

SKRIPSI

**PENAMBAHAN ASTAXANTHIN PADA PAKAN
KOMERSIAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
EFISIENSI PAKAN IKAN BAUNG
(*Hemibagrus nemurus*)**

***THE ADDITION OF ASTAXANTHIN TO
COMMERCIAL FEED ON GROWTH PERFORMANCE
AND FEED EFFICIENCY OF GREEN CATFISH
(*Hemibagrus nemurus*)***



**Rahmat Ramadhan
05051281722012**

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

SUMMARY

RAHMAT RAMADHAN. The Addition of Astaxanthin to Commercial Feed on Growth Performance and Feed Efficiency of Green Catfish (*Hemibagrus nemurus*). (Supervised by **RETNO CAHYA MUKTI**).

Green catfish has a fairly high economic value and has the potential to be cultured but is constrained because of its slow growth. One of the solutions to increase the growth of green catfish is by adding supplements to the feed. One of the ingredients that can be used as a feed supplement is astaxanthin. The purpose of this study was to determine the effect of astaxanthin addition to commercial feed on growth performance and survival rate of green catfish. This study used a completely randomized design (CRD) with five treatments and three replicates. The treatment given was the addition of astaxanthin to commercial feed with different doses consisting of (P0) without the addition of astaxanthin, (P1) Astaxanthin 50 mg kg⁻¹ feed, (P2) Astaxanthin 100 mg kg⁻¹ feed, (P3) Astaxanthin 150 mg kg⁻¹ feed, (P4) Astaxanthin 200 mg kg⁻¹ feed. The results showed that the addition of astaxanthin with different doses in commercial feed had a significant effect on absolute growth, protein efficiency ratio, and feed efficiency of green catfish fry. Astaxanthin dose of 200 mg kg⁻¹ (P4) was the best treatment that resulted in absolute weight and length growth of 2.30 g and 2.58 cm, protein efficiency ratio of 2.31, feed efficiency of 78.86% and survival of 94.8%. Water quality data during the study included temperature ranged from 26.1-29 °C, pH ranged from 6.0-7.1, dissolved oxygen ranged from 3.8-5.8 mg L⁻¹ and ammonia ranged from 0.015-0.182 mg L⁻¹.

Key words: astaxanthin, green catfish, growth

RINGKASAN

RAHMAT RAMADHAN. Penambahan Astaxanthin pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). (Dibimbing oleh **RETNO CAHYA MUKTI**).

Ikan baung memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi dan berpotensi untuk dibudidayakan tetapi terkendala karena pertumbuhannya yang lambat. Salah satu solusi untuk meningkatkan pertumbuhan ikan baung yaitu dengan penambahan suplemen pada pakan. Salah satu bahan yang bisa dijadikan pakan suplemen adalah astaxanthin. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan astaxanthin pada pakan komersial terhadap performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan baung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu penambahan astaxanthin pada pakan komersial dengan dosis yang berbeda yang terdiri atas (P0) tanpa penambahan astaxanthin, (P1) Astaxanthin 50 mg kg⁻¹ pakan, (P2) Astaxanthin 100 mg kg⁻¹ pakan, (P3) Astaxanthin 150 mg kg⁻¹ pakan, (P4) Astaxanthin 200 mg kg⁻¹ pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan astaxanthin dengan dosis berbeda pada pakan komersial berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak, rasio efisiensi protein, dan efisiensi pakan benih ikan baung. Dosis astaxanthin 200 mg kg⁻¹ (P4) merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan pertumbuhan bobot dan panjang mutlak sebesar 2,30 g dan 2,58 cm, rasio efisiensi protein sebesar 2,31, efisiensi pakan sebesar 78,86% dan kelangsungan hidup sebesar 94,8%. Data kualitas air selama penelitian meliputi suhu berkisar 26,1-29 °C, pH berkisar 6,0-7,1, oksigen terlarut berkisar 3,8-5,8 mg L⁻¹ dan amonia berkisar 0,015-0,182 mg L⁻¹.

Kata kunci : astaxanthin, ikan baung, pertumbuhan

SKRIPSI

**PENAMBAHAN ASTAXANTHIN PADA PAKAN KOMERSIAL
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN
IKAN BAUNG (*Hemibagrus nemurus*)**

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



Rahmat Ramadhan
05051281722012

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENAMBAHAN ASTAXANTHIN PADA PAKAN KOMERSIAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PAKAN IKAN BAUNG (*Hemibagrus nemurus*)

SKRIPSI

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

Oleh:

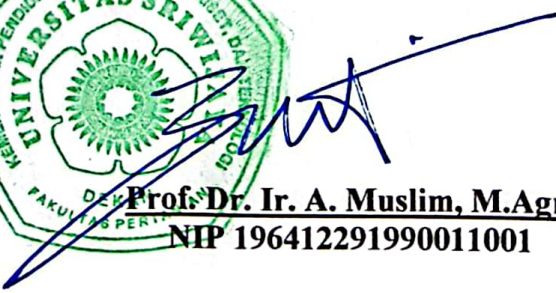
Rahmat Ramadhan
05051281722012

Indralaya, Juli 2024
Pembimbing


Retno Cahya Mukti, S.Pi., M.Si.
NIP 198910272020122008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

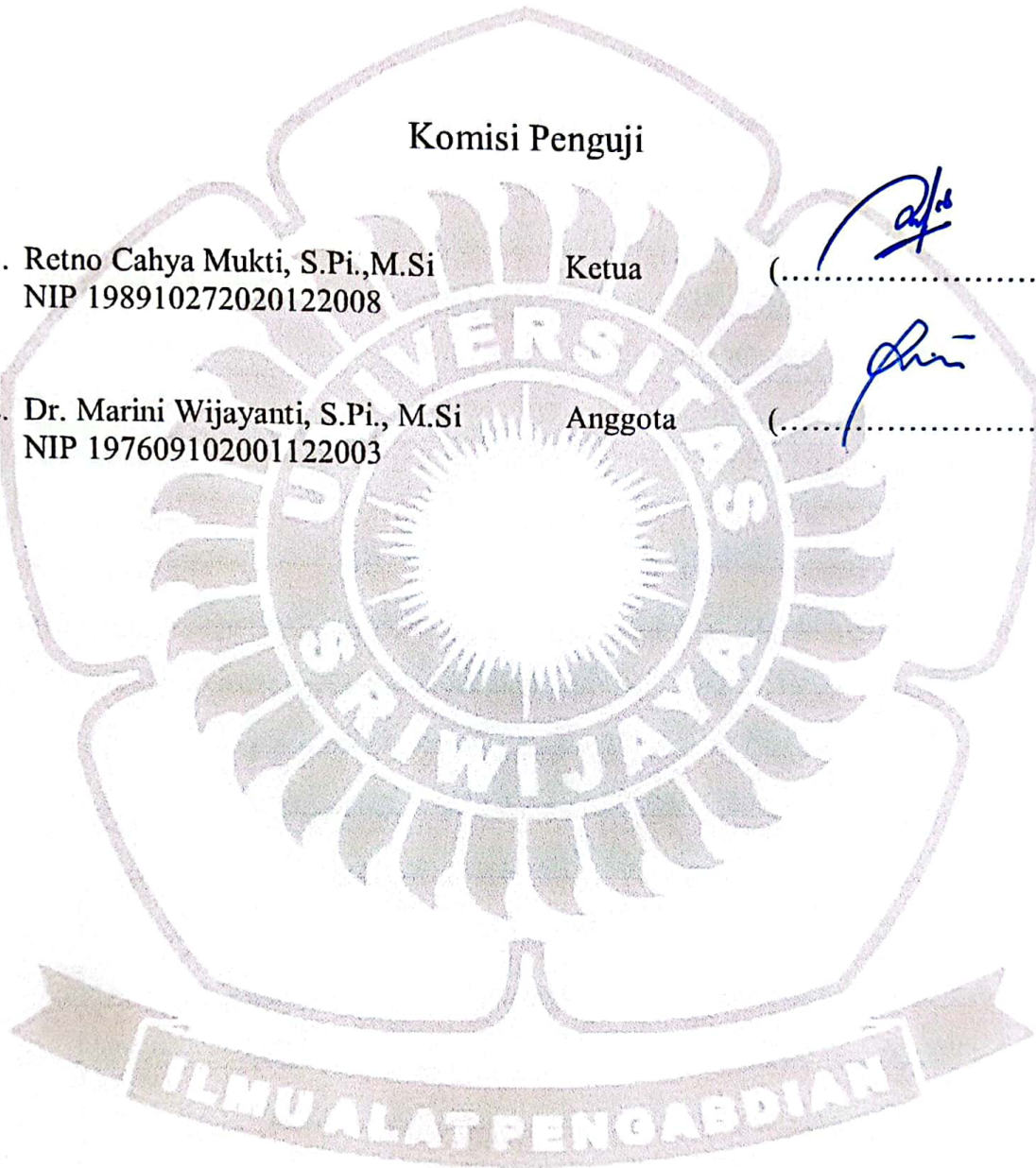



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Penambahan Astaxanthin pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)” oleh Rahmat Ramadhan telah dipertahankan di depan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Juli dan Telah Diperbaiki Sesuai Saran dan Masukan Tim Penguji.

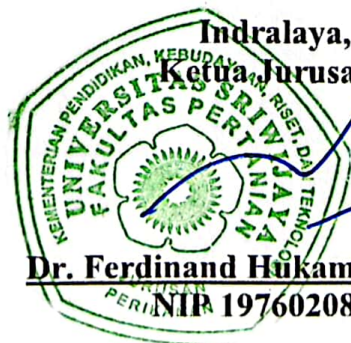
Komisi Penguji

1. Retno Cahya Mukti, S.Pi., M.Si Ketua (.....) 
NIP 198910272020122008
2. Dr. Marini Wijayanti, S.Pi., M.Si Anggota (.....) 
NIP 197609102001122003



Indralaya, Juli 2024
Ketua Jurusan Perikanan

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



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmat Ramadhan

NIM : 05051281722012

Judul : Penambahan Astaxanthin pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervise pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan atau 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 mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2024



(Rahmat Ramadhan)

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 18 Desember 1999 di Desa Sakatiga Seberang, Kabupaten Ogan Ilir. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Orang tua bernama bapak Hasrul Vathi dan ibu Hernita.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2011 di SDN 106 Palembang, sekolah menengah pertama pada tahun 2014 di SMPN 15 Palembang dan sekolah menengah atas tahun 2017 di SMAN 8 Palembang. Sejak Agustus 2017 penulis tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Penulis juga aktif mengikuti beberapa kegiatan keorganisasian. Pada tahun 2017 penulis menjadi peserta terbaik pria latihan dasar organisasi (LDO) dan menjadi bagian dari Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA), penulis juga menjadi peserta terbaik pria latihan dasar organisasi (LDO) dan anggota Badan Otonom Komunitas Riset Mahasiswa (BO Kurma). Pada tahun 2018 penulis menjadi anggota kementerian PPSDM Badan Esekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya. Pada tahun 2019 penulis menjadi HUMAS eksternal Himpunan Mahasiswa Islam (HMI MPO) Fakultas Pertanian cabang Palembang dan juga menjadi bagian tim riset dalam kegiatan Sriwijaya International Village

Penulis telah melaksanakan kegiatan magang di BBPBAT Sukabumi pada Desember 2019-Januari 2020. Dengan judul “Teknik Pembenihan Ikan Gurami Di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi, Jawa Barat”, kemudian penulis juga telah melaksanakan kegiatan praktek lapangan pada tahun 2022 di UPR *Fish Under Crew* Desa Pulau Semambu Kabupaten Ogan Ilir.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat, karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah terlibat dan membantu penulis. Oleh karena itu, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Koordinator Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada ibu Retno Cahya Mukti S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan saran serta motivasi dalam pembuatan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis yang telah memberikan semangat motivasi dan materi selama pembuatan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan. Maka dari itu penulis sangat menerima kritik dan masukan agar skripsi ini dapat lebih baik lagi. Atas saran dan bantuannya penulis ucapkan terima kasih. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Indralaya, Juli 2024

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 Baung.....	4
2.2. Kebutuhan Nutrisi Ikan Baung	5
2.3. Astaxanthin	5
2.4. Kualitas air.....	6
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	7
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	7
3.2. Bahan dan Metode.....	7
3.3. Analisis Data.....	11
BAB 4 HASIL dan PEMBAHASAN	12
4.1. Pertumbuhan, Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan Ikan Baung	12
4.2. Kelangsungan Hidup dan Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Baung	14
BAB 5 Kesimpulan dan Saran.....	17
5.1. Kesimpulan	17
5.2. Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan pada penelitian	7
Tabel 3.2. Alat yang digunakan pada penelitian	7
Tabel 4.1. Data pertumbuhan mutlak, rasio efisiensi protein (REP) dan efisiensi pakan (EP) ikan baung	12
Tabel 4.2. Kelangsungan hidup ikan baung	14
Tabel 4.3. Kualitas air selama pemeliharaan.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pertumbuhan bobot mutlak ikan baung	23
Lampiran 2. Pertumbuhan panjang mutlak ikan baung	25
Lampiran 3. Rasio efisiensi protein pakan ikan baung	27
Lampiran 4. Efisiensi pakan ikan baung	29
Lampiran 5. Kelangsungan hidup ikan baung	31
Lampiran 6. Kualitas air pemeliharaan ikan baung	32
Lampiran 7. Dokumentasi penelitian	33

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) adalah spesies ikan air tawar yang hidup di beberapa sungai di Indonesia khususnya di Sumatera dan Kalimantan serta memiliki nilai ekonomis dan berpotensi untuk dibudidayakan. Pakan merupakan faktor yang memiliki peranan penting dalam menentukan keberhasilan usaha budidaya. Pakan ikan berfungsi sebagai sumber nutrisi utama untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan budidaya (Djonu *et al.*, 2020). Untuk menunjang pertumbuhan ikan, dibutuhkan pakan yang kandungan nutrisinya sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan. Hasil penelitian Suhenda *et al.* (2010) menunjukkan kadar protein 31% baik untuk pembesaran ikan baung.

Kendala yang dihadapi dalam membudidayakan ikan baung adalah tingkat kematian yang tinggi dan pertumbuhannya yang lambat (Heltonika dan Karsih, 2017). Mukromin *et al.* (2022) melaporkan bahwa ikan baung ukuran 5-7 cm yang diberikan probiotik Minaraya® pada pakan dan dipelihara selama 40 hari menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak sebesar 7,86 g dan efisiensi pakan sebesar 68,92%. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menambahkan suplemen pada pakan yang mengandung antioksidan. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai suplemen antioksidan yaitu astaxanthin. Astaxanthin merupakan suatu senyawa dari golongan karotenoid yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen bahan pakan, makanan, dan pengobatan (Phonna *et al.*, 2022).

Astaxanthin termasuk dalam anggota pigmen karotenoid dengan aktivitas antioksidan dan vitamin E yang jauh lebih tinggi daripada karotenoid lainnya. (Jin *et al.*, 2018). Astaxanthin banyak ditemukan pada kulit, cangkang dan kerangka luar hewan air seperti moluska, krustase dan ikan (Oryza, 2010). Akhmedzhanova *et al.* (2022) menyatakan bahwa penambahan astaxanthin pada pakan dapat menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak ikan nila mozambik terbaik sebesar 86,43 g yang dipelihara selama 30 hari.

Astaxanthin sebagai antioksidan mampu menghambat peroksidasi lipid dan melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif pada organisme akuatik (Higuera-ciapara *et al.*, 2006). Hal tersebut diduga dapat menyebabkan proses metabolisme yang semakin baik dengan semakin meningkatnya retensi lemak, termasuk retensi asam lemak tak jenuh yang merupakan asam lemak esensial sehingga dapat digunakan untuk pengganti protein sebagai pemasok energi pada ikan (*protein sparing effect*). Diharapkan dengan penambahan astaxanthin dalam pakan ikan baung sebagai sumber antioksidan eksogen dapat menghasilkan pertumbuhan ikan baung yang optimal.

Penggunaan suplemen astaxanthin pada pakan ikan sudah pernah diteliti sebelumnya. Hasil penelitian Sofian *et al.* (2019) melaporkan bahwa penambahan astaxanthin pada pakan sebanyak 200 mg kg⁻¹ pakan merupakan perlakuan terbaik menghasilkan bobot akhir ikan gabus sebesar 8,24 g, laju pertumbuhan harian 4,14%, dan efisiensi pakan terbaik sebesar 85,31% yang dipelihara selama 30 hari. Sofian *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa penambahan astaxanthin sebanyak 100 mg kg⁻¹ pakan pada pakan ikan gurami yang dipelihara dengan padat tebar tinggi (400 ekor m⁻³) menghasilkan pertumbuhan yang optimal dengan bobot akhir ikan gurami sebesar 36,8 g, laju pertumbuhan hari 4,2%, efisiensi pakan 87,8%, dan retensi protein 45,1% yang dipelihara selama 60 hari. Hasil lain juga didapatkan Caniago (2024) bahwa penambahan astaxanthin dengan dosis 100 mg kg⁻¹ pakan menunjukkan kinerja pertumbuhan yang terbaik terhadap ikan nila yang dipelihara selama 50 hari yaitu menghasilkan bobot akhir ikan nila sebesar 28,75 g, rasio efisiensi protein 2,24, dan laju pertumbuhan harian 0,43 g hari⁻¹. Informasi tentang penambahan astaxanthin pada pakan komersial untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan baung belum pernah diteliti. Oleh sebab itu penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui perlakuan dosis terbaik penambahan astaxanthin untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan baung.

1.2. Rumusan Masalah

Ikan baung sangat berpotensi untuk dibudidayakan karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Budidaya ikan baung sudah mulai banyak dilakukan tetapi masih menemui banyak kendala, salah satunya adalah laju pertumbuhannya

yang cukup lambat. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menambahkan suplemen pada pakan yang mengandung antioksidan.

Astaxanthin termasuk dalam anggota pigmen karotenoid dengan aktifitas antioksidan dan vitamin E yang jauh lebih tinggi daripada karotenoid lainnya (Jin *et al.*, 2022). Antioksidan berperan dalam menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi lipid oleh reaksi radikal bebas (Sofian *et al.*, 2016) Astaxanthin sebagai antioksidan mampu menghambat peroksidasi lipid dan melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif pada organisme akuatik (Higuera-ciapara *et al.*, 2006). Hal tersebut diduga dapat menyebabkan proses metabolisme yang semakin baik dengan semakin meningkatnya retensi lemak, termasuk retensi asam lemak tak jenuh yang merupakan asam lemak esensial sehingga dapat digunakan untuk pengganti protein sebagai pemasok energi pada ikan (*protein sparing effect*). Penambahan astaxanthin sebagai pakan suplemen diharapkan mampu menjadi solusi untuk meningkatkan pertumbuhan ikan baung.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan astaxanthin pada pakan komersial terhadap performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Kegunaan dari penelitian ini ialah untuk memberikan informasi kepada dan pembudidaya tentang manfaat penambahan astaxanthin pada pakan untuk diaplikasikan pada budidaya ikan baung (*Hemibagrus nemurus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., 2012. *Ikan Betok Budidaya dan Peluang Bisnis*. Yogyakarta: Eja Publisher
- Akhmedzhanova, A., Ponomarev, S., Fedorovykh, Y., Levina, O., Starikova, T. and Dutikov, E., 2022. The effectiveness of the use of astaxanthin in production feeds for promising aquaculture objects. *Interagromash*, 3(1), 1-7
- Amalia, R., Amrullah dan Suriati., 2018. Manajemen pemberian pakan pada pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 1(1), 252-257.
- Anti, U.T., Santoso, L. dan Utomo, D.S.C. 2018. Pengaruh suplementasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada pakan terhadap performa pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, (2), 22-31.
- Alawi, H. 1995. *Budidaya Ikan Baung dalam keramba Terapung di Sungai Kampar dengan Padat tebar berbeda*. Pekanbaru : Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Asmawi, S. 1983. *Pemeliharaan Ikan Dalam Karamba*. Jakarta: Gramedia.
- Bhilave, M.P., Bhosale, S.V. and Nadaf, S.B., 2012. Protein efficiency ratio (PER) of *Ctenopharyngodon idella* fed on soyabean formulated feed. *Biological Forum an International Journal*. 4(1):79-81.
- Cahyanti, W., Prakoso, V.A., Subagja, J. dan Kristanto, A.H., 2015. Efek pemuasaan dan pertumbuhan kompensasi pada benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Media Akuakultur*, 10(1), 17-21.
- Cahyono, B., 2000. *Budidaya Ikan Air Tawar*. Yogyakarta: Kanisius.
- Caniago, N., 2024. *Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Antioksidan Astaxanthin pada Pakan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Craig, S. and Helfrich, L., 2017. *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Petersburg: Virginia Cooperative Extension.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R., 1979. Nutrition. In : Hoar, W.S., Randall, D.J. and Brett, J.R., eds. *Fish Physiology*. Volume VIII. New York: Academic Press. 1-58.

- Djonu, A., Andayani, S. dan Nursyam, H., 2020. Pengaruh penambahan daun kelor (*Moringa oleifera*) terfermentasi *Rhizopus oligosporus* terhadap kandungan nutrisi pakan ikan. *Jurnal Aquatik*, 3(2). 73-78.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Furuichi, M. 1988. *Carbohydrates*. Tokyo: Departement of Aquatic Biosciences, University of Fisheries.
- Harahap, T.S., Mulyadi dan Rusliadi. 2015. Pemeliharaan benih ikan baung (*Mystus nemurus* C.V) dengan sistem bioflok pada sistem resirkulasi akuaponik. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautanan*, 2(1), 1-7
- Heltonika, B. dan Karsih, O.R., 2017. Pemeliharaan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan teknologi photoperiod. *Berkala Perikanan terubuk*, 45(1), 125-137.
- Higuera-Ciapara, I., Felix-Valenzuela, L. and Goycoolea F., 2006. Astaxanthin a review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 185-196.
- Jagruthi, C., Yogeshwari, G., Anbazahan, S.M., Mari, L.S.S., Arockiaraj, J., Mariappan, P., Sudhakar G.R.L., Balasundaram, C. and Harikrishnan, R., 2014. Effect of dietary astaxanthin against *Aeromonas hydrophila* infection in common carp, *Cyprinus carpio*. *Fish & Shellfish Immunology*, 41(1), 674-680
- Jin, J., Wang, Y., Yao, M., Gu, X., Li, B., Liu, H., Ding, M., Xiao, W. and Yuan, Y., 2018. Astaxanthin overproduction in yeast by strain engineering and new gene target uncovering. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1), 230.
- Kadam, S.U. and Prabhasankar, P., 2010. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43(8), 1975-1980.
- Kardana, D., Haetami, K. dan Suherman, H., 2012. Efektivitas penambahan tepung maggot dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(4), 177-184.

- Kaur, R. and Shah, T.K.. 2017. Role of feed additives in pigmentation of ornamental fishes. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5(2), 684-686.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015. *Meramu pakan ikan*. Jakarta : Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan.
- Koniyo, Y., 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (Jtech)*,8(1), 52-58.
- Leite, M., De lima, A., Massuyama, M. and Otton, R., 2010. In vivo astaxanthin treatment partially prevents antioxidant alterations in dental pulp from alloxan-induced diabetic rats. *International Endodontic Journal*, 43(11): 959-967.
- Lesmana, D.S., 2001. *Budidaya Ikan Hias Air Tawar Populer*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Lorenz, R.T. 2000. Astaxanthin Nature's super carotenoid. *Bioastin Tehnical Bulletin*. 62,1-19.
- Mahyuddin, K., 2008. *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Mukromin, Rusliadi dan Pamukas, N.A., 2022. Pengaruh penambahan probiotik minaraya dengan dosis berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Sebatin*, 3(2), 23-35.
- National Research Council, 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. Washington DC: The National Academies Press.
- Oryza, O., 2010. *Astaxanthin Natural Antioxidant for Neuroprotection Vision Enhancement and Skin Rejuvenation*. Japan : Chemical Co Ltd.
- Phonna, Z., Febri, S.P. dan Hanisah. 2022. Efektivitas penambahan astaxanthin pada pakan komersial untuk meningkatkan kecerahan warna, pertumbuhan dan sintasan ikan komet (*Carassius auratus*). *Jurnal MAHSEER*. 4(1), 17-26.
- Pratama, D., Mulyadi dan Pamukas, N.A., 2016. Pengaruh pemberian pakan dengan kandungan protein berbeda terhadap kualitas air media pemeliharaan ikan baung (*Mystus nemurus CV*) dalam sistem resirkulasi akuaponik. *Jurnal Online Mahasiswa Universitas Riau*, 3(1), 1-11.

- Rachmawati, D., Pinandoyo dan Purwanti, A.D., 2006. Penambahan halquinol dalam pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan baung (*Mystus nemurus*). *Journal of Fisheries Sciences*, VIII(1), 92-100.
- Rahmawan, H., Subandiyono dan Arini, E., 2014. Pengaruh penambahan ekstrak pepaya dan ekstrak nanas terhadap tingkat pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 75-83.
- Rukmini. 2012. *Teknologi Budidaya Biota Laut*. Bandung: Karya Putra Darwati
- 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.
- 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.
- Suhenda, N., Samsudin, R. dan Nugroho, E., 2010. Pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dalam keramba jarring apung yang diberi pakan buatan dengan kadar protein berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(1), 65-71.
- Suryati, L., Susanti, A.D. dan Amin, M., 2017. Pengaruh lama waktu pemberian pakan yang mengandung buah mahkota dewa terhadap pertumbuhan dan imunitas ikan lele yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(2), 169-181.
- Susanto, E. dan Fahmi, A.S. 2012. Review: Senyawa fungsional dari ikan: Aplikasinya dalam pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(4): 95-102.
- Zonneveld, N., Huisman, E.A. dan Boon, J.H., 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Diterjemahkan oleh Sutjiati, M. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.