

SKRIPSI

**SUPLEMENTASI ASTAXANTHIN PADA PAKAN
UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN
EFISIENSI PAKAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

***ASTAXANTHIN SUPPLEMENTATION IN FEED TO
INCREASE GROWTH AND FEED EFFICIENCY OF
CLIMBING PERCH (*Anabas testudineus*)***



**Adelia Putri Apriliyanti
05051282025028**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

ADELIA PUTRI APRILYANTI. Astaxanthin Supplementation in Feed to Increase Growth and Feed Efficiency of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) (Supervised by YULISMAN).

Astaxanthin is a xanthophyll group compound within the carotenoid family which functions as an antioxidant, and it can increase the digestion and absorption nutrients on fish. Supplementation astaxanthin on commercial feed is expected to stimulate the growth and increase efficiency of feed utilization by fish. This research aimed to determine the best dose of astaxanthin supplementation on commercial feed for growth and feed efficiency of climbing perch. The research was conducted at the Basics Fisheries Laboratory, Aquaculture Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Sriwijaya. Feed proximate analysis was carried out at the Chemistry, Biochemistry and Processing of Fisheries Products Laboratory, Fisheries Product Technology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Sriwijaya. This research used a completely randomized design consisting of four treatments and three replications. The treatment given was without supplementation astaxanthin on feed (P0), supplementation astaxanthin 100 mg kg⁻¹ of feed (P1), supplementation astaxanthin 200 mg kg⁻¹ of feed (P2), and supplementation astaxanthin 300 mg kg⁻¹ of feed (P3). The results of this research showed that astaxanthin supplementation of 200 mg kg⁻¹ of feed was the best dose resulted in absolute growth of weight of climbing perch was 1.27 g, absolute growth of length 1.20 cm, protein efficiency ratio 0.86, and feed efficiency 26.17%. Water quality parameters at P2 included temperature 28.2-28.9°C, pH 6.50-6.82, dissolved oxygen 4.00-4.90 mg L⁻¹ and ammonia 0.005-0.073 mg L⁻¹.

Key words: astaxanthin, climbing perch, commercial feed, fish growth.

RINGKASAN

ADELIA PUTRI APRILYANTI. Suplementasi Astaxanthin pada Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) (Dibimbing oleh **YULISMAN**).

Astaxanthin merupakan senyawa dari golongan xantofil yang termasuk dalam keluarga karotenoid yang berfungsi sebagai antioksidan, dan dapat meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi pada ikan. Suplementasi astaxanthin pada pakan komersial diharapkan dapat memacu pertumbuhan dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik suplementasi astaxanthin pada pakan komersial untuk pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betok. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dasar Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Analisis proksimat pakan dilakukan di Laboratorium Kimia, Biokimia dan Pengolahan Hasil Perikanan, Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2024. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu tanpa suplementasi astaxanthin pada pakan (P0), suplementasi astaxanthin 100 mg kg⁻¹ pakan (P1), suplementasi astaxanthin 200 mg kg⁻¹ pakan (P2), dan suplementasi astaxanthin 300 mg kg⁻¹ pakan (P3). Hasil penelitian menunjukkan suplementasi astaxanthin sebanyak 200 mg kg⁻¹ pakan merupakan dosis terbaik yang menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak ikan betok 1,27 g, pertumbuhan panjang mutlak 1,20 cm, rasio efisiensi protein 0,86, dan efisiensi pakan 26,17%. Parameter kualitas air pada P2 meliputi suhu 28,2-28,9°C, pH 6,50-6,82, oksigen terlarut 4,00-4,90 mg L⁻¹ dan amonia 0,005-0,073 mg L⁻¹.

Kata kunci: astaxanthin, ikan betok, pakan komersial, pertumbuhan ikan.

SKRIPSI

SUPLEMENTASI ASTAXANTHIN PADA PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)

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



**Adelia Putri Apriliyanti
05051282025028**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

SUPLEMENTASI ASTAXANTHIN PADA PAKAN UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)


SKRIPSI

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

Oleh :

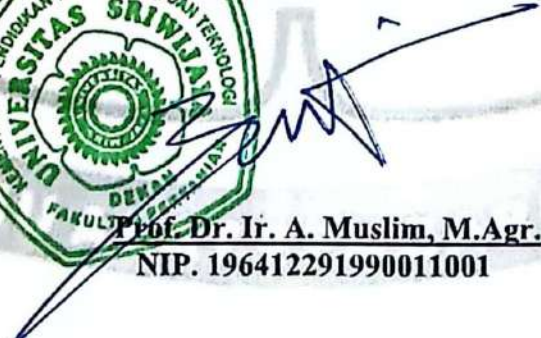
Adelia Putri Apriliyanti
05051282025028

Indralaya, Februari 2025
Pembimbing


Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP. 197607032008011013

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




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

Skripsi dengan judul "Suplementasi Astaxanthin pada Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)" oleh Adelia Putri Apriliyanti telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Januari 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP. 197607032008011013

Ketua (.....)

2. Dr. Mohamad Amin, S.Pi., M.Si.
NIP. 197604122001121001

Anggota (.....)

Indralaya, Februari 2025
Ketua Jurusan Perikanan



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adelia Putri Apriliyanti

NIM : 05051282025028

Judul : Suplementasi Astaxanthin pada Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan 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 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, Februari 2025



[Adelia Putri Apriliyanti]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 2 April 2002 di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan yang merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Orang tua penulis bernama Aric Munandar dan Fitria Sari. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN 23 Gelumbang pada tahun 2014, SMPN 1 Gelumbang pada tahun 2017 dan SMAN 1 Gelumbang pada tahun 2020. Sejak Agustus 2020, penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 (S1) pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SBMPTN.

Penulis berperan aktif dalam organisasi kampus diantaranya sebagai Sekretaris Pelaksana Pesta Ilmiah Sriwijaya tahun 2021 dan 2022, dan sebagai Ketua Pelaksana HIMAKUA *Paper Competition* Jilid VII tahun 2022. Tahun 2022 penulis dipercaya sebagai Kepala Dinas Keilmiahan HIMAKUA Universitas Sriwijaya dan Sekretaris Departemen Riset dan Teknologi BO KURMA Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Tahun 2023 penulis dipercaya sebagai Sekretaris Umum BO KURMA Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan Bendahara Umum BEM KM Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis pernah menjadi asisten praktikum, pada mata kuliah Fisiologi Reproduksi Ikan, Dasar-Dasar Akuakultur, Perikanan Rawa, Nutrisi Ikan dan Bisnis Perikanan. Penulis telah melaksanakan magang pada Desember 2022-Januari 2023 dengan Judul “Teknik Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) secara Konvensional Tambak di Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB) Karawang, Jawa Barat” yang dibimbing oleh Ibu Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si. Penulis melakukan praktek lapangan dengan judul “Pemuaasan Ikan Patin secara Periodik dan diberi Pakan Berprobiotik Di UPR Berkah Jaya Mandiri Farm Indralaya Kabupaten Ogan Ilir” yang dibimbing oleh Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. pada bulan Agustus-September 2023.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis sampaikan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Suplementasi Astaxanthin pada Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Betok (*Anabas testudineus*).” Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Pendanaan Universitas Sriwijaya Skema Sains, Teknologi dan Seni (Sateks) Tahun 2024 dengan No kontrak penelitian: 0097.073/UN9/SB3.LP2M.PT/2024. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Koordinator Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Sriwijaya sekaligus dosen pembimbing akademik penulis.
3. Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing skripsi.
4. Ibu Retno Cahya Mukti, S.Pi., M.Si. yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis mulai dari penyusunan proposal sampai penelitian.
5. Bapak/Ibu dosen, staf dan analis laboratorium yang berada di lingkungan Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
6. Mama, Papa, Nenek, Kakek, Adik-Adik dan Saudara lainnya atas semua bentuk dukungannya.
7. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Aamiin Yarabbal ‘alamin.

Indralaya, Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	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. Ikan Betok, Kebiasaan Makan, dan Kebutuhan Pakan	4
2.2. Astaxanthin	4
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	6
3.1. Tempat dan Waktu	6
3.2. Bahan dan Metode	6
3.3. Analisis Data	9
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1. Pertumbuhan Mutlak, Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan.....	10
4.2. Kelangsungan Hidup dan Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Betok.....	13
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	15
5.1. Kesimpulan	15
5.2. Saran.....	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Pertumbuhan mutlak, rasio efisiensi protein (REP) dan efisiensi pakan (EP) ikan betok	10
Tabel 4.2. Kelangsungan hidup ikan betok	13
Tabel 4.3. Kualitas air pemeliharaan ikan betok	13

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Susunan wadah pemeliharaan.....	20
Lampiran 2. Pertumbuhan bobot mutlak ikan betok.....	21
Lampiran 3. Pertumbuhan panjang mutlak ikan betok	23
Lampiran 4. Rasio efisiensi protein pakan ikan betok	24
Lampiran 5. Efisiensi pakan ikan betok	26
Lampiran 6. Kelangsungan hidup ikan betok	28
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian	29

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan betok merupakan ikan yang habitat hidupnya di perairan rawa banjiran, sungai dan danau (Anggra *et al.*, 2013). Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (2024) tercatat bahwa total produksi ikan betok dari hasil penangkapan pada tahun 2023 di Indonesia sebesar 19.748,562 ton, dan di Sumatera Selatan sebesar 2.489,741 ton. Sumatera Selatan memberikan kontribusi sebesar 12,61% dari total produksi ikan betok di Indonesia, dan merupakan peringkat pertama di Pulau Sumatera dan peringkat ketiga di Indonesia setelah Kalimantan Selatan sebesar 9.609,926 ton dan Kalimantan Tengah sebesar 3.044,089 ton. Namun, total tangkapan ikan betok di Indonesia pada tahun 2023 tersebut lebih rendah daripada tahun 2022 yaitu sebesar 24.451,821 ton. Hal ini menunjukkan produksi ikan betok dari hasil penangkapan mengalami penurunan. Oleh sebab itu, budidaya ikan betok menjadi penting dilakukan dan dikembangkan untuk mengurangi eksploitasi di alam dan meningkatkan produksi ikan betok tersebut.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betok masih tergolong rendah. Penelitian Fitriani dan Akmal (2020), ikan betok yang diberi pakan komersial dengan penambahan vitamin C sebesar 425 mg kg⁻¹ pakan sebagai perlakuan terbaik menghasilkan pertumbuhan bobot sebesar 2,1 g dan efisiensi pakan sebesar 15,07% selama 30 hari pemeliharaan. Hasil penelitian Ramadhani (2022), ikan betok yang diberi pakan komersial yang ditambahkan minyak kelapa sebesar 15% sebagai perlakuan terbaik menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak 0,74 g dan efisiensi pakan 16,68% yang dipelihara selama 30 hari. Ikan betok yang diberi pakan komersial dengan penambahan ekstrak batang nanas sebesar 5% yang merupakan perlakuan terbaik menghasilkan pertumbuhan bobot sebesar 1,68 g dan efisiensi pakan sebesar 40,22% selama 60 hari pemeliharaan (Masniar *et al.*, 2016). Menurut Craig dan Helfrich (2002) apabila nilai efisiensi pakan lebih besar dari 50% maka dianggap pertumbuhan

ikan tersebut baik. Peningkatan nilai efisiensi pakan dapat dilakukan dengan penambahan bahan tertentu pada pakan satu diantaranya adalah astaxanthin.

Astaxanthin tergolong dalam kelompok xantofil karena memiliki oksigen pada cincin ionon. Astaxanthin memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok karotenoid lainnya yang disebabkan adanya gugus hidroksil dan keton sehingga astaxanthin mengalami esterifikasi (Karnila dan Heriasyah, 2020). Menurut Ambati *et al.* (2014), astaxanthin berfungsi mencegah kerusakan oksidatif dengan cara mengurangi konsentrasi oksigen tunggal, pembersihan radikal untuk mencegah reaksi berantai, mempertahankan struktur membran dengan menghambat peroksidasi lipid, meningkatkan fungsi sistem imun dan regulasi ekspresi gen. Astaxanthin memberikan perlindungan yang lebih baik daripada β -karoten dan vitamin C yang terdapat di dalam lapisan lipid.

Penambahan astaxanthin pada pakan terbukti dapat meningkatkan performa pertumbuhan dan meningkatkan efisiensi pakan pada beberapa jenis ikan diantaranya ikan gurami yang diberi pakan komersial dengan penambahan astaxanthin (kandungan astaxanthin 10%) sebesar 200 mg kg⁻¹ pakan menghasilkan pertumbuhan bobot sebesar 44,9±5,19 g (Sofian *et al.*, 2016), dan pada ikan gabus yang diberi pakan komersial dengan penambahan astaxanthin (kandungan astxanthin 10%) sebesar 200 mg kg⁻¹ pakan menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak sebesar 5,37 g (Sofian *et al.*, 2019). Hingga saat ini informasi tentang dosis terbaik suplementasi astaxanthin pada pakan komersial untuk ikan betok belum ada. Oleh sebab itu, penelitian tentang suplementasi astaxanthin pada pakan komersial untuk ikan betok perlu dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Laju pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan dapat ditingkatkan dengan berbagai cara satu diantaranya dengan penambahan astaxanthin pada pakan. Astaxanthin berperan sebagai antioksidan (Karnila dan Heriasyah, 2020), meningkatkan kapasitas pencernaan dan penyerapan nutrisi (Zhang *et al.*, 2024), meningkatkan ketebalan dan panjang vili (Zhao *et al.*, 2022), dan meningkatkan metabolisme lipid dan dapat bereaksi dalam menghemat protein, yang membuat lebih banyak energi tersedia untuk pertumbuhan (Zhu *et al.*, 2022).

Suplementasi astaxanthin pada pakan komersial terbukti mampu meningkatkan pemanfaatan lemak sebagai sumber energi pada ikan gurami dan ikan gabus. Hal ini menyebabkan pertumbuhan ikan meningkat dan pemanfaatan pakan lebih efisien. Berdasarkan hal tersebut diduga dengan suplementasi astaxanthin pada pakan komersial dapat meningkatkan pemanfaatan lemak sebagai sumber energi sehingga protein lebih efisien digunakan untuk mendukung pertumbuhan ikan betok.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan mengetahui dosis terbaik suplementasi astaxanthin pada pakan komersial untuk pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betok. Penelitian berguna memberikan informasi tentang suplementasi astaxanthin pada pakan komersial untuk ikan betok dan dapat diaplikasikan oleh pembudidaya ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, F. dan Minggawati, I., 2019. Pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara menggunakan hapa di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 8(2), 89-92.
- Ambati, R.R., Phang, S.M., Ravi, S. and Aswathanarayana, R.G., 2014. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial application. *Marine Drugs*, 12, 128-152.
- Anggra, A., Muslim dan Muslimin, B., 2013. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan betok (*Anabas testudineus*) yang diberi pelet dengan dosis berbeda. *Fiseries*, 2(1), 21-25.
- Aryzegovina, R., Aisyah, S. dan Desmiati, I., 2022. Analisis isi usus dan lambung untuk menentukan food and feeding habit ikan betok (*Anabas testudineus*). *Konservasi Hayati*, 18(1), 9-21.
- Badan Standardisasi Nasional, 2014. *SNI 8002:2014. Produksi Ikan Papuyu/Betok (Anabas testudineus, BL) Ukuran Konsumsi di Kolam*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyanti, Y. dan Awalina, I., 2022. Studi literatur: pengaruh suhu terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 2, 226-238.
- Craig, S. and Helfrich, L.A., 2002. *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Virginia: Virginia State University.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Fitriani, R. dan Akmal, Y., Penambahan vitamin C pada pakan pelet untuk pertumbuhan benih ikan betok (*Anabas testudineus*). *Arwana Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 136-142.
- Hadijah, Zainuddin, Wahdaningsih, S.M., Sehe, M., Hasnah, Hadasiah, Iriani, F., Jannah, M., Arif, A., Risymayanti, Asriati dan Siahaya, H., 2024. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Bogor: Azkiya Publishing.
- Hardy, R.W. and Barrows, F.T., 2002. Diet Formulation and Manufacture. In: Halver, J.E. and Hardy, R.W., eds. *Fish Nutrition*. Third Edition. San Diego: Academic Press.
- Irawan, D., Sari, S.P., Prasetyono, E. dan Syarif, A.F., 2019. Performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan seluang (*Rasbora einthovenii*) pada perlakuan pH yang berbeda. *Journal of Aquatropica Asia*, 4(2), 15-21.

- Karnila, R. dan Heriasyah, I., 2020. *Buku Referensi Astaxanthin*. Pekanbaru: Oceanum Press.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2024. *Total Produksi-Statistik KKP*. [online]. Tersedia di: <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=total&i=2>. [Diakses pada tanggal 30 Januari 2024].
- Koniyo, Y., 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur*, 8(1), 52-58.
- Manik, R.R.D.S. dan Arleston, J., 2021. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Masniar, M., Muchlisin, Z.A. dan Karina, S., 2016. Pengaruh penambahan ekstrak batang nanas pada pakan terhadap laju pertumbuhan dan daya cerna protein pakan ikan betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 35-45.
- Medoro, A., Intrieri, M., Passarella, D., Willcox, D.C., Davinelli, S. and Scapagnini, G., 2024. Astaxanthin as a metabolic regulator of glucose and lipid homeostatis. *Journal of Functional Foods*, 112, 1-11.
- Miki, W., 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, 63(1), 141-146.
- National Research Council, 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. Washington D.C: National Academies Press.
- Pangaribuan, E., Sasanti, A.D. dan Amin, M., 2017. Efisiensi pakan, pertumbuhan, kelangsungan hidup dan respon imun ikan patin (*Pangasius sp.*) yang diberi pakan bersinbiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(2), 140-154.
- Poernomo, N., Utomo, N.B.P. dan Azwar, Z.I., 2015. Pertumbuhan dan kualitas daging ikan patin siam yang diberi kadar protein pakan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(2), 104-111.
- 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.
- Ramadhani, P., 2022. *Penambahan Minyak Kelapa sebagai Sumber Lemak dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.

- Riadhi, L., Rivai, M. dan Budiman, F., 2017. Pengaturan oksigen terlarut menggunakan metode logika *fuzzy* berbasis mikrokontroler *teensy board*. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 330-334.
- Ridwantara, D., Buwono, I.D., Suryana, A.A.H., Lili, W. dan Bangkit, I., 2019. Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1), 46-54.
- Sadraddin, A.A., Hassan, B.R., Mahmood, S.S., Abdulrahman, M.A., Rashid, R.M. and Namiq, K., 2019. Biological and health impact of astaxanthin powders in common carp *Cyprinus carpio* L. *Omni Akuatika*, 15(2), 52-59.
- Sanjayasari, D. dan Kasprijo, 2010. Estimasi nisbah protein-energi pakan ikan senggaringan (*Mystus nigriceps*) dasar nutrisi untuk keberhasilan domestikasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 15(2), 89-97.
- Saridu, S.A., Leilani, A., Renitasari, D.P., Syharir, M. dan Karmila, 2023. Pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem bioflok. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 3(2), 90-95.
- Shastak, Y. and Pelletier, W., 2023. Captivating colors, crucial roles: astaxanthin's antioxidant impact on fish oxidative stress and reproductive performance. *Animals*, 13, 1-27.
- Sofian, Anwar, S. dan Saputra, M., 2019. Kinerja pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*) dengan suplementasi astaxanthin pada level berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 7(2), 77-85.
- Sofian, Jusadi, D. dan Nuryati, S., 2016. Pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami yang diberi level suplementasi astaxanthin berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1), 24-31.
- Sumantriyadi, Wildayana, E. dan Syaifudin, M., 2017. Analisis pembesaran ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) terhadap kualitas air sungai Komerling di Kecamatan Sirah Pulau Padang. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(2), 58-61.
- Torang, I., 2013. Pertumbuhan benih ikan betok (*Anabas testudineus*, Bloch) dengan pemberian pakan tambahan berupa maggot. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 2(1), 12-16.
- Wahjuningsih, S.B., Fitriani, A., Azkia, M.N. dan Rahmadhia, S.N., 2023. *Senyawa Bioaktif dalam Bahan Pangan*. Semarang: Universitas Semarang Press.
- Wahyuningsih, S. dan Gitarama, A.M., 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112-125.

- Wijaya, M.P., Helmizuryani dan Muslimin, B., 2015. Pengaruh kadar protein pakan pelet yang berbeda untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara dalam waring. *Fiseries*, 4(1), 22-26.
- Zhang, J., Yang, Y., Xu, H., Li, X., Dong, F., Chen, Q., Han, T., Wang, J. and Wu, C., 2024. Effects of dietary astaxanthin on growth performance, immunity, and tissue composition in largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1-12.
- Zhao, W., Guo, Y.C., Huai, M.Y., Li, L., Man, C., Pelletier, W., Wei, H.L. Yao, R. and Niu, J., 2022. Comparison of the retention rates of synthetic and natural astaxanthin in feeds and their effects on pigmentation, growth, and health in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Antioxidants*, 11(12), 2-18.
- Zhu, X., Hao, R., Zhang, J., Tian, C., Hong, Y., Zhu, C. and Li, G., 2022. Dietary astaxanthin improves the antioxidant capacity, immunity and disease resistance of coral trout (*Plectropomus leopardus*). *Fish and Shellfish Immunology*, 122, 38-47.