013. Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis*, 1(1), 74-83.
- Nurfitriana, F., 2019. *Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Apu-Apu (Pistia stratiotes) dengan Sistem Kontinyu*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Nurhuda, A.M., Samsundari, S. dan Zubaidah, A., 2018. Pengaruh perbedaan interval waktu pemuasaan terhadap pertumbuhan dan rasio efisiensi protein ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Aquatic Sciences*, 5(2), 59-63.
- Nurullah, L., 2018. *Analisis Removal Logam Berat dengan Metode Floating Wetland menggunakan Tanaman Kolonjono (Brachiaria mutica) dan Bakteri pada Air Limbah Balai Yasa Yogyakarta, PT. KAI*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia.
- Paulus, J.M., 2010. Pemanfaatan azolla sebagai pupuk organik pada budidaya padi sawah. *WARTA WIPTEK*, 36, 68-72.
- 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.
- Rafli, Nasmia, Madinawati, dan Ndobe, S., 2020. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberikan pakan komersial dengan frekuensi berbeda. *Journal of Fisheries, Marine and Aquatic Science*, 2(2), 133-138.
- Rahayu, R., 2013. *Embriogenesis Ikan Betok (Anabas testudineus) pada Suhu Inkubasi yang Berbeda*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Rahmi, A., Hemizuryani dan Muslim, 2012. Pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan pemberian pakan berbeda. *Jurnal Fisheries*, 1(1), 15-19.
- Rizal, M.K. dan Riyanto, V.D., 2020. Pengaruh amonia (NH₃) dalam budidaya ikan dan udang [online]. <https://www.melekperikanan.com/2020/03/pengaruh-amonia-dalam-budidaya-ikan-dan.html> [Diakses pada tanggal 12 September 2022].
- Rosyidhana, Z., 2021. Peran mikrobioma tanah dalam pertanian organik. [online]. <https://dpkp.jogjaprov.go.id/baca/Peran+Mikrobioma+Tanah+dalam+Pertanian+Organik/> [Diakses pada tanggal 3 November 2023].
- Saanin, H., 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Jilid 1*. Bandung: Bina Cipta.
- Saputra, A.D., Haeruddin dan Widyorini, N., 2019. Efektivitas kombinasi mikroorganisme dan tumbuhan air *Lemna minor* sebagai bioremediator dalam mereduksi senyawa amoniak, nitrit, dan nitrat pada limbah pencucian ikan. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(3), 80-90.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P. dan Chusnul, A., 2017. Karakteristik *Azolla pinnata* sebagai pengganti bahan pembawa pupuk hayati padat bakteri penambat N₂ dan bakteri pelarut P. *SoilREns*, 15(1), 46–52.
- Sitompul, S.O., Harpeni, E. dan Putri, P., 2012. Pengaruh kepadatan *Azolla* sp. yang berbeda terhadap kualitas air dan pertumbuhan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada sistem tanpa ganti air. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 17-24.
- Suriansyah. 2011. *Studi Pengembangan dan Pematangan Akhir Gonad Ikan Betok (Anabas testudineus) dengan Rangsangan Hormon*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Surdina, E., El-Rahimi, S.A. dan Hasri, I., 2016. Pertumbuhan *Azolla microphylla* dengan kombinasi pupuk kotoran ternak the grow-out of *Azolla microphylla* using combination of manurses. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(3), 298–306.
- Taofiqurohman, A., Nurruhwati, I. dan Hasan, Z., 2007. *Studi Kebiasaan Makanan Ikan (Food Habit) Ikan Nilem (Osteochilus hasselti) di Tarogong Kabupaten Garut*. Laporan Penelitian. Universitas Padjadjaran.
- Tariana, Mukarlina dan Setyawati, T.R., 2019. Kemampuan mimosa air (*Neptunia oleracea* Lour) dalam memperbaiki kualitas limbah cair pabrik karet. *JURNAL ENVIROTEK*, 11(1), 10-16.
- Utami, V.P., Hasibuan, S. dan Syafriadiman. 2022. Efek biomassa *Azolla microphylla* yang berbeda terhadap parameter kimia air gambut pada media

pemeliharaan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 3(1), 104-112.

Wahyuningsih, S. dan Gitarama, A.M., 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112-125.

Wati, D.S., Suwerda, B. dan Narto. 2011. Pengolahan fitoremediasi dengan paku air (*Azolla microphylla*) untuk menurunkan kadar BOD dan TSS limbah cair rumah makan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 3(2), 70-78.