

# Pemanfaatan Tepung Daun Indigofera (*Indigofera zollingeriana*) yang Difermentasi Menggunakan EM-4 (*Effective Microorganism-4*) dalam Pakan untuk Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

*The Utilization of Fermented Indigofera zollingeriana Leaf Flour in Diet for Growth Common Carp (Cyprinus carpio)*

**Irma Megawati Tampubolon<sup>1\*</sup>, Adelina Adelina<sup>1</sup>, Indra Suharman<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,  
Universitas Riau, Pekanbaru 28293 Indonesia  
email: [irmamegawati11@gmail.com](mailto:irmamegawati11@gmail.com)

(Diterima/Received: 20 April 2025; Disetujui/Accepted: 15 Mei 2025)

## ABSTRAK

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan ikan air tawar yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku alternatif dalam pembuatan pakan ikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah optimal tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan EM4 (*Effective Microorganism-4*) sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan, untuk meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan mas. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor dengan 5 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah pakan tanpa tepung daun indigofera fermentasi (P0), pakan mengandung tepung daun indigofera fermentasi 30% (P1), 40% (P2), 50% (P3) dan 60% (P4). Pakan uji diberikan ke ikan uji sebanyak 10% dengan frekuensi 3 kali sehari pada pukul 08.00, 13.00 dan 17.00 WIB, pakan diberikan ke ikan uji selama 56 hari. Ikan yang digunakan adalah benih ikan mas ukuran 4-6 cm dan bobot  $2,23 \pm 0,72$  g. Benih ikan mas dimasukkan ke dalam 15 unit keramba berukuran  $1 \times 1 \times 1$  m<sup>3</sup> dengan padat tebar 25 ekor/keramba untuk mengukur pertumbuhan ikan dan 10 unit akuarium dengan padat tebar 15 ekor/akuarium untuk mengukur pencernaan protein dan pakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh ( $P < 0.05$ ) penggunaan tepung daun indigofera fermentasi dalam pakan terhadap efisiensi pakan, retensi protein dan laju pertumbuhan spesifik benih ikan mas. Berdasarkan hasil penelitian penggunaan 60% tepung daun indigofera yang difermentasi dalam pakan menghasilkan pencernaan pakan sebesar 63,24%, pencernaan protein 79,23%, efisiensi pakan 27,25%, retensi protein 18,07%, laju pertumbuhan spesifik 2,57% dan tingkat kelulushidupan ikan sebesar 100%.

**Kata Kunci:** Ikan Mas, Indigofera, Fermentasi, Pakan, EM-4

## ABSTRACT

Common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings are fish that have high economic value and has the potential to be used as an alternative raw material in making fish feed. The purpose of this study is to determine the optimal amount of indigofera leaf meal that is fermented using EM4 (*Effective Microorganism-4*) as a substitute for fishmeal in feed, to increase feed efficiency and the growth of Common carp fingerlings. This research used the Complete Random Design (CRD) experimental method consisting of one factor with 5 levels of treatment and 3 replications. The treatments given were feed without fermented indigofera leaf meal (P0), feed with fermented indigofera leaf meal (P1) 30%, (P2) 40%, (P3) 50% and (P4) 60%. The test feed was given 3 times a day at 08.00 AM, 13.00 PM, 15.00 PM, 10% of the total body weight of the fish for 56 days. The test fish were striped Common carp fingerlings with an average weight  $2,23 \pm 0,72$  g. Fish were kept in 15 cage units ( $1 \times 1 \times 1$  m<sup>3</sup>) with a stocking density of 25 fish per cage to measure fish growth and 10 aquarium units with a stocking density of 10 fish per aquarium to measure feed digestibility and protein digestibility. The

results of the study showed that the use of TDIF in feed had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on feed efficiency, protein retention and fish growth rate. Based on the research results, it can be concluded that the use of 60% TDIF in feed is the best feed which produces feed digestibility of 63.24%, protein digestibility of 79.23%, feed efficiency of 27.25%, protein retention of 18.07%, specific growth rate of 2.57% and fish survival of 100%.

**Keywords:** *Cyprinus carpio*, Indigofera, Fermentation, Feed, EM-4

## 1. Pendahuluan

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) adalah salah satu jenis ikan air tawar ekonomis tinggi di Indonesia yang banyak dibudidayakan. Ikan mas tergolong jenis ikan omnivora, yakni ikan yang dapat mengkonsumsi berbagai jenis makanan baik hewani maupun nabati. Kandungan gizi pakan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan mas yaitu protein 25-30%, lemak 5-15%, karbohidrat 30-50%, kadar abu 13%, kadar air 12%, kadar serat kasar 6-8%, vitamin dan mineral (Sulasi *et al.*, 2018).

Pakan merupakan faktor penentu untuk pertumbuhan ikan dan paling banyak biaya untuk penyediaannya yaitu sebesar 60-70% (Putri *et al.*, 2012). Tingginya harga pakan merupakan hambatan dalam proses budidaya. Oleh karena itu dibutuhkan bahan yang dapat menekan biaya produksi pakan tetapi memiliki kandungan nutrisi yang baik dan memenuhi kebutuhan ikan untuk mempercepat pertumbuhan. Penggunaan bahan baku lokal merupakan usaha alternatif untuk menekan harga pembuatan pakan kemudian ketersediaannya melimpah dan memiliki nilai nutrisi yang berkualitas baik. Salah satu bahan baku lokal yang berpotensi digunakan sebagai pakan ikan adalah daun indigofera.

Daun indigofera memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik dan harganya relatif murah (Basir & Nursyahrani, 2018). Kandungan protein indigofera 29,06% (Pangentasari *et al.*, 2018). Selanjutnya Akbarillah *et al.* (2008) menjelaskan bahwa indigofera mengandung protein sebesar 27,89%, serat kasar 14,96% dan lemak kasar 3,70%. Tanaman indigofera juga mengandung asam amino yang cukup lengkap seperti histidin, treonin, arginin, tirosin, metionin, valin, fenilalanin, isoleusin, leusin dan lisin serta mineral Ca, P, dan Mg. Tingginya kandungan protein dan nutrisi pada tanaman indigofera ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif pakan ikan.

Beberapa penelitian yang menggunakan daun indigofera sebagai bahan pakan ikan

sudah dilakukan sebelumnya. Penggunaan tepung daun indigofera sebanyak 10% sebagai bahan pakan memberikan pertumbuhan terbaik pada ikan nila (Tampubolon, 2017).

Selanjutnya penggunaan tepung daun indigofera sebanyak 50% sebagai bahan pakan ikan gurami yang dipelihara selama 40 hari menghasilkan pertumbuhan harian, efisiensi pakan dan retensi lemak tertinggi (Mulyono *et al.*, 2015). Kemudian penggunaan tepung daun indigofera sebanyak 10% dalam pakan menghasilkan pertumbuhan bobot tertinggi pada ikan patin *Pangasius sp.* (Mukti *et al.*, 2019). Pangentasari *et al.* (2018) menyatakan penggunaan tepung daun indigofera yang difermentasi sebesar 20% dalam pakan menghasilkan pertumbuhan terbaik pada ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii*). Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat diketahui bahwa daun indigofera sudah cukup baik untuk dapat dijadikan bahan baku pakan ikan.

Tepung daun indigofera fermentasi mengandung protein cukup baik akan tetapi masih memiliki kandungan serat kasar cukup tinggi yang dapat mengakibatkan rendahnya daya cerna serta penyerapan pakan pada sistem pencernaan ikan, untuk itu perlu dilakukan fermentasi untuk menurunkan kadar serat kasar bahan tersebut. Salah satu fermentor yang mudah didapatkan dan digunakan untuk fermentasi yaitu EM-4 (*Effective Microorganism-4*).

EM-4 merupakan campuran mikroorganisme yang mengandung *Lactobacillus*, jamur fotosintetik, bakteri fotosintetik, *Actinomyces*, serta ragi (Kukuh, 2010). EM-4 menghasilkan enzim selulase dan protease yang dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan mengurangi serat kasar bahan (Has *et al.*, 2017). Hasil penelitian Alam *et al.* (2017) yang menggunakan daun mengkudu (*Manihot utilissima*) difermentasi EM-4 dapat meningkatkan protein dari 21,26% menjadi 23,00% dan mengurangi serat kasar dari 25,31% menjadi 17,19%. Begitu juga pada bungkil inti sawit yang difermentasi dengan

EM-4 dapat meningkatkan protein dari 30,25% menjadi 33,43% (Damanik *et al.*, 2023). Upaya untuk mengurangi kadar serat kasar tepung daun indigofera maka dilakukan penelitian dengan melakukan fermentasi menggunakan EM-4 (*Effective Microorganism-4*) pada tepung indigofera dicampur dalam pakan untuk dijadikan bahan pakan ikan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April s/d Juni 2024 yang bertempat di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Kelautan (FPK), Universitas Riau (UNRI) dan Waduk FPK UNRI.

### 2.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor dengan 5 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan mengacu pada Mulyono *et al.* (2015). Adapun perlakuan dalam penelitian ini adalah:

- P0 = Pakan tanpa fermentasi tepung daun indigofera (kontrol)
- P1 = Pakan menggunakan 30% tepung daun indigofera yang difermentasi
- P2 = Pakan menggunakan 40% tepung daun indigofera yang difermentasi
- P3 = Pakan menggunakan 50% tepung daun indigofera yang difermentasi
- P4 = Pakan menggunakan 60% tepung daun indigofera yang difermentasi

### 2.3. Prosedur

#### Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan ikan yang digunakan berupa keramba. Sebelum digunakan terlebih dahulu dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada jaring keramba. Kemudian keramba dipasang menggunakan kayu sebagai kerangka dan pijakan yang digunakan untuk memberi makan dan *monitoring* pertumbuhan ikan uji. Keramba diberi pemberat berupa batu yang diletakkan disudut-sudut bawah keramba. Keramba diletakkan pada waduk FPK. Wadah yang digunakan untuk pengukuran pencernaan pakan adalah akuarium. Sebelum digunakan akuarium dicuci menggunakan air bersih. Setelah itu diberi larutan PK (Permanganat Kalium) selama 1-2 hari, kemudian akuarium

dibersihkan kembali lalu diisi air sebanyak 30 L dan diberi aerasi.

#### Penyediaan dan Fermentasi Tepung Daun Indigofera

Daun indigofera yang digunakan diambil dari pabrik pakan Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Sungai Gelam, Jambi. Daun indigofera yang didapatkan sudah dalam bentuk tepung. Proses fermentasi diawali dengan menimbang bahan sebanyak 20 g, kemudian ditambahkan air sebanyak 20 mL dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya tepung daun indigofera dipanaskan pada suhu 90-100°C selama 30 menit bertujuan untuk mematikan mikroba patogen yang dapat mengganggu proses fermentasi (Nikhilani *et al.*, 2022).

Setelah itu tepung daun indigofera didinginkan. Selanjutnya disiapkan EM-4 sebanyak 8 mL. Kemudian EM-4 dicampurkan dengan tepung daun indigofera sebanyak 40%, lalu diaduk hingga merata. Kemudian tepung daun indigofera yang sudah dicampur EM-4 dimasukkan ke dalam kantong plastik (3 lapis), disimpan di dalam wadah toples dan ditutup rapat untuk mencegah masuknya udara atau untuk mempertahankan kondisi anaerob. Proses fermentasi berlangsung selama 5 hari atau 120 jam. Fermentasi tepung daun indigofera yang berhasil ditandai dengan warna lebih gelap dan beraroma asam seperti bau alkohol (Alwi *et al.*, 2022). Setelah itu tepung daun indigofera dikeringkan di bawah sinar matahari, selanjutnya dihaluskan menjadi tepung.

#### Pembuatan Pakan Berupa Pelet

Pembuatan pakan uji diawali dengan menyusun formulasi atau komposisi bahan pakan dengan protein pakan 32% sesuai dengan kebutuhan protein pakan ikan yang diharapkan seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Semua bahan pakan dicampurkan secara bertahap dari bahan yang paling kecil hingga terbesar sampai semua bahan tercampur homogen, kemudian ditambahkan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebanyak 0,5% dari jumlah pakan (Yuliani, 2018). Setelah semua bahan baku tercampur, ditambahkan air hangat sedikit demi sedikit hingga membentuk adonan. Kemudian adonan dicetak menggunakan mesin pencetak. Pelet kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai benar-benar kering.

**Pemeliharaan Ikan**

Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas yang berukuran panjang 4-6 cm dan bobot 2,23±0,72 g sebanyak 525 ekor. Wadah penelitian untuk pemeliharaan ikan yang digunakan berupa keramba yang berukuran 1x1x1 m<sup>3</sup> sebanyak 15 unit dengan padat tebar 25 ekor/m<sup>3</sup> (Nores & Suharman, 2020).

Ikan uji diadaptasikan terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian. Adaptasi ikan dilakukan selama 1 minggu dan diberi pakan kontrol. Kemudian ikan dipuasakan selama 24

jam untuk mengosongkan lambung ikan. Selanjutnya ikan tersebut ditimbang untuk mengetahui berat awal ikan. Selanjutnya dilakukan pemberian pakan uji sebanyak 3 kali sehari yakni pukul 08.00, 13.00 dan 17.00 WIB sebanyak 10% dari biomassa ikan uji. Setiap 14 hari ikan ditimbang untuk menyesuaikan jumlah pakan. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 56 hari. Setiap ikan yang mati selama pemeliharaan dicatat untuk mengukur kelulushidupannya

**Tabel 1. Komposisi Pakan Uji dan Hasil Analisis Proksimat**

Bahan	Protein Bahan (%)	Perlakuan (%TDIF)				
		P0 (0)	P1 (30)	P2 (40)	P3 (50)	P4 (60)
		%B	%B	%B	%B	%B
T. Ikan	47,35	40,0	28,0	24,0	20,0	16,0
TDIF	31,77	0,0	30,0	40,0	50,0	60,0
T. Kedelai	31,70	39,0	24,0	20,0	17,0	13,0
T. Terigu	10	15,0	12,0	10,0	7,0	5,0
Vitamin mix <sup>1</sup>	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Mineral mix <sup>2</sup>	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Minyak ikan	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Jumlah		100	100	100	100	100
Hasil Proksimat Pakan Uji						
Protein		32,15	32,33	32,45	32,58	32,70
Lemak		6,85	6,07	7,65	6,40	7,12
Serat Kasar		9,40	8,55	7,19	6,40	5,24
Kadar Air		8,02	7,87	7,55	7,20	7,01
Kadar Abu		4,87	4,70	4,60	4,51	4,42
BETN		46,73	48,35	48,11	50,11	50,52

Keterangan: B = Persentase bahan (%); TDIF = Tepung daun indigofera fermentasi

**2.4. Parameter yang Diamati**

**Kecernaan Pakan**

Kecernaan pakan dapat dihitung menggunakan rumus menurut Watanabe (1988), yaitu :

$$KP (\%) = (1 - \frac{a}{a'}) \times 100$$

Keterangan:

- KP = Kecernaan pakan
- a' = Kadar Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam pakan (%)
- a = Kadar Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam feses (%)

**Kecernaan Protein**

Kecernaan protein dapat dihitung dengan persamaan menurut Watanabe (1988) sebagai berikut :

$$K. Prot (\%) = 1 - (\frac{a}{a'} \times \frac{b'}{b}) \times 100$$

Keterangan :

- K. Prot = Kecernaan protein (%)
- a = Kadar Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam pakan (%)

- a' = Kadar Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam feses (%)
- b = Protein dalam pakan (%)
- b' = Protein dalam feses (%)

**Efisiensi Pakan**

Efisiensi pakan dapat dihitung dengan rumus menurut Watanabe (1988) sebagai berikut :

$$EP = \frac{(Bt+Bd)-Bo}{F} \times 100\%$$

Keterangan :

- EP = Efisiensi Pakan (%)
- Bt = Bobot biomassa ikan pada akhir penelitian (g)
- Bo = Bobot biomassa ikan pada awal penelitian (g)
- Bd = Bobot biomassa ikan yang mati selama penelitian (g)
- F = Jumlah pakan yang dikonsumsi ikan selama penelitian (g)

### Retensi Protein

Retensi protein dapat dihitung dengan rumus menurut Watanabe (1988) sebagai berikut :

$$RP = \frac{\text{Pertambahan bobot protein tubuh (g)}}{\text{Bobot total protein yang dikonsumsi (g)}} \times 100\%$$

Keterangan :

$$RP = \text{Retensi protein (\%)}$$

### Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik diukur dengan menggunakan rumus menurut Zonneveld *et al.* (1991) sebagai berikut :

$$LPS = (\ln W_t - \ln W_o) / t \times 100\%$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} LPS &= \text{Laju pertumbuhan spesifik (\%)} \\ \ln W_t &= \text{Bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)} \\ \ln W_o &= \text{Bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)} \\ t &= \text{Lama penelitian (hari)} \end{aligned}$$

### Tingkat Kelulushidupan Ikan

Menurut Effendie (1997), tingkat kelulushidupan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} SR &= \text{Kelulushidupan (\%)} \\ N_t &= \text{Jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)} \\ N_o &= \text{Jumlah ikan yang hidup pada awal penelitian (ekor)} \end{aligned}$$

### Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian adalah suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran kualitas air ini dilakukan di awal, pertengahan dan akhir penelitian

### 2.5. Analisis Data

Data hasil penelitian seperti efisiensi pakan, laju pertumbuhan spesifik, retensi protein dan kelulushidupan ikan yang diperoleh pada penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel, kemudian dianalisis dengan SPSS untuk uji ANAVA. Untuk mengetahui pengaruh setiap perlakuan terhadap parameter yang diuji, dilakukan uji statistik menggunakan metode RAL (Hanafiah, 2005). Apabila nilai probabilitas ( $P < 0,05$ ) maka ada pengaruh pakan terhadap parameter yang diukur. Untuk mengetahui perbedaan antara tiap perlakuan maka dilakukan uji lanjut *Newman-Keuls*. Data pencernaan protein, pencernaan pakan dan kualitas air dianalisis secara deskriptif.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kecernaan Pakan dan Protein

Kecernaan pakan didapatkan dengan menganalisis kadar  $Cr_2O_3$  di dalam pakan dan kadar  $Cr_2O_3$  dalam feses ikan dan nilai pencernaan protein didapatkan dengan menganalisis kadar protein pada pakan dan feses ikan. Nilai pencernaan pakan dan pencernaan protein selama penelitian disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kecernaan Pakan dan Kecernaan Protein Pakan Ikan Mas**

Perlakuan (%TDIF)	Kecernaan Pakan (%)	Kecernaan Protein (%)
P0 (0)	50,98	73,73
P1 (30)	53,70	73,91
P2 (40)	53,70	74,01
P3 (50)	54,95	74,37
P4 (60)	63,24	79,23

Keterangan: TDIF = Tepung Daun *Indigofera* Fermentasi

Tabel 2 menunjukkan kecernaan pakan ikan mas selama penelitian berkisar 50,98-63,24% dan kecernaan protein berkisar 73,73-79,23%. Kecernaan pakan dan protein tertinggi didapat pada P4 (60% TDIF) yaitu 63,24% dan 79,23%. Kecernaan pakan 63,24% pada P4 menunjukkan bahwa sebanyak 63,24% dari total pakan dapat dicerna dan dimanfaatkan oleh ikan mas. Tingginya kecernaan pakan pada penelitian ini dikarenakan adanya

penggunaan bahan tepung indigofera yang telah difermentasi sehingga menghasilkan kualitas pakan yang semakin baik dan mudah dicerna oleh ikan. Proses fermentasi menyederhanakan senyawa kompleks menjadi senyawa yang mudah dicerna sehingga dapat meningkatkan kecernaan pakan. Nilai kecernaan pakan menggambarkan banyaknya pakan yang dicerna oleh ikan dan tidak dikeluarkan melalui feses (NRC, 1993).

Fermentasi menggunakan EM4 mampu meningkatkan protein bahan pada tepung daun indigofera, karena pada EM4 terdapat berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri asam laktat, bakteri fotosintetik dan ragi yang bekerja selama proses fermentasi. Menurut Puspita *et al.* (2022) mikroorganisme ini mampu memecah bahan organik kompleks seperti serat, protein dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah untuk dicerna. Proses ini dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi seperti protein.

Selain itu mikroba proteolitik pada EM4 seperti *Lactobacillus* sp. dapat menguraikan molekul nutrisi yang kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna ikan (Matti *et al.*, 2021). Nilai kecernaan pakan pada P4 (60% TDIF) didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kecernaan pakan yang didapatkan pada penelitian Sembiring *et al.* (2024) tentang substitusi tepung ikan dengan tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan kombucha menghasilkan kecernaan pakan hanya 30%.

Kecernaan pakan dan kecernaan protein terendah selama penelitian didapat pada perlakuan P0 (0% TDIF) yaitu 50,98% dan 73,73%. Rendahnya kecernaan pakan dan kecernaan protein pada perlakuan ini karena kandungan serat kasar pada P0 lebih tinggi

dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini karena tidak adanya penambahan tepung indigofera terfermentasi pada pakan. Hal ini mengakibatkan serat kasar pakan menjadi lebih sulit dicerna karena tidak terjadi penguraian nutrisi kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Sukma *et al.* (2019) menyatakan bahwa serat kasar yang melebihi batas optimal dalam pakan dapat mempengaruhi kecernaan nutrisi pada ikan, karena tidak adanya bakteri tambahan yang dapat membantu mengubah zat nutrisi kompleks menjadi lebih sederhana sehingga daya cerna ikan terhadap pakan menjadi rendah. Iskandar & Fitriadi (2017) menjelaskan bahwa kandungan serat kasar yang optimal untuk mampu menunjang pertumbuhan ikan adalah 4-8%.

### 3.2. Efisiensi Pakan Ikan Mas

Efisiensi pakan merupakan perbandingan antara pertambahan bobot ikan dengan pakan yang dikonsumsi yang kemudian dinyatakan dalam bentuk persen (%). Nilai efisiensi pakan menunjukkan baik atau buruknya kualitas pakan yang diberikan pada ikan (Syarif *et al.*, 2022). Data nilai efisiensi pakan yang didapatkan selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Efisiensi Pakan pada Benih Ikan Mas**

Ulangan	Perlakuan (%TDIF)				
	P0 (0)	P1 (30)	P2 (40)	P3 (50)	P4 (60)
1	17,83	20,80	21,05	24,49	26,37
2	18,81	24,24	24,09	22,49	26,48
3	15,61	22,98	23,21	26,33	28,89
Rata-rata	17,42±1,64 <sup>a</sup>	22,67±1,74 <sup>b</sup>	22,78±1,56 <sup>b</sup>	24,44±1,92 <sup>bc</sup>	27,25±1,42 <sup>c</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ( $P < 0,05$ ).

Efisiensi pakan yang didapatkan selama penelitian berkisar 17,42%-27,25%. Efisiensi pakan tertinggi didapat pada P4 (60% TDIF) yaitu 27,25±1,42% namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 ( $P > 0,05$ ), sedangkan nilai efisiensi pakan terendah terdapat pada P0 (0%) yaitu 17,42±1,64%. Tingginya efisiensi pakan pada P4 berkaitan dengan tingginya kecernaan pakan pada perlakuan ini dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada proses fermentasi tepung daun indigofera menggunakan EM4 terdapat ragi/yeast jenis *Saccharomyces cerevisiae*, yaitu *Lactobacillus* sp,

*Rhodospseudomonas* sp., *Actinomyetes* sp, dan *Streptomyces* sp. 4 jenis mikroba ini mampu meningkatkan aktivitas enzim pencernaan untuk meningkatkan kecernaan nutrisi pakan sehingga pakan dapat dimanfaatkan ikan dengan efisien. Ragi ini memproduksi berbagai enzim seperti enzim protease, amilase dan lipase yang membantu memecah protein, karbohidrat dan lemak menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga nutrisi menjadi lebih mudah dicerna pada sistem pencernaan ikan. Hal ini sejalan dengan pendapat Mariadi (2022) bahwa ragi/yeast yang ada dalam pakan

dapat merangsang aktivitas enzim pencernaan sehingga nutrisi pakan lebih mudah dicerna dan dimanfaatkan ikan lebih efisien.

Tingginya efisiensi pakan pada P4 (60% TDIF) menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi oleh benih ikan mas pada perlakuan ini memiliki kualitas yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Haryati *et al.* (2017) yang menjelaskan bahwa nilai efisiensi pakan menentukan kualitas suatu pakan, semakin besar nilai efisiensi pemanfaatan

pakan maka semakin tinggi pula kualitas pakannya.

### 3.3. Retensi Protein Ikan Mas

Retensi protein dapat dijadikan gambaran banyak atau sedikitnya jumlah protein dalam pakan yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh ikan untuk metabolisme, aktivitas tubuh dan pertumbuhan. Data hasil perhitungan retensi protein disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Retensi Protein Benih Ikan Mas**

Ulangan	Perlakuan (%TDIF)				
	P0 (0)	P1 (30)	P2 (40)	P3 (50)	P4 (60)
1	10,36	12,69	14,08	15,88	17,53
2	11,36	14,70	15,68	14,95	17,60
3	9,10	13,74	14,91	17,26	19,08
Rata-rata	10,27±1,13 <sup>a</sup>	13,71±1,00 <sup>b</sup>	14,89±0,80 <sup>bc</sup>	16,03±1,16 <sup>c</sup>	18,07±0,87 <sup>c</sup>

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa retensi protein ikan mas selama penelitian berkisar 10,27-18,07%. Retensi protein tertinggi didapat pada P4 (60% TDIF) yaitu 18,07% tetapi tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) dengan P2 (14,89%) dan P3 (16,03%). Hal ini disebabkan karena protein yang terdapat pada pakan mengandung tepung daun indigofera terfermentasi yang lebih mudah dicerna dan dimanfaatkan dengan efisien sehingga dapat disimpan menjadi protein tubuh ikan mas. Pernyataan ini dibuktikan dengan tingginya nilai efisiensi pakan pada P4 (27,25%) dibandingkan perlakuan lainnya, yang menunjukkan bahwa pakan yang diberikan mampu dicerna dan dimanfaatkan dengan baik dan disimpan menjadi protein tubuh ikan mas.

Menurut Fahrudin *et al.* (2022) menjelaskan bahwa efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan bahwa ikan dapat mencerna dan menggunakan nutrisi dari pakan dengan optimal. Semakin efisien pakan dimanfaatkan ikan, maka semakin besar pula jumlah protein yang diserap dan digunakan oleh tubuh ikan serta lebih sedikit protein yang terbuang melalui ekskresi sehingga retensi protein akan meningkat.

Menurut Putra *et al.* (2019) penggunaan EM4 dalam proses fermentasi membantu dalam meningkatkan pencernaan dan ketersediaan nutrisi dalam pakan, dimana mikroorganisme dalam EM4 seperti bakteri asam laktat, ragi dan bakteri fotosintetik

membantu memecah senyawa kompleks dalam daun indigofera termasuk protein dan serat.

Pemecahan protein menjadi asam amino oleh enzim protease yang dihasilkan bakteri asam laktat dalam EM4 dapat meningkatkan pencernaan pakan, pencernaan protein dan efisiensi pakan. Banyaknya tepung daun indigofera fermentasi pada pakan perlakuan P4 menjadikan lebih banyak nutrisi dalam pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan termasuk protein, sehingga meningkatkan jumlah protein pakan yang diretensi menjadi protein tubuh ikan (Kumbang *et al.*, 2023).

### 3.4. Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Mas

Bobot ikan mas pada penelitian ini diamati setiap 14 hari sekali selama 56 hari pemeliharaan. Bobot ikan mas pada masing-masing perlakuan mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Data pertumbuhan benih ikan mas secara spesifik dapat dilihat melalui perhitungan laju pertumbuhan spesifik pada Tabel 5.

Laju pertumbuhan spesifik ikan mas selama penelitian berkisar 1,69-2,57%. Perlakuan P4 (60% TDIF) mampu menghasilkan laju pertumbuhan spesifik ikan tertinggi yaitu 2,57%. Tingginya laju pertumbuhan spesifik ikan pada P4 disebabkan karena penggunaan tepung daun indigofera yang difermentasikan menggunakan EM4 pada pakan uji. Mikroorganisme yang ada dalam

EM4 menghasilkan enzim yang beraktivitas pada saat proses fermentasi sehingga pakan menjadi lebih mudah dicerna oleh benih ikan mas dan dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhannya. Hal ini sejalan dengan pendapat Suryaningrum (2021) dimana bahan baku pakan hasil fermentasi dapat

meningkatkan kualitas bahan, pencernaan, serta penyerapan dan pemanfaatan nutrisi pakan untuk menunjang pertumbuhan ikan. Fermentasi dapat menyebabkan pakan lebih mudah dicerna dan diserap dalam saluran pencernaan, sehingga pemanfaatan pakan oleh ikan lebih efisien.

**Tabel 5. Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Mas**

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
1	1,73	2,22	2,32	2,45	2,60
2	1,72	2,41	2,36	2,34	2,51
3	1,61	2,32	2,44	2,42	2,59
Rata-rata	1,69±0,07 <sup>a</sup>	2,31±0,09 <sup>b</sup>	2,37±0,06 <sup>b</sup>	2,40±0,06 <sup>b</sup>	2,57±0,05 <sup>c</sup>

Laju pertumbuhan yang tinggi pada P4 menunjukkan bahwa pakan dengan penggunaan tepung daun indigofera terfermentasi sebanyak 60% memiliki kualitas yang baik dan merupakan komposisi pakan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga penyerapan nutrisi ke dalam tubuh ikan menjadi maksimal untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Marzuqi & Anjusari (2013) yang menyatakan bahwa komposisi pakan yang berbeda akan mempengaruhi daya cerna ikan terhadap pakan. Apabila komposisi pakan tepat maka daya cerna ikan terhadap nutrisi pada pakan juga akan optimal dan penggunaan nutrisi tersebut untuk pertumbuhan akan maksimal. Selain itu komposisi pakan juga akan mempengaruhi minat ikan terhadap pakan.

Khotimah *et al.* (2021) menyatakan bahwa salah satu nutrisi yang paling dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan adalah protein. Protein merupakan zat pakan yang

sangat diperlukan ikan untuk pertumbuhan. Arifanto (2016) menyatakan bahwa kadar protein pada pakan akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan mempengaruhi kualitas pakan yang diberikan. Laju pertumbuhan yang paling tinggi pada P4, sejalan dengan nilai pencernaan protein dan retensi protein yang tinggi pada perlakuan ini, hal ini menunjukkan bahwa ikan mas mampu menyerap dan memanfaatkan protein pakan yang diberikan secara optimal untuk kebutuhan tubuh seperti metabolisme, perbaikan sel-sel yang rusak dan selanjutnya untuk pertumbuhan.

### 3.5. Kelulushidupan Ikan Mas

Kelulushidupan ikan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal pemeliharaan dalam satu wadah. Hasil pengamatan kelulushidupan ikan mas dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Kelulushidupan Benih Ikan Mas**

Ulangan	Perlakuan (%TDIF)				
	P0 (0)	P1 (30)	P2 (40)	P3 (50)	P4 (60)
1	92	100	100	96	100
2	100	100	100	100	100
3	92	96	96	100	100
Rata-rata	94,7±4,62 <sup>a</sup>	98,7±2,31 <sup>a</sup>	98,7±2,31 <sup>a</sup>	98,7±2,31 <sup>a</sup>	100±0,00 <sup>a</sup>

Tabel 6 dapat dilihat bahwa kelulushidupan benih ikan mas selama penelitian berkisar 94,7-100%. Nilai kelulushidupan tertinggi didapat pada P4, hal ini disebabkan karena pakan yang diberikan memiliki komponen penyusun yang sesuai dan mampu menunjang benih ikan mas untuk hidup

dan tumbuh dengan sehat. Selain itu setiap media hidup ikan memiliki kualitas air seperti suhu, pH dan kadar oksigen terlarut yang sesuai dengan daya adaptasi benih ikan mas untuk kelangsungan hidupnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Fitria (2012) yang menyatakan bahwa tingkat kelangsungan



hidup sangat dipengaruhi oleh kualitas air terutama suhu dan kandungan oksigen terlarut.

Kematian benih ikan mas pada tiap perlakuan disebabkan karena adanya pengaruh perubahan cuaca antara musim hujan ke musim kemarau yang memungkinkan ikan stres dan nafsu makan menurun dan mengakibatkan kematian. Murjani (2011) menyatakan bahwa kelangsungan hidup ikan sangat bergantung pada daya adaptasi ikan terhadap makanan dan lingkungannya, status kesehatan ikan, padat tebar dan kualitas air yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya. Selain itu,

terjadinya perubahan suhu akibat turunnya hujan juga menyebabkan kematian pada ikan mas pada minggu pertama pemeliharaan. Fluktuasi suhu karena beberapa kali turun hujan menyebabkan stress pada ikan sehingga menyebabkan kematian.

### 3.6. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini adalah suhu, keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Kualitas Air Media Pemeliharaan Benih Ikan Mas**

Parameter	Kisaran			Nilai Baku Mutu*
	Awal	Pertengahan	Akhir	
Suhu (°C)	26-30	27-29	27,5-29	26-31
pH	6,6-7	6,8-7,1	6,8-7,7	6,5-7,5
DO (mg/L)	5,6-6	5-5,7	4,2-5,5	>3

Kualitas air yang diperoleh selama penelitian tergolong baik karena angka untuk semua nilai parameter kualitas air berada pada kisaran yang memenuhi nilai standar untuk kehidupan benih ikan mas. Suhu semua media pemeliharaan selama penelitian berkisar 26-29°C. Nurkholis *et al.* (2017) menyatakan bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan benih ikan mas berada pada kisaran suhu 28-30°C. Menurut Lesmana (2001) suhu berpengaruh terhadap nafsu makan dan laju metabolisme ikan dan perubahan suhu yang sangat mendadak sebesar 5°C dapat menyebabkan ikan stres.

Kondisi derajat keasaman (pH) selama penelitian berkisar 6,6-7. Menurut Darwis *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa kisaran pH yang baik untuk ikan mas yaitu 6,3-7,9. Hal ini menunjukkan kisaran pH selama penelitian sudah baik untuk pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan mas. Effendi (2003) menyatakan bahwa pH sangat berpengaruh terhadap kehidupan ikan, sehingga dapat digunakan sebagai parameter baik buruknya perairan. Apabila pH dalam suatu perairan rendah menyebabkan penurunan tingkat produksi lendir, sedangkan apabila pH tinggi akan menyebabkan ikan stres.

Kandungan oksigen terlarut selama penelitian ini berkisar 4,2-7 mg/L. Nilai ini berada pada kisaran nilai DO yang baik untuk budidaya ikan mas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pigafetta *et al.* (2019) yang

menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang ideal bagi pertumbuhan ikan mas adalah 4-6 mg/L. Patty (2018) menambahkan bahwa nilai oksigen terlarut akan membantu proses oksidasi dan metabolisme nutrisi untuk menghasilkan energi bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan. Menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air dapat menyebabkan ikan stres, pingsan, bahkan kematian massal ikan.

## 4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh penggunaan tepung daun indigofera yang difermentasi dengan EM4 sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan terhadap efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). Penggunaan tepung daun indigofera 60% (P4) dalam pakan mampu dimanfaatkan dengan baik oleh benih ikan mas sehingga dapat menghasilkan pencernaan pakan 63,24%, pencernaan protein 79,23%, efisiensi pakan 27,25%, retensi protein 18,07%, laju pertumbuhan spesifik 2,57% dan kelulushidupan 100%. Kisaran kualitas air (suhu, pH dan oksigen terlarut) yang didapat selama penelitian mendukung untuk pertumbuhan benih ikan mas

Dari hasil penelitian maka dapat disarankan untuk para pembudidaya ikan mas menggunakan tepung daun indigofera terfermentasi sebagai pengganti tepung ikan pada pakan ikan. Penulis juga menyarankan

untuk melakukan penelitian lanjutan tentang penggunaan daun indigofera yang difermentasi dengan EM-4 pada pakan dengan menggunakan ikan uji yang berbeda khususnya ikan karnivora.

#### Daftar Pustaka

- Akbarillah, T., Kususiya, D., & Hidayat, K.H. (2008). Kajian Tepung Daun Indigofera sebagai Suplemen Pakan terhadap Produksi dan Kualitas Telur Puyuh. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 3(1): 20-23.
- Alwi, W., Hadrawi, J., Nur, K., & Fitriastuti, R. (2022). Kualitas Fisik Dedak Fermentasi dengan Penambahan EM4 dan Lama Penyimpanan Berbeda. *Bulletin of Tropical Animal Science*, 3(1): 68-74.
- Arifanto, M.D. (2016). *Pengaruh Pemanfaatan Tepung Silase Bulu Ayam dalam Formulasi Pakan terhadap Daya Cerna pada Benih Ikan Bawal Air Tawar (Colossoma macropomum)*. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas. Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Basir, B., & Nursyahrani, N. (2018). Efektivitas Penggunaan Daun Indigofera sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(2): 7-11.
- Damanik, M., Kusdianto, H., Hardi, E.H., Pagoray, H., & Isriansyah, I. (2023). Pengaruh penambahan Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan Lama Waktu Berbeda terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Kelabau (*Osteochilus melanopleurus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 8(2): 125-134.
- Darwis, D., Mudeng, J.D., & Bondong, S. N. J. (2019). Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Sistem Akuaponik dengan Padat Penebaran Berbeda. *Jurnal Budidaya Perairan*, 7(2): 15-21.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendie, M.I. (1979). *Metoda Biologi Perikanan Cetakan Pertama*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.
- Fahrudin, A.M., Subandiyono, S., & Chilmawati, D. (2022). Pengaruh Protein dalam Pakan terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Juvenil Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 7(1): 144-126.
- Fitria, A.S. (2012). Analisis Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) F5 D30-D70 pada Berbagai Salinitas. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1): 18-34.
- Hanafiah, A.K. (2004). *Rancangan Percobaan, Edisi Ketiga*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 274 hlm.
- Haryati, H. (2017). Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Maggot terhadap Retensi Nutrisi, Komposisi Tubuh, dan Efisiensi Pakan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal). *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 11(2): 185-194.
- Has, H., Indi, A., & Pagala, A. (2017). *Karakteristik Nutrien Kulit Pisang sebagai Pakan Ayam Kampung dengan Perlakuan Pengolahan Pakan yang Berbeda*. Kendari: Seminar Nasional Riset Kuantitatif Terapan. 45 hlm.
- Iskandar, R., & Fitriadi, S. (2017). Analisa Proksimat Pakan Hasil Olahan Pembudidaya Ikan di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Zira'ah*, 42(1): 65-68.
- Khotimah, D.F., Faizah, U.N., & Sayekti, T. (2021). Protein sebagai Zat Penyusun dalam Tubuh Manusia: Tinjauan Sumber Protein Menuju Sel. *Pisces: Proceeding of Integrative Science Education Seminar*, 1(1): 127-133.
- Kukuh, H. (2010). *Pengaruh Suplementasi Probiotik Cair EM-4 terhadap Performa Domba Lokal Jantan*. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 29 hlm.
- Kumbang, M.N., Soeprijadi, L., Rachman, S.K., & Mukhaimin, I. (2023). Pengaruh Penggunaan Tepung Tulang Ikan Swaggi (*Priacanthus tayenus*) terhadap Kualitas Mutu Fisik dan Proksimat Pakan Ikan. *Jurnal Bluefin Fisheries*, 5(2): 74-85.
- Lesmana, D.S. (2001). *Kualitas Air untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hlm.
- Mariadi, D. (2022). Evaluasi Probiotik Komersial yang Berbeda terhadap Efisiensi Pakan dan Sintasan Benih Ikan

- Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan Tropis*, 9(2): 129-137.
- Marzuqi, M., & Anjusary, D.N. (2013). Kecernaan Nutrien Pakan dengan Kadar Protein dan Lemak Berbeda pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 311-323.
- Matti, A., Utami, T., Hidayat, C., & Rahayu, E.S. (2021). Fermentasi Chao Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) menggunakan Bakteri Asam Laktat Proteolitik. *Agritech*, 41(1): 34-38.
- Mukti, R.C., Yonarta, D., & Pangawikan, A.D. (2019). Pemanfaatan Daun *Indigofera zollingeriana* sebagai Bahan Pakan Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 8(1): 18-25.
- Mulyono, A.M., Indra, G.Y., Luki, A., & Dwi, M. (2015). *Kajian Penggunaan Tepung Pucuk Indigofera zollingeriana sebagai Substitusi Tepung Kedelai untuk Pakan Ikan Gurame (Osphronemus gourami) (Lacepede, 1801)*. Repository LPPM Universitas Lampung. Lampung. 11 hlm.
- Murjani, A. (2011). Budidaya Beberapa varietas ikan sepat rawa (*Trichogaster trichopterus* Pall) dengan Pemberian Pakan Komersial. *Jurnal Fish Scientiae*, 1(2): 214-233.
- Nikhilani, A., Pagoray, H., & Sulistyawati, S. (2022). Bungkil Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Alternative Pakan Buatan untuk Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(2): 26-33.
- Nores, A.S., & Suharman, I. (2020). Pemanfaatan Tepung Daun Kelor (*Moringa oleifera*) yang Difermentasi *Rhizopus* sp. dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sebatan*, 1(1): 1-12.
- NRC. (1993). *Nutrient Requirement of Domestic Animals*. Washington DC: National Academy Press. 215 hlm.
- Nurkholis, M., Priyono, S.B., & Hardaningsih, H. (2017). *Suhu Optimal untuk Pertumbuhan Ikan Mas Merah Najawa (Cyprinus carpio L.) pada Pendederan Tahap Kedua*. Budidaya Perairan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pangentasari, D., Setiawati, M., Utomo, N.B.P., & Sunarno, M.T.D. (2018). Komposisi dan Nilai Kecernaan Nutrient Tepung Daun Tarum (*Indigofera zollingeriana*) yang Difermentasi dengan Cairan Rumen Domba pada Benih Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) 1851. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 165.
- Patty, S.I. (2018). Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1): 54-60.
- Pigafetta, A., Harteman, E., & Wulandari, L. (2019). Efek Kualitas Air pada Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) yang Dibudidayakan dalam Kolam Tanah Mineral. *Journal of Tropical Fisheries*, 14(2): 31-43.
- Puspita, Y., Suryanti, S., & Nontji, M. (2022). Lama Fermentasi dan Volume *Effective microorganism-4* (EM4) dalam Pembuatan Pupuk Organik Padat Berbahan Dasar Serbuk Gergaji Kayu dan Kotoran Ayam. *Jurnal Agrotekmas*, 3(2): 124-136.
- Putra, G.Y., Sudarwati, H., & Mashudi, M. (2019). Pengaruh Penambahan Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) pada Pakan Lengkap terhadap Kandungan Nutrisi dan Kecernaan secara In Vitro. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(1): 42-52.
- Putri, F.S., Hasan, Z., & Haetami, K. (2012). Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik pada Pelet yang Mengandung Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(4).
- Sembiring, A.P., Adelina, A., & Suharman, I. (2024). Pemanfaatan Tepung Daun *Indigofera* (*Indigofera* sp.) Terfermentasi menggunakan Kombucha dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 12(1): 150-159.
- Sukma, T., Yulisman, Y., & Mirna, F. (2019). Pemanfaatan Tepung Silase Usus Ayam sebagai Substitusi Tepung Ikan dalam Formulasi Pakan Benih Patin Siam

- (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(1): 62-71.
- Sulasi, S., Hastuti, S., & Subandiyono, S. (2018). Pengaruh Enzim Papain dan Probiotik pada Pakan Buatan terhadap Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 2(1): 1-10.
- Suryaningrum, L.H. (2021). *Aplikasi Mikroba pada Upaya Peningkatan Kualitas Bahan Baku Pakan Ikan Melalui Fermentasi*. Proceedings Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change (November 2021). 7(1), 204–210.
- Syarif, M.I., Adelina, A., & Suharman, I. (2022). Pengaruh penggunaan Tepung Lemna (*Lemna minor*) yang Difermentasi menggunakan Kombucha terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 10(2): 120–28.
- Tampubolon, S.E. (2017). *Efektivitas Penggunaan Indigofera zollingeriana sebagai Sumber Protein Nabati dalam Pakan terhadap Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 64 hlm.
- Watanabe, T. (1988). *Fish Nutrition and Mariculture*. JICA Textbook the General Aquaculture Course. Department of Aquatic Bioscience. 233 hlm
- Yuliani, Y. (2018). *Pemanfaatan Fermentasi Tepung Daun Turi (Sesbania grandiflora) dalam Pakan Buatan terhadap Efisiensi Pakan dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami (Osphronemus gourami L)*. Universitas Riau. Pekanbaru. 63 hlm.
- Zonneveld, N., Huisman, E.A., & Boon, J.H. (1991). *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318 hlm.