

SKRIPSI

**PENAMBAHAN FITASE DENGAN PERSENTASE
BERBEDA PADA BAHAN NABATI PAKAN UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA PERTUMBUHAN
IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

***ADDITION OF PHYTASE WITH DIFFERENT
PERCENTAGES IN FEED PLANT INGREDIENTS TO
INCREASE GROWTH PERFORMANCE OF
CLIMBING PERCH (*Anabas testudineus*)***



**Phagy Fathoni Putri
05051181924064**

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

SUMMARY

PHAGY FATHONI PUTRI. Addition of Phytase with Different Percentages in Feed Plant Ingredients to Increase Growth Performance of Climbing Perch (*Anabas testudineus*) (Supervised by **YULISMAN** and **DADE JUBAEDAH**).

Climbing perch can be cultivated and able to respond of the artificial feed. The use of certain plant ingredients such as soybeans, corn, cassava, and bran as fish feed ingredients has the disadvantage of containing phytic acid. Phytic acid is difficult to digest by fish because of the lack of phytase in the gastrointestinal tract. Therefore, it is necessary to add phytase to hydrolyze the phytic acid. This study aims to determine the best percentage of phytase addition in plant ingredients containing phytic acid (soybean meal, corn meal, cassava flour, and bran) to maximize the growth and feed efficiency of climbing perch. This study was conducted at the Fisheries Basic Laboratory, Aquaculture Study Program, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University on March-May 2023. This study used a completely randomized design with six treatments and three replications. The treatments given was the different percentages of phytase addition in plant ingredients containing phytic acid (soybean meal, corn meal, cassava flour and bran) as feed ingredients for climbing perch, namely: without addition of phytase (P₀), phytase 0.02% (P₁), phytase 0.03% (P₂), phytase 0.04% (P₃), phytase 0.05% (P₄), and phytase 0.06% (P₅). The results of this study showed that phytase 0.04% (P₃) was the best treatment with absolute length and weight growth of 0.56 cm and 1.03 g, respectively, protein efficiency ratio of 0.61, feed efficiency of 19.70%, and survival rate 100%. Water quality during the culture period were temperature 26.3-30.4°C, pH 6.17-7.10, dissolved oxygen 3.61-4.46 mg L⁻¹, and ammonia 0.015-0.091 mg L⁻¹.

Key words: climbing perch, growth, phytase, phytic acid, plant ingredients

RINGKASAN

PHAGY FATHONI PUTRI. Penambahan Fitase dengan Persentase Berbeda pada Bahan Nabati Pakan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) (Dibimbing oleh **YULISMAN** dan **DADE JUBAEDAH**).

Ikan betok sudah dapat dibudidayakan dan mampu merespons pakan buatan. Penggunaan bahan nabati tertentu seperti kedelai, jagung, singkong, dan dedak sebagai penyusun pakan ikan memiliki kelemahan yaitu mengandung asam fitat. Asam fitat tersebut sulit dicerna oleh ikan karena terbatasnya fitase dalam saluran pencernaan. Oleh karena itu, diperlukan penambahan fitase untuk menghidrolisis asam fitat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase terbaik penambahan fitase pada bahan nabati yang mengandung asam fitat (tepung kedelai, tepung jagung, tepung galek, dan dedak) untuk memaksimalkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betok. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Dasar Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya pada Maret-Mei 2023. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah penambahan fitase dengan persentase berbeda pada bahan nabati yang mengandung asam fitat (tepung kedelai, tepung jagung, tepung galek, dan dedak) sebagai bahan pakan untuk ikan betok, yaitu: tanpa penambahan fitase (P_0), fitase 0,02% (P_1), fitase 0,03% (P_2), fitase 0,04% (P_3), fitase 0,05% (P_4), dan fitase 0,06% (P_5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitase 0,04% (P_3) merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan pertumbuhan panjang dan bobot mutlak masing-masing sebesar 0,56 cm dan 1,03 g, rasio efisiensi protein pakan sebesar 0,61, efisiensi pakan sebesar 19,70%, dan kelangsungan hidup 100%. Kualitas air selama pemeliharaan meliputi suhu 26,3-30,4°C, pH 6,17-7,10, oksigen terlarut 3,61-4,46 mg L⁻¹, dan amonia 0,015-0,091 mg L⁻¹.

Kata kunci: asam fitat, bahan nabati, fitase, ikan betok, pertumbuhan

SKRIPSI

PENAMBAHAN FITASE DENGAN PERSENTASE BERBEDA PADA BAHAN NABATI PAKAN UNTUK MENINGKATKAN KINERJA PERTUMBUHAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)

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



**Phagy Fathoni Putri
05051181924064**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**PENAMBAHAN FITASE DENGAN PERSENTASE BERBEDA
PADA BAHAN NABATI PAKAN UNTUK MENINGKATKAN
KINERJA PERTUMBUHAN IKAN BETOK (*Anabas testudineus*)**

SKRIPSI

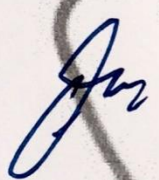
Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

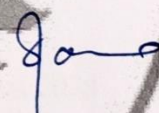
Oleh :

Phagy Fathoni Putri
05051181924064

Indralaya, Agustus 2023
Pembimbing II

Pembimbing I

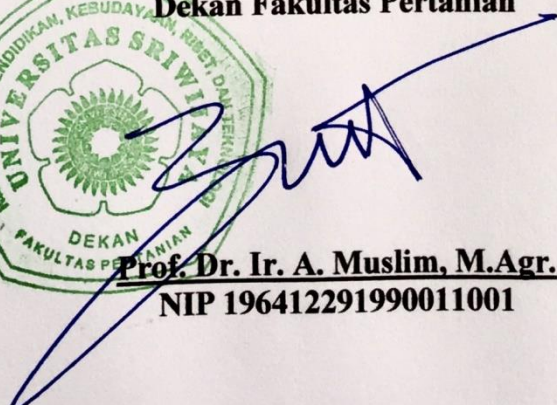

Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013


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

ILMU ALAT PENGABDIAN

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian





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

Skripsi dengan Judul “Penambahan Fitase dengan Persentase Berbeda pada Bahan Nabati Pakan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)” oleh Phagy Fathoni Putri telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 1 Agustus 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

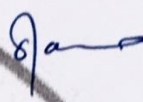
1. Yulisman, S.Pi., M.Si.
NIP 197607032008011013

Ketua

()

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

Sekretaris


()

3. Mochamad Syaifudin, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP 197603032001121001

Anggota

()

Indralaya, Agustus 2023
Ketua Jurusan Perikanan


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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Phagy Fathoni Putri
NIM : 05051181924064
Judul : Penambahan Fitase dengan Persentase Berbeda pada Bahan Nabati Pakan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan 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 dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

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



Indralaya, Agustus 2023



[Phagy Fathoni Putri]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 18 Mei 2001 di Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Almarhum Bapak Asri Antoni dan Ibu Fatmawati.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar pada tahun 2013 di SDN 02 Kota Bengkulu. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan pada tahun 2013 di SMPN 02 Kota Bengkulu. Kemudian menempuh pendidikan di SMAN 05 Kota Bengkulu pada tahun 2016. Sejak Agustus 2019, penulis tercatat sebagai mahasiswa sarjana (S-1) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Selama masa kuliah, penulis menjadi bagian dari Himpunan Mahasiswa Akuakultur (HIMAKUA), dan pada tahun 2021 penulis dipercaya sebagai Kepala Dinas Hubungan Masyarakat. Penulis juga dipercaya menjadi Koordinator Umum program beasiswa Digrdaya Akuakultur pada tahun 2020-2021. Penulis juga aktif di organisasi eksternal jurusan, yakni di Ikatan Mahasiswa Bumi Rafflesia (IKMABIRA) sebagai Sekretaris Departemen PPSDM periode 2021/2022. Penulis juga pernah menerima bantuan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Sriwijaya pada tahun 2021. Penulis telah melaksanakan kegiatan magang dengan judul “Pembesaran Udang Galah GI Macro II (*Genetic Improvement Macrobrachium rosenbergii II*) di Balai Riset Pemuliaan Ikan Sukamandi, Subang, Jawa Barat”. Penulis juga telah melaksanakan praktek lapangan pada tahun 2022 di UPR Mitra Mina Sejahtera, Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir. Penulis dipercaya sebagai asisten dosen untuk praktikum mata kuliah Ikhtiologi, Biologi Perikanan, Statistika, Perancangan Percobaan, Budidaya Ikan Hias dan Akuaskap, Dasar Keselamatan Kerja Perikanan, dan Manajemen Pemberian Pakan Ikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Penambahan Fitase dengan Persentase Berbeda pada Bahan Nabati Pakan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*)”. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Koordinator Program Studi Budidaya Perairan.
2. Bapak Yulisman, S.Pi., M.Si. dan Ibu Dr. Dade Jubaedah, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Ibu beserta keluarga besar yang telah memberikan doa dan semangat berupa motivasi maupun materi selama pembuatan skripsi ini. Untuk almarhum ayah, terima kasih telah menghaturkan doa semasa hidup ayah kepada penulis.
4. Teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2019 yang telah menemani, membantu dan menyemangati penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis tidak luput dari kesalahan dan kekhilafan. Maka dari itu, penulis mengharapkan saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Indralaya, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
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 (<i>Anabas testudineus</i>)	4
2.2. Pakan Ikan Betok	4
2.3. Kandungan Fitat pada Bahan Baku Pakan	5
2.4. Asam Fitat dan Fitase	6
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	8
3.1. Tempat dan Waktu	8
3.2. Bahan dan Metode	8
3.3. Analisis Data	14
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Kandungan Fosfor Terlarut	15
4.2. Pertumbuhan, Rasio Efisiensi Protein, dan Efisiensi Pakan Ikan Betok	16
4.3. Kelangsungan Hidup, dan Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Betok	19
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1. Kesimpulan	21
5.2. Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Grafik kandungan fosfor terlarut dalam bahan nabati	15

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan yang digunakan	8
Tabel 3.2. Alat yang digunakan	9
Tabel 3.3. Formulasi pakan yang digunakan	10
Tabel 4.1. Rerata pertumbuhan panjang dan bobot mutlak, rasio efisiensi protein (REP), dan efisiensi pakan (EP) ikan betok selama pemeliharaan	17
Tabel 4.2. Rerata kelangsungan hidup ikan betok	19
Tabel 4.3. Kualitas air pemeliharaan ikan betok	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi penelitian	28
Lampiran 2. Pertumbuhan panjang mutlak ikan betok	31
Lampiran 3. Pertumbuhan bobot mutlak ikan betok	33
Lampiran 4. Rasio efisiensi protein pakan ikan betok	35
Lampiran 5. Efisiensi pakan ikan betok	37
Lampiran 6. Kelangsungan hidup ikan betok	39
Lampiran 7. Data kualitas air pemeliharaan ikan betok	40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengembangan budidaya ikan betok terus dilakukan, terutama untuk mengurangi ketergantungan dari penangkapan ikan betok di alam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan betok sudah mampu merespons pakan buatan yang diberikan, meskipun efisiensi pakannya masih tergolong rendah. Hal ini terbukti dari beberapa hasil penelitian, yaitu efisiensi pakan ikan betok sebesar 40,22% yang diberi pakan dengan penambahan ekstrak batang nanas (Masniar *et al.*, 2016); 15,07% yang diberi pakan dengan penambahan vitamin C (Fitriani dan Akmal, 2020); dan 16,68% yang diberi pakan dengan penambahan minyak kelapa (Ramadhani, 2022). Umumnya efisiensi pakan yang baik adalah lebih dari 50% (Craig dan Helfrich, 2017).

Pakan yang lengkap umumnya terdiri atas protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yang maksimal (Sunarno *et al.*, 2017), dengan jumlah yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap ikan. Menurut Craig dan Helfrich (2017), umumnya kebutuhan protein untuk ikan berkisar 18-50%, karbohidrat 15-20%, dan lipid 10-25%. Namun menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2015), ikan membutuhkan protein berkisar 20-60%, karbohidrat 20-30%, lemak 4-18%, serta vitamin dan mineral 2-5%. Hasil penelitian Wijaya *et al.* (2015), kadar protein yang optimal untuk ikan betok adalah 32%.

Bahan penyusun pakan terdiri atas hewani dan nabati. Beberapa bahan nabati yang dapat digunakan sebagai bahan penyusun pakan ikan adalah tepung kedelai, tepung jagung, tepung gaplek, dan dedak. Menurut Matsumoto *et al.* (2001), kendala utama dalam penggunaan sumber protein nabati adalah kandungan asam fitat yang tinggi. Kandungan asam fitat pada kedelai sebesar 3,88 g kg⁻¹ (0,388%), jagung 1,88 g kg⁻¹ (0,188%) (Cao *et al.*, 2007), dedak padi 6,63% (Hidayat *et al.*, 2014), dan singkong 0,225% (Oyetayo, 2006).

Asam fitat (*myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakisphosphate*) merupakan senyawa penyimpan fosfor (P) utama dalam benih tanaman dan dapat mencapai hingga

80% dari total fosfor. Asam fitat mampu membentuk ikatan dengan mineral seperti kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), seng (Zn), besi (Fe), dan tembaga (Cu) (Baruah *et al.*, 2004). Selain mineral, asam fitat juga berikatan dengan protein, asam amino, pati, dan lipid yang dapat mengurangi pencernaan nutrisi (Kumar *et al.*, 2011). Pemanfaatan fitat oleh sebagian besar ikan bersirip dan hewan monogastrik sangat rendah karena terbatasnya enzim fitase di saluran pencernaan (Lall, 2002). Penambahan fitase pada bahan nabati merupakan upaya untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi yang terikat pada asam fitat sehingga dapat dimanfaatkan oleh ikan lebih efisien. Menurut Pratama *et al.* (2015), enzim fitase menghidrolisis molekul asam fitat menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga penyerapan nutrisi dapat lebih maksimal.

Beberapa penelitian tentang penambahan fitase pada pakan buatan untuk ikan sudah pernah dilakukan. Penambahan enzim fitase terbaik untuk ikan baung sebesar 60 mg 100 g⁻¹ (0,06%) bahan nabati (Yulisman *et al.*, 2008), ikan tambakan sebesar 40 mg 100 g⁻¹ (0,04%) bahan nabati (Khotimah, 2020), ikan lele dumbo sebesar 30 mg 100 g⁻¹ (0,03%) bahan nabati (Wahyuni, 2021), dan ikan gabus sebesar 70 mg 100 g⁻¹ (0,07%) bahan nabati (Fahlevi, 2022).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian tersebut, persentase terbaik penambahan fitase pada bahan pakan berkisar 0,03%-0,07%. Sejauh penelusuran peneliti, belum ditemukan penelitian tentang penambahan fitase pada bahan pakan untuk ikan betok. Amin *et al.* (2011) menyatakan efektivitas enzim fitase terhadap pencernaan nutrisi dan kinerja pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, satu diantaranya adalah spesies ikan. Penambahan fitase pada pakan ikan harus disesuaikan berdasarkan jenis ikan, formulasi pakan dan kandungan fitat (Kumar *et al.*, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai penambahan fitase pada bahan nabati pakan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan, serta persentase yang terbaik untuk ikan betok.

1.2. Rumusan Masalah

Beberapa bahan nabati yang digunakan sebagai penyusun pakan ikan adalah tepung kedelai, tepung jagung, tepung gaplek, dan dedak. Bahan-bahan nabati

tersebut mengandung senyawa anti nutrisi berupa asam fitat. Menurut Matsumoto *et al.* (2001), asam fitat merupakan sumber fosfor (P) yang tidak dapat dimanfaatkan oleh hewan monogastrik, termasuk ikan karena hewan tersebut memiliki enzim fitase dalam jumlah yang terbatas. Asam fitat juga mampu mengikat protein dan asam amino (Kumar *et al.*, 2011). Fosfor dan protein yang tidak dapat dimanfaatkan oleh ikan yang berasal dari fitat tersebut menyebabkan ketersediaannya terbatas untuk mendukung pertumbuhan, bahkan terbuang menjadi feses. Upaya yang dapat dilakukan untuk menghidrolisis asam fitat yang terdapat pada bahan nabati adalah dengan penambahan fitase (enzim yang dapat menghidrolisis asam fitat). Diduga persentase penambahan fitase yang optimal pada bahan nabati yang mengandung asam fitat mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi sehingga dapat memaksimalkan pertumbuhan ikan.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase terbaik penambahan fitase pada bahan nabati yang mengandung asam fitat (tepung kedelai, tepung jagung, tepung galek, dan dedak) untuk memaksimalkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan betok. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi pembudidaya ikan betok dan dapat diterapkan untuk meningkatkan produksi ikan betok yang dipelihara dengan pakan yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J., 2021. *Pakan Ikan Berbasis Bahan Baku Gulma Itik untuk Pembesaran Ikan Papuyu*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Amalia, R., Subandiyono dan Arini, E., 2013. Pengaruh penggunaan papain terhadap tingkat pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(1), 136-143.
- Amin, M., Jusadi, D. dan Mokoginta, I., 2011. Penggunaan enzim fitase untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dari sumber bahan nabati pakan dan pertumbuhan ikan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(2), 52-60.
- Arzad, M., Ratna dan Fahrizal, A., 2019. Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam sistem akuaponik. *Median*, 11(2), 39-47.
- Asmoro, N.W., 2021. Karakteristik dan sifat tepung singkong termodifikasi (mocaf) dan manfaatnya pada produk pangan. *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(1), 34-43.
- Astawan, M. dan Febrinda, A.E., 2010. Potensi dedak dan bekatul beras sebagai ingredient pangan dan produk pangan fungsional. *Jurnal Pangan*, 19(1), 14-21.
- Badan Standardisasi Nasional, 2016. *SNI 8297.2:2016. Ikan papuyu (Anabas testudineus, Bloch 1792) – Bagian 2: produksi benih*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Baruah, K., Sahu, N.P., Pal, A.K. and Debnath, D., 2004. Dietary phytase: an ideal approach for a cost effective and low-polluting aqua feed. *NAGA World Fish Center Quarterly*, 27, (3 & 4), 15-19.
- Cao, L., Wang, W., Yang, C., Yang, T., Diana, J., Yakupitiyage, A., Luo, Z. and Li, D., 2007. Application of microbial phytase in fish feed. *Enzyme and Microbial Technology*, 40, 497-507.
- Carpenter, J.W. and Marion, C., 2017. *Exotic Animal Formulary*. 5th Edition. St. Louis: Elsevier Health Sciences.
- Craig, S. and Helfrich, L., 2017. *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding* [online]. Petersburg: Virginia Cooperative Extension. Available at: <https://ext.vt.edu/search-results.html?q=Understanding+Fish+Nutrition%2C+Feeds%2C+and+Feeding> [Accessed 18 January 2023].
- Damira, Firdha, N., Farma, S.A., Atifah, Y. dan Batungale, S., 2021. Aktivitas enzim amilase pada saliva dan enzim protease pada sekret pankreas *Rana esculenta*. In: Putri, D.H., Atifah, Y., Violita, Satria, J. dan Nugraha, F.A.D., eds. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, Padang, 26 Juni 2021. Padang: Universitas Negeri Padang. 111-121.

- Effendie, M.I., 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Fahlevie, R.J., 2022. *Pengaruh Penambahan Enzim Fitase dengan Dosis Berbeda pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Kelangsungan Hidup Ikan Gabus (Channa striata)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Febriani, M., 2006. Substitusi protein hewani dengan tepung kedelai dan khamir laut untuk pakan patin (*Pangasius* sp.) dan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 8(2), 169-176.
- Fitriani, R. dan Akmal, Y., 2020. Penambahan Vitamin C pada pakan pelet untuk pertumbuhan benih ikan betok (*Anabas testudineus*). *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 136-142.
- Gatlin, D.M., 2002. Nutrition and Fish Health. In: Halver, J.E. and Hardy, R.W., eds. *Fish Nutrition*. Third Edition. California: Academic Press, 671-702.
- Handajani, H., 2011. Optimalisasi substitusi tepung *azolla* terfermentasi pada pakan ikan untuk meningkatkan produktivitas ikan nila GIFT. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 177-181.
- 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. California: Academic Press, 505-600.
- Helmizuryani, H., 2013. Pertumbuhan dan sintasan benih ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara pada kedalaman berbeda. *Fiseries*, 3(1), 36-39.
- Helmizuryani, Puspitasari, M. dan Khotimah, K., 2018. Efektifitas pertumbuhan benih betok (*Anabas testudineus*) menggunakan vitamin C dan D sebagai suplemen pakan. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 7(2), 164-173.
- Hidayat, C., Sumiati dan Iskandar, S., 2014. Respon pertumbuhan ayam lokal sentul G-3 terhadap ransum berkadar dedak tinggi yang diberi suplementasi enzim fitase dan ZnO. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 19, 193-202.
- Hidayat, D., Sasanti, A.D. dan Yulisman, 2013. Kelangsungan hidup, pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi pakan berbahan baku tepung keong mas (*Pomacea* sp.). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 161-172.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014. *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 40/KEPMEN-KP/2014 Tentang Pelepasan Ikan Papuyu*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015. *Meramu Pakan Ikan*. Jakarta: Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan.
- Kementerian Kesehatan, 2018. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Khotimah, R.A.N., 2020. *Pengaruh Penambahan Enzim Fitase dengan Dosis Berbeda pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi*

- Pemanfaatan Pakan Ikan Tambakan (Helostoma temminckii)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Kumar, V., Sinha, A.K., Makkar, H.P.S., Boeck, G.D. and Becker, K., 2011. Phytate and phytase in fish nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 335-364.
- Lall, S.P., 2002. The Minerals. In: Halver, J.E. and Hardy R.W., eds. *Fish Nutrition*. Third Edition. California: Academic Press Limited, 259-308.
- Lombu, W.K., Wisaniyasa, N.W. dan Wiadnyani, A.A.I.S., 2018. Perbedaan karakteristik kimia dan daya cerna pati tepung jagung dan tepung kecambah jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal ITEPA*, 7(1), 43-51.
- Lovell, T., 1989. *Nutrition and Feeding of Fish*. New York: Springer Science and Business Media New York.
- Manik, R.R.D.S. dan Arleston, J., 2021. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Marzuqi, M., Astuti, N.W.W. dan Suwirya, K., 2012. Pengaruh kadar protein dan rasio pemberian pakan terhadap pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 55-65.
- 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.
- Matsumoto, T., Tamura, B. and Shimeno, S., 2001. Effects of phytase on bioavailability of phosphorus in soybean meal-based diet for Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries Science*, 67(6), 1075-1080.
- Mulia, D.S., Wulandari, F. dan Maryanto, H., 2017. Uji fisik pakan ikan yang menggunakan binder tepung gaplek. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, 1(1), 37-44.
- Musdalifah, Syam, H. dan Fadilah, R., 2019. Pembuatan pakan ikan berbahan baku tepung kepala udang dan daun tarum (*Indigofera* sp.) untuk peningkatan nilai nutrisi pakan ikan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(2), 82-90.
- Muslim, 2019. *Teknologi Pembenihan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Bandung: Panca Terra Firma.
- National Research Council, 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. Washington DC: The National Academies Press.
- National Research Council, 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. Washington D.C: National Academic of Science.
- National Research Council, 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. Washington D.C: National Academic of Science.

- Niode, A.R., Nasriani dan Irdja, A.M., 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pakan buatan yang berbeda. *Akademika*, 6(2), 99-112.
- Oyetayo, V.O., 2006. Nutrient and antinutrient contents of cassava steeped in different types of water for pupuru production. *Research Journal of Microbiology*, 1(5), 423-427.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2021. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pratama, A.P., Rachmawati, D. dan Samidjan, I., 2015. Pengaruh penambahan enzim fitase pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan nila merah salin (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 150-158.
- Rachmawati, D. dan Hutabarat, J., 2006. Efek ronozyme P dalam pakan buatan terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 11(4), 193-200.
- Rachmawati, D. dan Samidjan, I., 2013. Efektivitas substitusi tepung ikan dengan tepung maggot dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1) 62-7.
- Rachmawati, D. dan Samidjan, I., 2014. Penambahan fitase dalam pakan buatan sebagai upaya peningkatan pencernaan, laju pertumbuhan spesifik dan kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1), 48-55.
- Radona, D., Khotimah, F.H., Kusmini, I.I. dan Prihadi, T.H., 2016. Efek pemuasaan periodik dan respons pertumbuhan ikan nila BEST (*Oreochromis niloticus*) hasil seleksi. *Media Akuakultur*, 11(2), 59-65.
- Rahmi, A., Hemizuryani dan Muslim, 2012. Pemeliharaan ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan pemberian pakan yang berbeda. *Fiseries*, 1(1), 15-19.
- Rama, B.S., 2023. *Penggunaan Tepung Kepala Udang Sebagai Substitusi Tepung Ikan pada Pakan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Ramadhani, P. 2022. *Penambahan Minyak Kelapa Sebagai Sumber Lemak dalam Pakan untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Betok (Anabas testudineus)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Rodwell, V.W. and Kennelly, P.J., 2003. Enzymes: Kinetics. In: Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A. and Rodwell, V.W. *Harper's Illustrated Biochemistry*. Twenty Sixth Edition. United States of America: Lange Medical Books, 60-71.

- Sari, M.L. dan Ginting, F.G.N., 2012. Pengaruh penambahan enzim fitase pada ransum terhadap berat relatif organ pencernaan ayam broiler. *Jurnal Agripet*, 12(2), 37-41.
- Setiarto, R.H.B. dan Widhyastuti, N., 2016. Penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum melalui fermentasi *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Berita Biologi Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 15(2), 149-157.
- Siburian, S.T.J., Putra, W.K.A. dan Miranti, M., 2019. Efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan bawal bintang (*Trachinotus blochii*) dengan penambahan enzim fitase. *Intek Akuakultur*, 3(2), 1-10.
- Suhenda, N., Setijaningsih, L. dan Suryanti, Y., 2005. Pertumbuhan benih ikan patin jambal (*Pangasius djambal*) yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda. *Berita Biologi*, 7(4), 191-197.
- Sunarno, M.T.D., Kusmini, I.I. dan Prakoso, V.A., 2017. Pemanfaatan bahan baku lokal di Klungkung, Bali untuk pakan ikan nila BEST (*Oreochromis niloticus*). *Media Akuakultur*, 12(2), 105-112.
- Suprayudi, M.A., Harianto, D. dan Jusadi, D., 2012. Kecernaan pakan dan pertumbuhan udang putih *Litopenaeus vannamei* diberi pakan mengandung enzim fitase berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2), 103-108.
- Susanti, R. dan Fibriana, F., 2017. *Teknologi Enzim*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- 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.
- Wahyudianti, D., 2017. *Biokimia*. Mataram: Leppim Mataram.
- Wahyuni, O.T., 2021. *Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) yang diberi Enzim Fitase pada Pakan Berbahan Nabati Mengandung Asam Fitat*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Wijaya, M.P., Helmizuryani dan Bobby, M., 2015. Pengaruh kadar protein pakan pelet yang berbeda untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan betok (*Anabas testudineus*). *Fiseries*, 4(1), 22-26.
- Yanti, Z., Muchlisin, Z.A. dan Sugito, 2013. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada beberapa konsentrasi tepung daun jaloh (*Salix tetrasperma*) dalam pakan. *Depik*, 2(1), 16-19.
- Yanto, H. dan Hasan, H., 2014. Domestikasi ikan semah terhadap pakan buatan dengan jenis sumber protein yang berbeda. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 3(1) 1-8.
- Yanuartono, Nururrozi, A. dan Indarjulianto, S., 2016. Fitat dan fitase: dampak pada hewan ternak. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(3), 59-78.
- Yolanda, S., Santoso, L. dan Harpeni, E., 2013. Pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung ikan rucah terhadap pertumbuhan ikan nila gesit

(Oreochromis niloticus). *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Budidaya Perairan*, 1(2) 95-100.

Yulisman, Jusadi, D. and Mokoginta, I., 2008. Effect of phytase supplementation in soybean meal based diet on nutrient digestibility and growth performance of green catfish (*Hemibagrus nemurus*). *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 15(2), 110-118.