

**Evaluasi Tepung Daun Indigofera (*Indigofera zollingeriana*)
Tterhadap Kecernaan Ikan Mas Sinyonya (*Cyprinus carpio*)**

Evaluation of indigofera leaf meal (*Indigofera zollingeriana*) on digestibility of common carp strain Sinyonya (*Cyprinus carpio*)

Riky Efrizal, *Dodi Hermawan, dan Lukman Anugrah Agung

Program Studi Ilmu Perikanan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Raya Palka No 3 Sindangsari, Pabuaran, Banten, Indonesia

*email korespondensi: dodi_hermawan78@untirta.ac.id

Abstract. *Common carp strain Sinyonya (*Cyprinus carpio*) is a freshwater fish that has high economic value. The development of fisheries cultivation business has caused an increase in demand for feed and raw materials so that feed prices become uncompetitive. Therefore, it is necessary to find alternative local feed raw materials. Plant protein source that has the potential to be developed is the indigofera (*Indigofera zollingeriana*) which has a protein content of 28.98–36.62%, crude fiber 8.49–17.40%, and fat 3.3%. This study was aimed to evaluate the use of indigofera leaf flour as a feed raw material on the digestibility of common carp. This study applied the completely randomized design experimental method containing four diet treatments and three replications, namely A (control), B (30% non-fermented indigofera leaf meal), C (30% fermented indigofera leaf meal), D (30% soybean meal). Common carp with an average body weight of 5.87±0.90 g were kept in aquariums (60 × 40 × 40 cm³) with a density of 10 fish per aquarium and fed three times a day at satiation for 30 days of maintenance. The results showed that the use of indigofera leaf flour fermented using *A. niger* mold had a significant effect (p<0.05) on total digestibility with a value of 53.7%, protein digestibility of 84.88% and energy digestibility of 70.60% in common carp. This study also showed that indigofera leaf flour fermented using *A. niger* mold could reduce crude fiber in feed from 5.21% to 2.98%.*

Keywords : *Common carp, digestibility, fermentation, indigofera.*

Abstrak. Ikan mas Sinyonya (*Cyprinus carpio*) merupakan ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Berkembangnya usaha budidaya perikanan menyebabkan meningkatnya permintaan pakan dan bahan baku sehingga harga pakan menjadi tidak kompetitif. Oleh karena itu perlu dicari alternatif bahan baku pakan lokal. Salah satu sumber protein nabati yang memiliki potensi untuk dikembangkan adalah tanaman indigofera (*Indigofera zollingeriana*) yang memiliki kandungan protein 28,98–36,62%, serat kasar 8,49–17,40%, dan lemak 3,3%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan tepung daun indigofera sebagai bahan baku pakan terhadap kecernaan ikan mas Sinyonya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan yaitu, A (kontrol), B (30% tepung daun indigofera non fermentasi), C (30% tepung daun indigofera fermentasi), D (30% bungkil kedelai). Ikan mas Sinyonya dengan bobot tubuh rata-rata 5,87±0,90 g dipelihara dalam akuarium (60 × 40 × 40 cm³) dengan kepadatan 10 ekor per akuarium dan diberi pakan tiga kali sehari secara *at satiation* selama 30 hari masa pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan kapang *A. niger* berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap kecernaan total dengan nilai 53,7 %, kecernaan protein 84,88 % dan kecernaan energi sebesar 70,60 % pada ikan mas Sinyonya. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan kapang *A. niger* dapat menurunkan serat kasar pada pakan dari 5,21 % ke 2,98 %.

Kata kunci : Fermentasi, ikan mas Sinyonya, indigofera, kecernaan.

PENDAHULUAN

Ikan mas Sinyonya (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan peningkatan produksi tahun 2018-2021 sebesar 17,97% dengan produksi tahun 2021 mencapai 651rb ton (KKP 2024). Berkembangnya usaha budidaya perikanan menyebabkan meningkatnya permintaan pakan dan bahan baku utama berupa tepung ikan dan bungkil kedelai sehingga berdampak pada harga pakan menjadi tidak kompetitif (Muntafiah 2020). Pakan merupakan salah satu faktor utama yang berperan penting dalam menunjang keberlangsungan usaha budidaya ikan dan memberikan kontribusi sampai 50% atau lebih terhadap biaya produksi (Ahmad, 2020). Untuk mengatasi permasalahan harga produksi pakan yang semakin meningkat perlu dicari alternatif bahan baku pakan lokal yang dapat mengurangi penggunaan bahan baku impor. Beberapa bahan baku lokal yang dapat dimanfaatkan diantaranya *corn gluten meal* (Potki *et al.* 2018), bungkil kelapa sawit (Thongprajukaew *et al.* 2015), *corn steep powder* (Hermawan *et al.* 2021)) dan *corn steep liquor* (Hermawan *et al.* 2024). Salah satu sumber protein nabati yang memiliki potensi untuk dikembangkan adalah tanaman indigofera (*Indigofera zollingeriana*). Indigofera memiliki kandungan protein kasar 28,98–36,62%, serat kasar 8,49–17,40%, lemak 3,3%, kalsium 0,52%, dan fosfor 0,34% (Putri *et al.* 2019; Nadir *et al.* 2024). Kandungan asam amino dalam tepung daun indigofera juga diketahui hampir sama dengan tepung bungkil kedelai (Palupi *et al.* 2014). Indigofera merupakan tanaman yang mudah untuk dikembangbiakan karena tahan dalam lingkungan yang ekstrim, seperti pada kondisi kekeringan, banjir dan kondisi tanah yang kurang subur (Musdalifah 2019). Penggunaan sumber protein nabati

dalam pakan ikan masih menjadi faktor pembatas karena karakteristik protein nabati yang umumnya mengandung asam amino yang tidak seimbang, serat kasar tinggi, dan adanya zat anti nutrisi sehingga dapat mempengaruhi pencernaan, penyerapan zat gizi dan pertumbuhan ikan apabila tidak mendapatkan perlakuan terlebih dahulu (NRC 2011; Bulbul *et al* 2015; Yanuartono *et al.* 2018; Mukti *et al.* 2019). Salah satu metode untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan nilai pencernaan dilakukan dengan perlakuan fermentasi (Maulidia *et al.* 2022). Fermentasi merupakan upaya peningkatan nilai tambah suatu bahan melalui bantuan mikroorganisme baik berupa jamur, ragi atau bakteri melalui hidrolisis (Saputra *et al.* 2018; Sanlier *et al.* 2019). Fermentasi pada suatu bahan dapat meningkatkan kandungan protein, perbaikan pencernaan serta terbentuknya berbagai asam amino, enzim dan vitamin (Al-Maqtari *et al.* 2019). Beberapa organisme yang digunakan untuk fermentasi bahan baku pakan diantaranya bakteri *Bacillus subtilis* dan jamur *Aspergillus niger* serta *Saccharomyces cerevisiae*, (Hassaan *et al.* 2018; Panigoro *et al.* 2024). *A. niger* merupakan spesies kapang yang memiliki kemampuan mensekresi enzim selulase, kitinase, amilase, glukoamilase, katalase, pektinase, lipase, laktase, invertase dan asam protease (Djunaidi *et al.* 2020). Namun demikian, sampai saat ini belum ada penelitian yang dilakukan untuk mengevaluasi pemanfaatan tepung Indigofera yang difermentasi oleh *Aspergillus niger* sebagai pakan terhadap pencernaan ikan mas Sinyonya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan tepung daun indigofera (*Indigofera zollingeriana*) sebagai bahan baku pakan terhadap pencernaan ikan mas Sinyonya.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah wadah penelitian berupa akuarium, heater, aerator, timbangan analitik, selang sipon, botol film, potential Hydrogen (pH) meter, Dissolve oxygen (DO) meter dan termometer. Bahan yang digunakan adalah benih ikan mas Sinyonya dengan bobot rata-rata $5,87 \pm 0,90$ g, pakan ikan komersil, PMC (Polimethylol carbamide), chromium oxide (Cr_2O_3), tepung daun indigofera dan jamur *Aspergillus niger*.

Penelitian ini menggunakan desain rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dengan masing-masing tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- A. Pakan komersil 100% (kontrol).
- B. Pakan komersil 70% + tepung daun indigofera 30%.
- C. Pakan komersil 70% + tepung daun indigofera fermentasi 30%.
- D. Pakan komersil 70% + tepung bungkil kedelai 30%.

Tahapan awal penelitian melakukan fermentasi tepung daun indigofera. Tepung daun indigofera dikukus selama 30 menit dan didinginkan selama 1 jam. Setelah tepung daun indigofera didinginkan, selanjutnya dilakukan pencampuran tepung daun indigofera dengan *A.niger*. Dosis *A.niger* yang disarankan untuk mendapatkan hasil yang optimum adalah menggunakan dosis 10 g/kg bahan (Hardianto *et al.* 2019). Setelah dilakukan pencampuran, lalu aduk sampai homogen kemudian ditutup dengan plastik dan ditusuk-tusuk dengan jarum. Proses fermentasi dilakukan selama 72 jam. Selanjutnya dilakukan pembuatan pakan uji dengan penimbangan dan pencampuran bahan pakan sesuai formulasi pakan uji. Pembuatan pakan terlebih dahulu menghaluskan bahan baku pakan uji seperti pakan komersil kemudian semua bahan baku tersebut dicampurkan sesuai formulasi, setelah bahan uji dan pakan komersil halus, lalu campurkan dengan PMC 0,3 % dan Cr_2O_3 hingga homogen. Bahan yang sudah tercampur merata dari setiap perlakuan ditambahkan air 10% dan diaduk hingga merata menggunakan *mixer* kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencetak pelet ukuran 3 mm. Selanjutnya pakan dimasukkan ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan selama 8 jam dengan suhu 40°C. Formulasi pakan uji tiap perlakuan disajikan di dalam Tabel 1 dan hasil proksimat pakan uji disajikan di dalam Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi pakan uji

Komposisi	Perlakuan (%)			
	A	B	C	D
Pakan komersil	99,2	69,2	69,2	69,2
Tepung daun Indigofera	-	30	-	-
Tepung daun indigofera fermentasi	-	-	30	-
Tepung bungkil kedelai	-	-	-	30
PMC (Polimethylol carbamide)	0,3	0,3	0,3	0,3
Cr_2O_3	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL	100	100	100	100

Tabel 2. Uji proksimat pakan uji

Komposisi Nutrien	Perlakuan			
	A	B	C	D
Kadar Air (%)	9,95	10,44	12,47	9,13
Kadar Abu (%)	9,78	9,11	8,69	9,18
Kadar Lemak (%)	3,9	3,9	4,06	3,11
Kadar Protein (%)	34,98	29,74	32,91	32,67
Serat Kasar (%)	4,38	5,21	2,98	4,69

Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ikan mas Sinyonya dengan bobot rata-rata $5,87 \pm 0,90$ g. Ikan dipindahkan ke dalam 12 akuarium pemeliharaan dengan ukuran $60 \times 40 \times 40$ cm³. Setiap akuarium berisi 10 ekor ikan mas Sinyonya. Sebelum diberi pakan perlakuan, benih ikan dipuasakan selama 24 jam. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari, dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari pada jam 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB secara *at satiation*. Pengujian kecernaan pakan dilakukan dengan pengambilan feses setelah 30-60 menit setelah pemberian pakan melalui metode siphon. Kromium oksida (Cr₂O₃) dalam pakan digunakan sebagai indikator kecernaan. Feses yang diperoleh disentrifuse selama 5 menit pada 5000 rpm, selanjutnya disimpan ke dalam *freezer*. Feses yang terkumpul dikeringkan dalam oven pada suhu 65 °C selama 12 jam. Setelah terkumpul sebanyak 10–15 g, feses dianalisis kandungannya dengan beberapa parameter uji.

Parameter Penelitian

Tingkat Kelangsungan Hidup

Perhitungan kelangsungan hidup dilakukan di akhir perlakuan dengan rumus dari (Muchlisin *et al.* 2016) sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

- SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)
- Nt = Jumlah ikan di akhir pemeliharaan (ekor)
- No = Jumlah ikan di awal pemeliharaan (ekor)

Jumlah Konsumsi Pakan

Jumlah konsumsi pakan adalah total dari semua jumlah pakan yang diberikan dari hari pertama sampai pada hari terakhir pemeliharaan.

$$JKP (g) = \text{jumlah pakan awal (g)} - \text{jumlah pakan akhir (g)}$$

Kecernaan Total

Menurut Takeuchi (1988), kecernaan total dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KT = 100 \times \left(1 - \frac{a}{a'} \right)$$

Keterangan :

- KT = Kecernaan total (%)
- a = Kadar Cr₂O₃ dalam pakan (%)
- a' = Kadar Cr₂O₃ dalam feses (%)

Kecernaan Protein, Lemak dan Energi

Menurut Takeuchi (1988), kecernaan protein, lemak dan energi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KN = 100 \times \left(1 - \left(\frac{a}{a'} \times \frac{b}{b'} \right) \right)$$

Keterangan :

- KT = Kecernaan total (%)
- a = Kadar Cr₂O₃ dalam pakan (%)
- a' = Kadar Cr₂O₃ dalam feses (%)
- b = Kadar protein, lemak, atau energi dalam pakan (%)
- b' = Kadar protein, lemak, atau energi dalam feses (%)

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, nitrit, nitrat dan amonia. Suhu dan pH diamati setiap hari sedangkan oksigen terlarut, nitrit, nitrat dan total ammonia nitrogen diukur pada awal dan akhir pemeliharaan.

Analisis Data

Data pencernaan total, pencernaan protein, pencernaan lemak, pencernaan energi, tingkat kelangsungan hidup dan jumlah konsumsi pakan dianalisis dan data ditampilkan dalam bentuk tabel. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (Anova) dengan selang kepercayaan 95%. Jika antar perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan dengan menggunakan aplikasi SPSS Ver 22. Analisis data pada penelitian ini untuk parameter kualitas air (pH, DO, suhu, amonia, nitrit dan nitrat) dianalisis secara deskriptif dan data ditampilkan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang meliputi pencernaan total, pencernaan protein, pencernaan lemak, pencernaan energi, jumlah konsumsi pakan dan tingkat kelangsungan hidup ikan mas Sinyonya disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kecernaan Total (KT), Kecernaan Protein (KP), Kecernaan Lemak (KL), Kecernaan Energi (KE), Jumlah Konsumsi Pakan (JKP), Tingkat Kelangsungan Hidup (TKH) selama 30 hari pemeliharaan.

Parameter Uji	Perlakuan			
	A	B	C	D
KT (%)	44,67±6,68 ^{ab}	38,14±3,46 ^a	53,7±0,89 ^c	46,85±2,44 ^{bc}
KP (%)	79,77±2,34 ^b	71,96±1,47 ^a	84,88±0,50 ^c	77,93±1,59 ^b
KL (%)	53,46±7,53 ^a	49,78±9,37 ^a	60,38±5,38 ^a	44,69±8,99 ^a
KE (%)	65,67±4,21 ^{bc}	60,09±3,34 ^a	70,60±0,57 ^c	62,17±1,18 ^{ab}
JKP (g)	165,66±29,28 ^b	121,00±11,53 ^a	135,66±17,77 ^{ab}	115,33±9,86 ^a
TKH (%)	90,00±10,00 ^a	86,66±5,77 ^a	86,66±5,77 ^a	83,33±5,77 ^a

Keterangan: A. Kontrol, B. Tepung daun Indigofera, C. Tepung daun indigofera fermentasi, D. Tepung bungkil kedelai

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan total pada perlakuan tepung daun indigofera yang difermentasi (C) lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang tidak difermentasi ($P < 0,05$), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan tepung bungkil kedelai ($P > 0,05$). Pada nilai pencernaan total perlakuan C memiliki nilai tertinggi yaitu 53,7±0,89 % dan perlakuan B memiliki nilai terendah bernilai 38,14±3,46 %. Hasil pencernaan protein menunjukkan bahwa TDI hasil fermentasi *A. niger* pada perlakuan C lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Nilai pencernaan protein tertinggi pada perlakuan C dengan nilai 84,88±0,50 % dan terendah pada perlakuan B dengan nilai 71,96 ±1,47 %. Hasil pencernaan lemak menunjukkan bahwa perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil pencernaan energi menunjukkan bahwa TDI hasil fermentasi *A. niger* pada perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan B dan D ($P < 0,05$) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan A ($P > 0,05$). Hasil pencernaan energi tertinggi terdapat pada perlakuan C dengan nilai 70,60±0,57 % dan nilai pencernaan energi terendah pada perlakuan B dengan nilai 60,09±3,34 %. Jumlah konsumsi pakan pada perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B dan D ($P < 0,05$) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan C ($P > 0,05$). Jumlah konsumsi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan A dengan nilai 165,66±29,28 g dan nilai terendah pada perlakuan D dengan nilai 115,33±9,86 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan mas Sinyonya ($p > 0,05$).

Tabel 4. Parameter kualitas air selama pemeliharaan

Parameter Uji	Perlakuan			
	A	B	C	D
Suhu (°C)	30,8 – 31,8	30,8 – 32	30,7 – 31,9	30,9 – 32
pH	7,73 – 8,41	7,75 – 8,35	7,79 – 8,55	7,74 – 8,44
DO (mg/L)	6,4 – 7,1	6,3 – 6,8	6,2 – 6,8	6,2 – 6,9
Amonia (ppm)	0,018 – 0,088	0,004 – 0,078	0,018 – 0,102	0,018 – 0,107
Nitrit (mg/L)	0,055 – 0,07	0,055 – 0,073	0,055 – 0,081	0,055 – 0,078
Nitrat (mg/L)	0,718 – 1,271	0,718 – 1,259	0,718 – 1,192	0,718 – 1,361

Nilai parameter kualitas air selama pemeliharaan menunjukkan nilai suhu pada perlakuan A berkisar antara 30,8 – 31,8°C, perlakuan B 30,8-32°C, perlakuan C 30,7-31,9°C dan pada perlakuan D suhu berkisar antara 30,9-32°C. Hasil pengukuran pH pada masa pemeliharaan pada perlakuan A berkisar 7,73-8,41, perlakuan B berkisar 7,75-8,35, perlakuan C berkisar 7,79-8,55 dan perlakuan D berkisar 7,74-8,44. Hasil pengukuran kandungan DO pada perlakuan A yaitu 6,4-7,1 mg/L, perlakuan B 6,3-6,8 mg/L, perlakuan C 6,2-6,8 mg/L dan perlakuan D yaitu 6,2-6,9 mg/L. Hasil pengukuran nilai amonia selama masa pemeliharaan pada perlakuan A yaitu 0,018-0,088 mg/L, perlakuan B 0,004-0,078 mg/L, perlakuan C yaitu 0,018-0,102 mg/L, dan perlakuan D yaitu 0,018-0,107 mg/L. Hasil pengukuran kadar nitrat pada perlakuan A yaitu 0,718-1,271 mg/L, perlakuan B 0,718-1,259 mg/L, perlakuan C 0,718-1,192 mg/L dan perlakuan D 0,718-1,361 mg/L. Hasil pengukuran kadar nitrit pada perlakuan A 0,055-0,07 mg/L, perlakuan B 0,055-0,073 mg/L, perlakuan C 0,055-0,081 mg/L dan perlakuan D 0,055-0,078 mg/L.

Pembahasan

Nilai Kecernaan dan Tingkat Kelangsungan Hidup

Kecernaan pakan merupakan indikator penting yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk menentukan jumlah nutrisi dan pakan yang dapat diserap oleh saluran pencernaan (Mayulu *et al.* 2018). Kecernaan total pada perlakuan yang diberi TDI (tepung daun indigofera) hasil fermentasi kapang *A. niger* dalam pakan pada perlakuan C menunjukkan hasil yang lebih baik dari pada perlakuan yang lain. Hal ini diduga karena adanya proses penyederhanaan zat selama proses fermentasi TDI tersebut. Sesuai dengan pernyataan Hatta *et al.* (2014) fermentasi berguna untuk mengurangi zat anti nutrisi dan serat kasar yang terdapat di dalam bahan baku. Kecernaan total menunjukkan jumlah nutrisi yang tercerna oleh ikan. Oleh karena itu, dengan adanya fermentasi membantu ikan pada saat proses mencerna dan menyerap nutrisi yang terdapat pada pakan.

Nilai kecernaan protein menunjukkan ikan mas Sinyonya dapat menyerap protein yang terkandung dalam TDI yang difermentasi menggunakan *A. niger*. Kecernaan protein yang berbeda nyata ($p < 0,05$) pada perlakuan C diduga disebabkan oleh penurunan zat anti nutrisi yang terdapat di dalam TDI akibat proses pengukusan sebelum dilakukan fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yanuartono *et al.* (2019) bahwa pengukusan dapat menurunkan zat anti nutrisi dan dapat meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan. Peningkatan kadar protein dan kecernaan TDI fermentasi diakibatkan oleh adanya enzim-enzim yang diproduksi oleh *A. niger* seperti enzim protease, lipase, amilase, selulase, glukamilase, hemiselulase, pectinase, oksidase dan katalase. Enzim yang dihasilkan tersebut dapat mengubah susunan senyawa dalam TDI fermentasi sehingga terjadi perubahan komposisi kimia TDI fermentasi (Kurniawan *et al.* 2016). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhalisa *et al.* (2022) bahwa semakin banyak protein yang dicerna di dalam pakan maka nutrisi yang diserap oleh tubuh semakin tinggi dan semakin besar nilai koefisien kecernaan menunjukkan bahwa pakan tersebut layak digunakan sebagai pakan.

Kecernaan lemak berkaitan dengan metabolisme yang terjadi pada ikan. Semakin tinggi persentase kecernaan lemak maka akan semakin baik metabolisme yang terjadi pada ikan. Faktor yang dapat mempengaruhi kecernaan nutrisi lemak meliputi jenis ternak, komposisi pakan, jumlah konsumsi pakan, tingkat pemberian pakan dan cara penyediaan pakan (Lokapirnasari *et al.* 2015). Terjadinya peningkatan kecernaan lemak pada perlakuan TDI fermentasi menunjukkan bahwa jamur *A. niger* mampu menghasilkan enzim lipase selama berlangsung proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Silfiyani *et al.* (2023) *A. niger* dapat menghasilkan enzim seperti lipase, amilase, dan selulase. Enzim lipase berfungsi untuk menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak, gliserida parsial, dan gliserol (Murni *et al.* 2010).

Nilai kecernaan energi merupakan jumlah karbohidrat, lemak dan protein pakan yang dapat dicerna oleh ikan. Tingginya kecernaan energi mengindikasikan bahwa kualitas bahan pakan semakin baik untuk dicerna dan bisa diserap dalam pencernaan. Pengaruh yang tidak nyata antara perlakuan C dan A ini disebabkan oleh konsumsi protein dan energi pakan tidak jauh berbeda dengan kata lain tidak menunjukkan pengaruh antar perlakuan sehingga adanya peningkatan kecernaan pakan berupa energi yang dihasilkan. Walaupun tidak berbeda nyata secara statistik dengan perlakuan A, namun kecernaan energi pada perlakuan C lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya sehingga dengan penambahan 30% TDI fermentasi dari kapang *A. niger* dapat mempengaruhi kecernaan energi. Energi di metabolisme untuk kebutuhan hidup pokok dan beraktivitas, namun sisanya akan disimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk lemak (Wielawa *et al.* 2020). Pada penelitian ini ikan yang diberi pakan TDI fermentasi berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan yang diberikan TDI non fermentasi dan tepung bungkil kedelai. Hal tersebut diduga karena terdapat pengaruh *A. niger* pada perlakuan TDI yang di fermentasi. Pada TDI fermentasi, kapang *A. niger* tumbuh dengan baik sehingga akan mengoptimalkan perannya dalam menghasilkan enzim selulase yang berfungsi dalam perombakan dan penurunan serat kasar (Lestari *et al.* 2021). Hal tersebut dibuktikan dengan kapang *A. niger* yang mampu menurunkan serat kasar TDI dari 5,21 % ke 2,98 %, sedangkan untuk perlakuan tepung bungkil kedelai memiliki serat kasar yang lebih tinggi dari TDI fermentasi yaitu 4,69 %. Pada TDI fermentasi proses fermentasi akan memungkinkan pelonggaran ikatan selulosa-lignin dan hemiselulosa-lignin, sehingga

memudahkan penetrasi enzim yang dihasilkan mikroba ke dalam ikatan serat tersebut dan pencernaan meningkat (Alauddin *et al.* 2019).

Jumlah konsumsi pakan menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan A dengan perlakuan B dan D, tetapi perlakuan A tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan perlakuan C. Jumlah konsumsi pakan yang tinggi terdapat pada perlakuan A dan perlakuan C, diduga pada perlakuan A memiliki tekstur, bentuk dan komposisi pakan yang lebih baik, kemudian diduga pada perlakuan C karena adanya proses fermentasi sehingga pakan memiliki bau khas fermentasi dan membuat ikan tertarik untuk makan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pamungkas (2013) palatabilitas pakan ditentukan oleh bentuk, ukuran, rasa, aroma dan warna yang merupakan faktor fisik pakan. Jumlah konsumsi pakan yang tinggi cenderung menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi karena pakan yang dibuat memiliki tekstur dan aroma yang membuat ikan tertarik untuk makan. Jumlah konsumsi pakan berkaitan dengan nilai nutrisi, penggunaan bahan baku, jumlah pakan yang dimakan dan pencernaan nutrisi serta karakteristik fisik pakan seperti ukuran, bentuk, warna, tekstur, rasa dan bau (Abidin *et al.* 2015).

Hasil dari tingkat kelangsungan hidup tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada tiap perlakuan dalam penelitian ini. Kelangsungan hidup ikan sangat tergantung dari kondisi perairan tempat hidupnya. Ikan akan memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi apabila kondisi perairan tersebut dapat mendukung. Pada penelitian ini kondisi air tetap dijaga dalam kondisi baik sehingga tidak mempengaruhi proses penelitian. Selain kondisi perairan, faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan adalah pakan, pakan yang diberikan dengan kualitas dan kuantitas yang cukup, dapat mendukung pertumbuhan ikan, yang secara langsung berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan tersebut (Ali *et al.* 2017). Pada penelitian ini, tingkat kelangsungan hidup pada tiap perlakuan berada pada nilai di atas 80% sehingga tingkat kelangsungan hidup penelitian ini dapat dikatakan baik karena masih di atas 70%. Sesuai dengan pernyataan Mulyani *et al.* (2014) bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan $\geq 50\%$ tergolong baik, kelangsungan hidup 30-50% sedang dan $\leq 30\%$ tidak baik. Pada penelitian ini ikan yang diberikan pakan TDI fermentasi tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan tersebut. Hal tersebut bisa terjadi karena kandungan nutrisi dari pakan pada setiap perlakuan itu telah memenuhi kebutuhan nutrisi dari ikan mas Sinyonya, sehingga ikan dapat mempertahankan kekebalan tubuh dan dapat meningkatkan imun tubuh.

Kualitas Air

Hasil nilai pengukuran suhu masih tergolong sesuai dan baik untuk budidaya ikan mas, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sihite *et al.* (2020) bahwa suhu terbaik pada perairan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan yaitu berkisar antara 25-32°C. Nilai pH masih dalam kisaran layak bagi benih ikan mas dan secara umum masih dalam kisaran yang optimal untuk budidaya perairan. Hal ini sesuai pernyataan Arifin (2017), Kandungan pH yang baik untuk budidaya pada umumnya yaitu 7-8. Kandungan pH pada setiap perlakuan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Nilai pH selama masa pemeliharaan relatif stabil dan masih optimal untuk pemeliharaan benih ikan mas, sebagaimana pendapat Wihardi *et al.* (2014), bahwa kisaran pH yang baik untuk budidaya ikan mas yaitu 6,5-8,5. Nilai DO pada tiap perlakuan dalam pemeliharaan tidak mengalami perubahan yang signifikan. Konsentrasi oksigen yang rendah dapat menghambat proses pertumbuhan benih ikan mas. Selain itu, oksigen dalam air sangat dibutuhkan untuk proses respirasi. Kadar oksigen pada perairan yang baik untuk pertumbuhan yaitu > 4 mg/L (Wihardi *et al.* 2014). Nilai DO pada pemeliharaan ikan pada penelitian ini bisa dikategorikan dengan nilai yang baik karena pada setiap perlakuannya memiliki nilai DO > 4 mg/L.

Nilai amonia selama masa pemeliharaan masih dikategorikan baik. Menurut Serlina *et al.* (2022), batas toleran kadar amonia pada perairan sebaiknya tidak lebih dari 0,2 mg/L. Dari hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar amonia pada setiap perlakuan masih dibawah 0,2 mg/L sehingga kadar amonia memiliki nilai yang baik. Tingginya kandungan amonia yang bersifat toksik akan menyebabkan penurunan pasokan oksigen terlarut dalam jumlah besar (Wahyuningsih *et al.* 2020). Kadar nitrat pada setiap perlakuan dalam penelitian ini masih berada pada kisaran yang optimal dimana kadar nitrat yang baik untuk pembenihan ikan mas tidak boleh melebihi 10 mg/L (Mariyam 2016). Kadar nitrit pada setiap perlakuan dalam penelitian ini masih berada pada kisaran yang optimal, hal tersebut sesuai dengan pendapat Andayani *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa kisaran maksimal nitrit yang diperbolehkan dalam kolam pemeliharaan adalah 0,5 mg/L.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan kapang *A. niger* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pencernaan total dengan nilai 53,7 %, pencernaan protein 84,88 % dan pencernaan energi sebesar 70,60 % pada ikan mas Sinyonya. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tepung daun indigofera yang difermentasi menggunakan kapang *A. niger* dapat menurunkan serat kasar pada pakan dari 5,21 % ke 2,98 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin Z, Muhammad J, Paryono, Nunik C, Salnida Y. 2015. Pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan lele (*Clarias* sp) yang diberi pakan berbahan baku lokal. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 4(1): 33–39.
- Ahmad N, Siddiqui PJA, Khan MK, Ali A, Tahir M, Akbar NU, Amin M, Attaullah M, Boneri ID. 2020. Effects of partial substitution of fishmeal by soybean meal in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* diet. *The Journal of Animal and Plant Sciences*. 30: 364–370.
- Alauddin MA, Muwahhid B, Wadjdi MF. 2019. Pengaruh alkalinasi larutan kapur dan fermentasi jerami jagung menggunakan (*Aspergillus niger*) terhadap kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen dan pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*. *Jurnal Rekasatwa Peternakan*. (1)1: 77–83.
- Ali AW, Koniyo Y, Juliana. 2017. Substitusi tepung kulit singkong pada pakan untuk pertumbuhan dan sintasan benih ikan mas. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 5(2): 1–6.
- Al-Maqtari QS, AL-Ansi W, Mahdi AI. 2019. Microbial enzymes produced by fermentation and their applications in the food industry-a review. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 8(1): 2319–1473.
- Andayani S, Suprastyani H, Sa'adati FT, Agustina CD. 2022. Analisis kesehatan ikan berdasarkan kualitas air pada budidaya ikan koi (*Cyprinus* sp) sistem resirkulasi. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 6(3): 20–26.
- Arifin MY. 2017. Pertumbuhan dan survival rate ikan nila (*Oreochromis* sp) strain merah dan strain hitam yang dipelihara pada media bersalinitas. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 16(1): 159–166.
- Bulbul M, Kader MA, Ambak MA, Hossain MS, Ishikawa M, Koshio S. 2015. Effects of crystalline amino acids, phytase and fish soluble supplements in improving nutritive values of high plant protein-based diets for kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*. 438: 98–104.
- Djunaidi IH, Natsir MH, Nuningtyas YF, Yusrifar M. 2020. The effectiveness of biacid (organic acid and essential oil) as substitute for antibiotics on ileal characteristics of broilers. *IOP Series: Earth and Environmental Science*. 478 hlm.
- Hardianto A, Ali U, Kalsum U. 2019. Pengaruh penambahan (*Aspergillus niger*) pada haylase *complete feed* berbasis bagas tebu dan kotoran ayam petelur terhadap pencernaan *in vitro*. *Jurnal Rekasatwa Peternakan*. 1(1): 128–129.
- Hassan MS, Soltan MA, Eman Y, Mohammady, Elashry AM, El-Haroun ER, Davies SJ. 2018. Growth and physiological responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed dietary fermented sunflower meal inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis*. *Aquaculture* 495: 592–601.
- Hatta I, Sjöfjan O, Sundu B. 2014. Pengaruh fermentasi kombinasi jamur (*Pleurotus ostreatus*) dengan (*Trichoderma viridae*) terhadap kandungan nutrisi dan aktivitas enzim selulase bungkil kopra. *Jurnal Ilmu – ilmu Peternakan*. 24(2) :20–30.
- Hermawan D, Suprayudi MA, Jusadi D, Alimuddin, Ekasari J. 2021. Evaluation of corn steep powder as a protein source of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* diet. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 20(2): 115–129.
- Hermawan D, Agung LA, Sari IJ, Wahyudin H, Tarigan I. 2024. Evaluation of corn steep liquor on the digestibility and growth performance of juvenile common carp strain Sinyonya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 23(2):189–200.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Kelautan dan Perikanan dalam angka tahun 2024. KKP. 503 hlm
- Kurniawan H, Utomo R, Yusiati LM. 2016. Kualitas nutrisi ampas kelapa (*Cocos nucifera* L.) fermentasi menggunakan (*Aspergillus niger*). *Jurnal Buletin Peternakan*. 40(1): 26–23.
- Lestari D, Sukaryani S, Yakin EA. 2021. Perbandingan lama fermentasi menggunakan (*Aspergillus niger*) terhadap kadar nutrisi kulit kentang. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 1(2): 6–10.
- Lokapirnasari WP, Fadli MM, Adikara RTS, Suherni. 2015. Suplementasi spirulina pada formula pakan mengandung bekatul fermentasi mikroba selulolitik terhadap pencernaan pakan. *Jurnal Agroveteriner*. 3(2): 137–144.
- Maulidia F, Azwar T, Nurhayati. 2022. Karakteristik proksimat tepung daun *Indigofera zollingeriana* hasil fermentasi menggunakan bakteri *Bacillus* sp. sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal Tilapia*. 3(2): 1–9.
- Mayulu H, Fauziah NR, Haris MI, Christiyanto M. 2018. Digestibility value and fermentation level of local feed-based ration for sheep. *Journal Animal Production*. (20): 95–102.
- Mariyam S. 2016. Analisis nitrit, nitrat, fosfat, dan zat organik di situ-situ Universitas Indonesia. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*. 5(2): 57–59.
- Muchlisin ZA, Arisa AA, Muhammadar AA, Fadli N, Arisa II, Siti-Azizah MN. 2016. Growth performance and feed utilization of keureling (*Tor tambra*) fingerlings fed a formulated diet with different doses of vitamin E (alpha-tocopherol). *Archives of Polish Fisheries*, 23: 47–52.
- Mukti R. Yonarta C, Pangawikan AD. 2019. Pemanfaatan daun (*Indigofera zollingeriana*) sebagai bahan pakan ikan patin (*Pangasius* sp). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Pesisir dan Perikanan*. 8(1): 18–25.

- Mulyani S, Yenni Y, Fitriani, Mirna. 2014. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipuasakan secara periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 2(1): 1–12.
- Muntafiah I. 2020. Analisis pakan pada budidaya ikan lele (*Clarias* sp) di Mranggen. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*. 4(1): 35–39.
- Murni SW, Kholisoh SD, Nugraha RA, Saputra NAS. 2010. Produksi enzim lipase dari *Aspergillus niger* dengan induser minyak goreng sawit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. 189–196.
- Musdalifah M, Syam H, 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.
- Nadir M, Syahrir S, Munasirah AL, Warni I, Satri N, Satriani, Sulistiawati A, Anugrah MP. 2024. Exploration of nutritional value of indigofera shoot leaves based on different ages. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 25 (19): 773–778.
- National Research Council. 2011. *Nutrient Requirement of Fish and Shrimp*. National Academy Press, Washington DC, USA.
- Nurhalisa W, Lumbessy SY, Lestari DP. 2022. Tingkat pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan tepung kacang gude (*Cajanus cajan*). *Journal of Aquatic Sciences*. 9(1): 12–21.
- Palupi R, Abdullah L, Astuti DA. 2014. Potensi dan pemanfaatan tepung pucuk (*Indigofera* sp) sebagai bahan pakan substitusi bungkil kedelai dalam ransum ayam petelur. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 19(3): 210–219.
- Pamungkas W. 2013. Aplikasi vitamin E dalam pakan: kebutuhan dan peranan untuk meningkatkan reproduksi, sistem imun dan kualitas daging pada ikan. *Jurnal Media Akuakultur*. 8(2): 145–150.
- Panigoro N, Ediwarman, Fitria Y, Karim II, Syahrizal, Purnama P. 2024. Karakteristik proksimat tepung daun tarum (*Indigofera zollingeriana*) hasil fermentasi (*Aspergillus niger*) perbandingan air berbeda sebagai bahan baku pakan. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*. (9)1: 97–104.
- Potki N, Falahatkar B, Alizadeh A. 2018. Growth, hematological and biochemical indices of common carp *Cyprinus carpio* fed diets containing corn gluten meal. *Aquaculture International*. 26: 1573–1586.
- Putri R, Thaib A, Nurhayati N. 2019. Kombinasi tepung ikan dan tepung daun indigofera sebagai sumber protein benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). In *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Abulyatama*. 3(1): 36–46.
- Sanlier N, Gocken BB, Sezgin AC. 2019. Health benefits of fermented foods. *Critical reviews in food science and nutrition*. 59(3): 506–527.
- Saputra F, Sutaryo S, Purnomoadi A. 2018. Pemanfaatan limbah padat industri tahu sebagai co-substrat untuk produksi biogas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(3): 117–121.
- Serlina S, Wahidah W, Dahlia D. 2022. Performa benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara pada tingkat kepadatan yang berbeda dengan media biofilter. *Jurnal Agrokompleks*. 22(2): 40–47.
- Sihite ER, Rosmiati, Putriningtias A, Putra A. 2020. Pengaruh padat tebar tinggi terhadap kualitas air dan pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan penambahan nitrobacter. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*. 4(1)10–16.
- Silfiyani W, Muhtarudin, Fathul F, Erwanto. 2023. Pengaruh lama fermentasi daun nanas dan tingkat penggunaan *Aspergillus niger* terhadap pencernaan protein kasar dan lemak kasar secara *in vitro*. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*. 7(4): 514–522.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory work chemical evaluation of dietary nutrients, in: Watanabe T (ed). *Fish nutrition and mariculture*. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. 179–225.
- Thongprajukaew K, Rodjaroen S, Tantikitti C, Kovitvadh U. 2015. Physicochemical modifications of dietary palm kernel meal affect growth and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Animal Feed Science and Technology*. 202: 90–99.
- Wahyuningsih S, Gitarama AM, Gitarama AM. 2020. Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5(2): 112–125.
- Wielawa H, Yunus M, Ernawati LS. 2020. Pengaruh substitusi jagung giling oleh tepung bonggol pisang hasil fermentasi khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap konsumsi dan pencernaan BETN dan energi kambing lokal betina. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*. 2(3): 941–948.
- Wihardi Y, Yusanti IA, Haris RBK. 2014. Feminisasi pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan perendaman ekstrak daun-tangkai buah terung cepoka (*Solanum torvum*) pada lama waktu perendaman berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*. 9(1): 23–28.
- Yanuartono, Nururrozi A, Indarjulianto S, Purnamaningsih H, Raharjo S. 2019. Metode tradisional pengolahan bahan pakan untuk menurunkan kandungan faktor anti nutrisi: review singkat. *Jurnal Ilmu Ternak*. 19(2): 97–107.

Yanuartono, Purnamaningsih H, Indarjulianto S, Nururrozi1 A, Raharjo S. 2018. Dampak negatif indospicine dalam (*Indigofera* sp) pada ternak. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 7(2):91–100.