

Substitusi Tepung Ikan Dengan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Terhadap Retensi Protein, dan Retensi Lemak, Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

***Melsa Nurhidayati, Andi Nikhlani, dan Henny Pagoray**

Program Studi Akuakultur, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

Jl. Gunung Tabur No. 1. Kampus Gunung. Kelua Samarinda 76123, Indonesia

*e-mail korespondensi: nurhidayatimelsa@gmail.com

Abstract. This study aims to analyze protein retention and fat retention in common carp (*Cyprinus carpio*) fed formulated feed with substitutions of fishmeal and earthworm meal (*L. rubellus*), as well as to determine the best substitution ratio between fishmeal and earthworm meal (*L. rubellus*) in formulated feed for protein retention and fat retention in common carp (*Cyprinus carpio*). The study used a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments and three replications. The treatments in this study were differences in the doses of fishmeal and earthworm meal given to the carp at different doses, namely PA (100% fishmeal and 0% earthworm meal), PB (75% fishmeal and 25% earthworm meal), PC (50% fishmeal and 50% earthworm meal), and PD (25% fishmeal and 75% earthworm meal). The main parameters observed included protein retention, fat retention, and absolute biomass weight growth, while supporting parameters such as water quality were measured periodically. The results showed that substituting fishmeal with earthworm meal had a significant effect ($P < 0.05$) on protein retention, fat retention, and absolute weight growth of the carp. Treatment C (50% fishmeal + 50% earthworm meal) gave the best results with protein retention of 86%, fat retention of 168.1%, and absolute weight growth of 57.6 g. This indicates that the combination of fishmeal protein and earthworm meal at a 50% substitution level can provide optimal nutritional balance, particularly in amino acid profile, thereby improving metabolic efficiency and nutrient utilization by the fish. Water quality parameters during the study remained within the optimal range for carp survival, and thus did not affect the study results.

Keywords: Earthworm Flour (*Lumbricus Rubellus*), Protein Retention, Fat Retention, Common Carp (*Cyprinus Carpio*)

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suplementasi pektin kulit jeruk (PKJ) serta substitusi tepung ikan dengan tepung cacing *Lumbricus rubellus* terhadap retensi protein dan retensi lemak pada ikan mas *Cyprinus carpio*, serta menentukan dosis dan tingkat substitusi terbaik pada pakan buatan. Dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan dosis penggunaan tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada ikan mas dengan dosis berbeda yaitu PA (100% Tepung ikan dan 0 % tepung cacing tanah), PB (75% Tepung ikan dan 25 % tepung cacing tanah), PC (50% Tepung ikan dan 50% tepung cacing tanah), dan PD, (25% Tepung ikan dan 75% tepung cacing tanah). Parameter utama yang diamati meliputi retensi protein, retensi lemak, dan pertumbuhan biomassa berat mutlak, sedangkan parameter penunjang berupa kualitas air diukur secara berkala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap retensi protein, retensi lemak, dan pertumbuhan berat mutlak ikan mas. Perlakuan C (50% tepung ikan + 50% tepung cacing tanah) memberikan hasil terbaik dengan nilai retensi protein 86%, retensi lemak 168,1%, dan pertumbuhan berat mutlak sebesar 57,6 g. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi protein tepung ikan dan tepung cacing tanah pada level substitusi 50% mampu memberikan keseimbangan nutrisi optimal, khususnya profil asam amino, sehingga meningkatkan efisiensi metabolisme dan pemanfaatan nutrisi oleh ikan. Parameter kualitas air selama penelitian masih berada dalam kisaran optimal untuk kehidupan ikan mas, sehingga tidak mempengaruhi hasil penelitian.

Kata Kunci: Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus Rubellus*), Retensi Protein, Retensi Lemak, Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*)

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu komponen penting dalam kegiatan budidaya ikan, karena berperan langsung dalam menunjang keberhasilan produksi. Kualitas pakan dapat ditentukan berdasarkan kandungan komponen penyusunnya, serta sejauh mana komponen tersebut dapat diserap dan dimanfaatkan secara optimal oleh ikan (Megawati *et al.*, 2012). Kebutuhan nutrisi ikan diformulasikan melalui kombinasi bahan baku nabati dan hewani untuk menghasilkan kandungan nutrisi yang seimbang (Yanti *et al.*, 2013). Secara fisiologis, pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan, penyediaan energi, aktivitas gerak, serta proses reproduksi ikan (Novriadi, 2019). Salah satu bahan baku hewani yang paling banyak digunakan dalam formulasi pakan adalah tepung ikan, karena memiliki kandungan protein dan asam amino esensial yang relatif lengkap.

Tepung ikan merupakan bahan baku utama dalam penyusunan pakan, terutama sebagai sumber protein hewani. Namun, produksi tepung ikan lokal saat ini hanya mampu memenuhi sekitar 60–70% dari kebutuhan, dengan kualitas dan kuantitas yang masih berfluktuasi (Priyadi *et al.*, 2009). Meskipun demikian, tepung ikan tetap menjadi komponen utama dalam formulasi pakan ikan karena kandungan proteinnya yang tinggi serta keseimbangan

asam amino esensial yang baik. Keterbatasan produksi dan tingginya harga tepung ikan inilah yang mendorong perlunya upaya mencari sumber protein alternatif untuk mendukung keberlanjutan budidaya perikanan.

Tepung ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang umum digunakan dalam ransum ternak monogastrik. Ketersediaan protein hewani dalam pakan sangat penting karena mengandung asam amino esensial kompleks yang berperan dalam pertumbuhan dan pembentukan jaringan tubuh ternak (Purnamasari *et al.*, 2006). Tepung ikan dihasilkan dari pengolahan ikan, baik berupa ikan utuh, limbah pengolahan, maupun ikan yang tidak layak dikonsumsi manusia. Tepung ikan yang berkualitas umumnya mengandung protein kasar sebesar 58–68%, kadar air 5,5–8,5%, serta garam 0,5–3,0% (Sitompul, 2004). Namun demikian, ketersediaan tepung ikan di pasaran masih terbatas dan harganya relatif tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sumber protein alternatif yang berkelanjutan, terjangkau, dan memiliki kandungan gizi yang setara dengan tepung ikan. Salah satu bahan pakan alternatif yang mulai mendapat perhatian adalah tepung cacing tanah.

Tepung cacing tanah memiliki keunggulan dibandingkan dengan tepung ikan, antara lain kandungan protein yang lebih tinggi yaitu sekitar 72%, kadar lemak yang rendah, mudah dicerna, serta mengandung beberapa jenis asam amino dengan konsentrasi lebih tinggi. Selain itu, tepung cacing tanah relatif lebih mudah diperoleh karena budidaya dan pengolahannya telah banyak dilakukan, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan tambahan pakan ternak (Umayu, 2010). Keunggulan tersebut mendorong berbagai penelitian untuk mengkaji pemanfaatan tepung cacing tanah dalam pakan ikan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan tepung cacing tanah dalam pakan ikan. (Evans *et al.*, 2014) menyatakan bahwa penambahan tepung cacing tanah pada ikan gabus (*Channa striata*) menunjukkan dosis terbaik sebesar 10%. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh (Boaru *et al.*, 2016) pada ikan pedang (*Xiphophorus hellerii*) dengan dosis optimal 10%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penelitian ini mengacu pada temuan (Evans *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa konsentrasi terbaik tepung cacing tanah pada ikan gabus adalah 10%. Oleh karena itu, penggunaan tepung cacing tanah dalam pakan diharapkan dapat berperan sebagai atraktan yang berpengaruh terhadap tingkat konsumsi pakan, efisiensi pakan, serta pertumbuhan ikan patin (*Pangasius sp.*) sejalan dengan penelitian lain yang mengevaluasi potensi tepung cacing tanah pada spesies ikan berbeda.

Penelitian Aslamyah *et al.* (2013) menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada pakan ikan bandeng tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap konsumsi pakan, efisiensi pakan, retensi protein dan lemak, tingkat kelangsungan hidup, komposisi proksimat tubuh, serta kadar glikogen pada hati dan otot. Namun, pada tingkat substitusi tertinggi, yaitu 100% tepung cacing tanah, pertumbuhan bobot relatif ikan bandeng justru meningkat signifikan hingga mencapai $1216,91 \pm 14,22\%$. Penelitian menunjukkan bahwa tepung cacing tanah berpotensi menjadi sumber protein alternatif yang efektif dalam pakan untuk mendukung pertumbuhan optimal ikan bandeng tanpa mengganggu fungsi fisiologis maupun metabolisme penting lainnya.

Penelitian Rachmawati (2013) menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah dalam pakan buatan berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan kerapu macan. Substitusi sebesar 25% tepung cacing tanah merupakan dosis terbaik yang menghasilkan laju pertumbuhan relatif tertinggi pada ikan tersebut. Meskipun demikian, substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah masih perlu dikaji lebih lanjut, terutama terkait efisiensi pencernaan dan pemanfaatan nutrisi oleh ikan. Retensi protein dan retensi lemak merupakan indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi pemanfaatan nutrisi pakan. Nilai retensi yang tinggi menunjukkan bahwa ikan mampu menyerap dan memanfaatkan nutrisi secara optimal untuk pertumbuhan dan proses metabolisme tubuh. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah terhadap retensi protein dan lemak pada ikan mas menjadi penting untuk dilakukan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ikan selama 30 hari, terdiri dari 2 tahap yaitu tahap persiapan penelitian yang dimulai pada bulan September 2024 – Oktober 2024 dan pada tahap pelaksanaan penelitian dilakukan pada November 2024 – Desember 2024. Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas box kontainer untuk pemeliharaan ikan sebanyak 20 buah dengan ukuran $30 \times 60 \times 25 \text{ cm}^3$. Pengukuran kualitas air dilakukan menggunakan beberapa alat, yaitu termometer, DO meter, pH meter, dan spektrometer. Selain itu, digunakan pula alat penunjang penelitian berupa pompa air, selang, blower, cabang aerasi, batu aerasi, serok, ember, dan seser. Dokumentasi penelitian dilakukan menggunakan kamera, serta pencatatan data dibantu dengan alat tulis.

Bahan baku untuk pembuatan pakan yang digunakan yaitu ikan yang sudah diolah menjadi tepung, tepung cacing tanah, tepung dedak padi, minyak ikan, vitamin dan mineral sebagai bahan campuran pakan serta CMC sebagai bahan perekat bahan-bahan pakan.

Tabel 1. Formulasi pakan uji ikan mas selama pemeliharaan

Sumber Bahan Pakan	A	B	C	D
Tepung Ikan	39.46	30.77	22.05	10.65
Tepung Cacing	0.00	11.00	22.05	36.50
Tepung Dedak	30.00	30.00	30.00	30.00
Minyak Ikan	5.00	5.00	5.00	5.00
Vitamin	3.00	3.00	3.00	3.00
Mineral	3.00	3.00	3.00	3.00
Coline Chlorida	2.00	2.00	2.00	2.00
CMC	2.00	2.00	2.00	2.00
Filler	15.54	13.23	10.90	7.85
	100.00	100.00	100.00	100.00
Kadar Protein	30.01	30.01	30.01	30.01
Kadar Lemak	8.38	9.62	10.87	12.51
Kadar KH	23.52	25.20	26.88	29.08
Energi	224.45	238.82	253.28	272.20
C/P	7.48	7.96	8.44	9.07

(Sumber : Labolatorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, 2024)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ikan mas berukuran 4–6 cm dengan berat 1–4 gram yang diperoleh dari pembudidaya di daerah Anggana. Media pemeliharaan yang digunakan adalah air PDAM yang telah diaerasi selama satu minggu. Selain itu, digunakan pakan ikan dengan kandungan protein sebesar 30% yang disusun dari beberapa bahan, yaitu tepung ikan, tepung cacing tanah, tepung dedak padi, filler, minyak ikan, vitamin, mineral, choline chlorida, dan carboxyl methyl cellulose (CMC).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini disimbolkan dengan huruf A, B, C, D. Ulangan disimbolkan dengan huruf U dimulai dari U1. Perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan dosis penggunaan tepung ikan dengan tepung cacing tanah adapun formulasi pakan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Dosis pektin dan suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* (10^8 CFU/mL)

No.	Perlakuan	Tepung ikan	Tepung Cacing Tanah
1.	A	100 %	0 %
2.	B	75 %	25 %
3.	C	50 %	50 %
4.	D	25 %	75 %

Perlakuan dalam penelitian ini terdiri atas 4 perlakuan yang disimbolkan dengan huruf A, B, C, dan D. Perbedaan perlakuan didasarkan pada persentase penggunaan tepung ikan dan tepung cacing tanah dalam formulasi pakan, yaitu:

Perlakuan A = 100% tepung ikan + 0% tepung cacing tanah

Perlakuan B = 75% tepung ikan + 25% tepung cacing tanah

Perlakuan C = 50% tepung ikan + 50% tepung cacing tanah

Perlakuan D = 25% tepung ikan + 75% tepung cacing tanah

Persiapan Alat

Tahap persiapan alat diawali dengan pencucian bak kontainer penelitian hingga bersih, kemudian dikeringkan. Bak kontainer selanjutnya disusun sesuai dengan tata letak penelitian dan diberi label berdasarkan perlakuan dan ulangan. Setelah itu, masing-masing bak diisi dengan air yang telah diaerasi terlebih dahulu dengan volume 25 liter per bak.

Persiapan Bahan

Air media penelitian terlebih dahulu diaerasi di dalam bak penampungan ikan selama 7 hari. Ikan mas kemudian diaklimatisasi di dalam bak penampungan selama 3 hari sebelum dimasukkan ke dalam bak penelitian. Pembuatan tepung cacing tanah diawali dengan membersihkan cacing tanah menggunakan air mengalir, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50–60 °C untuk mempercepat proses pengeringan. Setiap suhu oven mencapai 60 °C, oven dibuka sementara untuk menurunkan suhu agar cacing tanah tidak mengalami gosong. Cacing tanah yang telah kering selanjutnya digiling menggunakan blender hingga diperoleh tepung cacing tanah yang halus, kemudian dikemas ke dalam plastik klip untuk penyimpanan.

Pembuatan Pakan

Pembuatan pakan buatan diawali dengan menimbang seluruh bahan sesuai dengan kebutuhan formulasi pada masing-masing perlakuan. Bahan-bahan yang telah ditimbang kemudian dicampur secara bertahap, dimulai dari bahan kering seperti carboxyl methyl cellulose (CMC), choline chlorida, mineral, vitamin, filler, tepung cacing tanah, tepung dedak padi, dan tepung ikan, hingga seluruh bahan tercampur secara homogen. Selanjutnya, minyak ikan ditambahkan sesuai dengan dosis yang telah ditentukan pada setiap perlakuan, kemudian ditambahkan air sebanyak 250 ml. Adonan pakan yang telah tercampur merata kemudian dicetak menjadi pelet dengan ukuran 1 mm. Pelet yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50–60 °C dengan cara membuka oven setiap 5 menit untuk menurunkan suhu. Setelah proses pengovenan selesai, pelet dikemas ke dalam plastik klip dan diberi kode sesuai dengan perlakuan.

Pelaksanaan Penelitian

Ikan terlebih dahulu diadaptasikan dengan pakan buatan selama satu minggu. Sebelum dimasukkan ke dalam bak penelitian, ikan mas ditimbang untuk mengetahui bobot biomassa awal. Uji proksimat awal dilakukan terhadap 10 ekor ikan sebagai sampel. Selanjutnya, ikan dimasukkan ke dalam bak penelitian dengan kepadatan 20 ekor per bak. Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari, dengan metode *ad satiation* hingga ikan mencapai kondisi kenyang. Penyiponan dilakukan apabila kondisi air dalam bak penelitian mulai kotor, disertai dengan penggantian dan penambahan air sebanyak 50% dari total volume air. Pada akhir penelitian, dilakukan penimbangan biomassa akhir ikan. Selain itu, ikan juga diambil sebagai sampel untuk dilakukan uji proksimat akhir pada masing-masing perlakuan.

Analisis Pengumpulan Data

penelitian ini data utama terdiri dari 5 parameter, yaitu retensi protein, retensi lemak, pertumbuhan biomassa berat mutlak, rasio konversi pakan, kualitas air sebagai data penunjang.

Data Utama

1. Retensi Protein

Retensi protein dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RP = \frac{FP - IP}{P} \times 100\%$$

Keterangan :

Fp = jumlah protein tubuh ikan pada waktu akhir pemeliharaan (g)

Ip = jumlah protein tubuh ikan pada waktu awal pemeliharaan (g)

P = jumlah protein yang dikonsumsi ikan selama pemeliharaan (g)

2. Retensi Lemak

Retensi lemak dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$RL = \frac{FI - II}{L} \times 100\%$$

Keterangan:

FI = jumlah lemak tubuh ikan pada waktu akhir pemeliharaan (g)

II = jumlah lemak tubuh ikan pada waktu awal pemeliharaan (g)

L = jumlah lemak yang dikonsumsi ikan selama pemeliharaan (g)

Data Penunjang

3. Pertumbuhan Biomassa Berat Mutlak

Menurut Zenneved *et al.* (2091) Pertumbuhan Biomassa Berat Mutlak dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Wm = Wt - Wo$$

Keterangan:

Wm = Pertumbuhan Biomassa berat mutlak (g)

Wt = Berat Biomassa ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = Berat Biomassa ikan pada awal penelitian (g)

4. Rasio Konversi Pakan

Menurut djajasewaka (1985) menjelaskan bahwa Rasio Konversi Pakandapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$FCR = \frac{F}{Wt - Wo}$$

Keterangan:

FCR = Feed Conversion Ratio

Wt = Berat total pada akhir penelitian (g)

Wo = Berat total pada awal penelitian (g)

F = Berat total pakan yang diberikan selama penelitian

Data Kualitas Air

Tabel 3. Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Pengukuran
1.	Oksigen Terlarut	mg/L	Seminggu sekali
2.	pH	-	Seminggu sekali
3.	Suhu	°C	Setiap hari
4.	Ammonia (NH ₃)	mg/L	Seminggu sekali

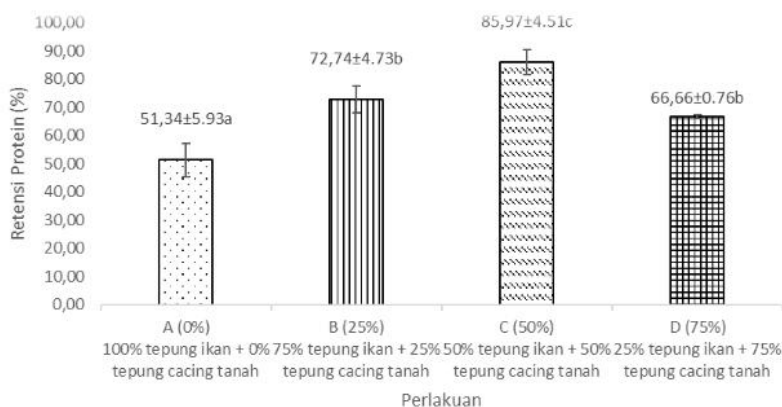
Analisis Data

Data hasil penelitian yang meliputi pertumbuhan panjang total, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, efesiensi pemanfaatan pakan, dan tingkat konsumsi pakan diuji homogenitasnya dengan uji *Levene* lalu dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan di uji lanjut dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Retensi Protein

Hasil analisis retensi protein pada penelitian yang dilakukan pada ikan mas selama 30 hari pemeliharaan dengan perlakuan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada dosis yang berbeda pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata retensi protein ikan mas selama penelitian

Gambar 1. memperlihatkan bahwa retensi protein tertinggi pada perlakuan C (50% TI – 50% TC) sebesar 86,0%, disusul perlakuan B (75% TI – 25% TC) sebesar 72,7%, kemudian perlakuan D (25% TI – 75% TC) sebesar 66,7%, dan terakhir perlakuan A (100% TI – 0% TC) sebesar 51,3%. Hasil analisis sidik ragam menghasilkan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah menghasilkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) (lampiran tabel 1) terhadap retensi protein benih ikan mas. Berdasarkan uji DMRT (lampiran tabel 4) menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Perlakuan B juga berbeda nyata dengan perlakuan A, C, dan D. Demikian pula, perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan D. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan B dan D.

Retensi protein tertinggi pada perlakuan C (86,0%) dalam penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah adalah komposisi paling efisien untuk benih ikan mas, karena menciptakan keseimbangan nutrisi dan daya cerna yang optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Adawyah *et al.* (2020) pada ikan nila dan Saragih *et al.* (2019) pada ikan lele yang juga menunjukkan hasil terbaik pada substitusi 50%. Hal ini memperkuat bahwa 50% adalah titik optimal dalam substitusi tepung ikan oleh tepung cacing tanah untuk mencapai efisiensi pakan dan metabolisme protein yang tinggi pada berbagai jenis ikan budidaya. Hal ini berarti kandungan nutrisi dan asam amino dalam pakan dengan formulasi tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik oleh tubuh ikan sehingga dapat memacu pertumbuhan dari ikan. Hal ini didukung oleh pendapat Marzuqi *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa penggunaan pakan dengan kandungan protein yang sesuai kebutuhan dan dalam jumlah optimum akan menyebabkan pembentukan jaringan baru sehingga laju pertumbuhan meningkat. Kualitas pakan juga merupakan faktor penting yang menunjang laju pertumbuhan spesifik ikan. Sebayang *et al.* (2020) menjelaskan bahwa pakan berkualitas tinggi lebih mudah dicerna dan dimanfaatkan secara efisien, sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan. Sedangkan pada perlakuan A (100% tepung ikan) menunjukkan hasil terendah, karena kandungan asam amino tepung ikan lebih rendah dibandingkan dengan tepung cacing tanah. Berikut ini adalah tabel komposisi asam amino esensial antara tepung cacing tanah, tepung ikan, dan kebutuhan ikan mas Hayati *et al.*, (2011) dalam Sitompul, (2004).

Tabel 4. Profil Asam Amino

Asam Amino	Tepung Cacing Tanah	Tepung Ikan	Kebutuhan Ikan Mas
Lisin	8.69%	2.71-5.74%	6%
Histidin	5.76%	0.5-0.99%	1.5%
Arginin	3.01%	2.10-3.97%	4.4%
Treonin	2.29%	1.8-2.91%	3.8%
Valin	5.12%	1.5-3.3%	3,4%
Metionin	3.64%	0.99-2.61%	1.8%
Isoleusin	4.2%	1.61-2.61%	2.6%
Leusin	4.64%	2.78-4.03%	4.8%
Cysteine	2.51%	0.25-0.71%	0.9%
Tirosin	3.72%	1.01-1.90%	2.2%
Fenilalanin	1.77%	1.81-2.99%	3.4%

Sumber: Hayati *et al.* (2011), Sitompul (2004), dan Ogino (1980)

Berdasarkan perhitungan data dapat dilihat bahwa efek pemberian pada perlakuan C yaitu penggunaan 50% tepung ikan dengan 50% dari tepung cacing tanah menunjukkan retensi protein paling tinggi dari perlakuan A (0%), B (25%) dan D (75%). Hal ini dapat diartikan bahwa tepung cacing tanah diketahui memiliki kandungan protein yang tinggi dan profil asam amino yang baik, sehingga dapat menggantikan sebagian peran tepung ikan sebagai sumber protein utama dalam pakan (Aslamyah *et al.*, 2013). Peningkatan retensi protein pada perlakuan 50% menunjukkan bahwa kombinasi antara tepung ikan dan tepung cacing tanah mampu memberikan keseimbangan nutrisi yang optimal untuk pertumbuhan dan metabolisme ikan. Namun, pada tingkat substitusi yang lebih tinggi (75%), retensi protein justru menurun, meskipun masih lebih tinggi dibandingkan kontrol (100% tepung ikan). Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh keterbatasan zat gizi tertentu atau adanya faktor pembatas dari tepung cacing tanah jika digunakan dalam jumlah terlalu tinggi.

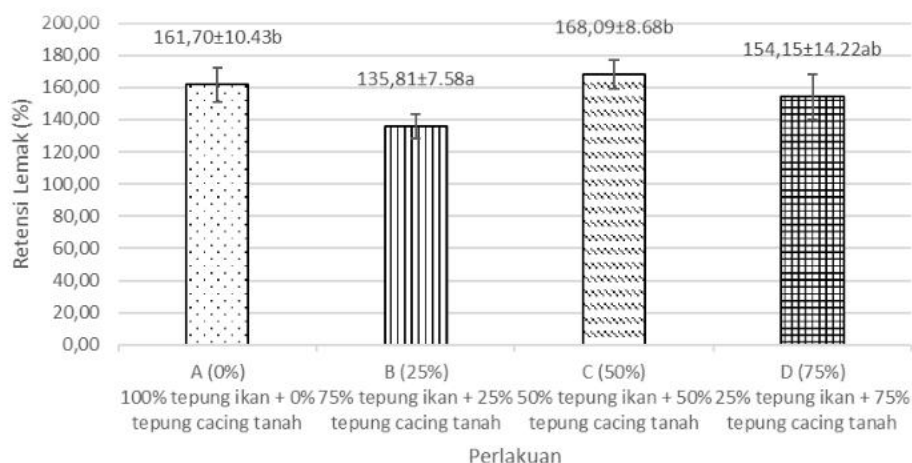
Peningkatan retensi protein pada perlakuan substitusi diduga karena kandungan asam amino esensial pada tepung cacing tanah yang cukup lengkap dan mudah dicerna oleh ikan mas. Selain itu, kombinasi protein hewani dari tepung ikan dan tepung cacing tanah dapat memberikan profil asam amino yang lebih seimbang, sehingga efisiensi penggunaan protein dalam tubuh ikan meningkat. Sebaliknya, penggunaan 100% tepung ikan menghasilkan retensi protein terendah. Kualitas tepung ikan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis dan mutu bahan baku, spesies ikan yang digunakan, serta metode pengolahannya. Teknik pemrosesan, seperti pemanasan bersuhu tinggi atau penggunaan autoklaf, dapat mengubah kandungan protein dan komposisi asam amino. Hal ini mengindikasikan

bahwa protein dalam tepung ikan belum tentu memiliki kualitas yang cukup baik untuk mendukung retensi protein yang optimal pada ikan.

Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung cacing tanah pada pakan ikan mas dapat memperbaiki efisiensi pemanfaatan protein pakan. Secara keseluruhan, substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah hingga 50% dapat direkomendasikan untuk meningkatkan retensi protein pada ikan mas tanpa menurunkan kualitas pakan, bahkan justru meningkatkan efisiensi penggunaan protein dalam tubuh ikan mas.

B. Retensi Lemak

Hasil analisis retensi lemak pada penelitian yang dilakukan pada ikan mas selama 30 hari pemeliharaan dengan perlakuan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada dosis yang berbeda pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata retensi lemak benih ikan mas selama penelitian.

Gambar 2. memperlihatkan retensi lemak tertinggi pada perlakuan C (50% TI – 50% TC) sebesar 168,1%, disusul perlakuan A (100% TI – 0% TC) sebesar 161,7%, kemudian perlakuan D (25% TI – 75% TC) sebesar 154,1%, dan terakhir perlakuan B (75% TI – 25% TC) sebesar 135,8%. Hasil analisis sidik ragam menghasilkan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah menghasilkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) (lampiran tabel 2) terhadap retensi lemak benih ikan mas. Berdasarkan uji DMRT (lampiran tabel 5) menunjukkan bahwa perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan A, C dan D. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan A dan C.

Perlakuan C (50%) dalam penelitian ini terbukti paling efektif dalam meningkatkan retensi lemak, dengan nilai tertinggi (168,1%) dibandingkan perlakuan lain. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi seimbang antara tepung ikan dan tepung cacing tanah menciptakan profil asam lemak dan daya cerna yang optimal, mendukung metabolisme dan penyimpanan energi tubuh ikan secara efisien. Penelitian ini sejalan dengan temuan Adawyah *et al.* (2020) pada ikan nila dan Afriani *et al.* (2019) pada ikan patin, yang juga menunjukkan bahwa level substitusi 50% merupakan titik optimal untuk efisiensi retensi lemak.

Tingginya retensi lemak pada perlakuan A (161,7%) dan perlakuan C (168,1%) ini diduga disebabkan karena enzim lipase yang bertugas untuk menghidrolisis lemak jumlahnya terbatas, sehingga penyerapan lemak tidak dapat dilakukan secara maksimal yang akan menimbulkan sisa lemak yang diretensi jumlahnya lebih banyak. Retensi lemak pada perlakuan B (135,8%) diduga karena pakan yang dikonsumsi ikan tersebut mempunyaiimbangan protein dan non protein yang memenuhi kebutuhan ikan, sehingga lemak dapat dimanfaatkan dengan efisien sebagai energi sebagai akibatnya lemak yang dideposit didalam tubuh tidak tinggi (Subekti *et al.*, 2011).

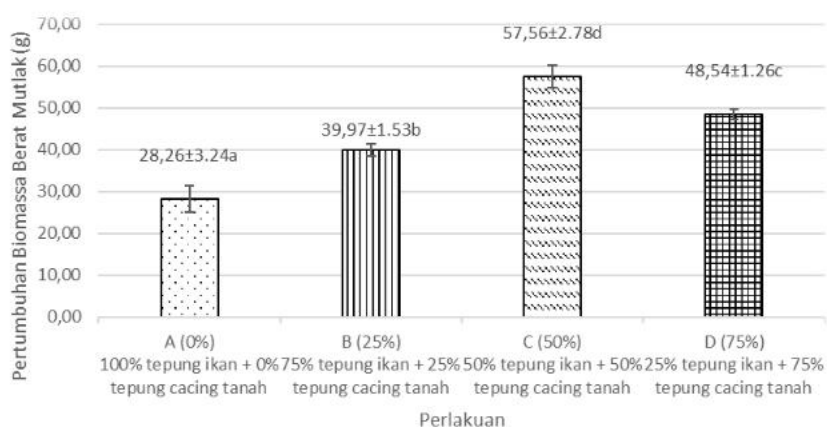
Perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan C, sedangkan perlakuan lainnya tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah dalam pakan berpengaruh terhadap retensi lemak ikan. Retensi lemak tertinggi dicapai pada perlakuan substitusi 50% tepung ikan dengan 50% tepung cacing tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi kedua sumber protein tersebut mampu memberikan keseimbangan nutrisi yang optimal, sehingga lemak dari pakan dapat dimanfaatkan dan disimpan secara efisien oleh tubuh ikan.

Peningkatan retensi lemak pada perlakuan 50% substitusi kemungkinan disebabkan oleh profil asam lemak dan kandungan nutrisi yang lebih seimbang, sehingga mendukung proses metabolisme dan penyimpanan energi

dalam bentuk lemak tubuh (Pangkey, 2011; Febriyanti *et al.*, 2016). Sementara itu, pada substitusi tepung cacing tanah yang lebih tinggi (75%), nilai retensi lemak justru menurun. Penurunan ini dapat disebabkan oleh kemungkinan keterbatasan zat gizi tertentu atau adanya faktor pembatas dalam tepung cacing tanah jika digunakan dalam jumlah berlebih, sehingga efisiensi pemanfaatan lemak menurun. Nilai retensi lemak yang tinggi menunjukkan efisiensi penggunaan lemak dalam pakan sebagai sumber energi dan cadangan energi bagi ikan. Lemak sangat penting untuk pertumbuhan, metabolisme, dan kelangsungan hidup ikan, terutama saat ketersediaan energi dari karbohidrat dan protein terbatas (Dani *et al.*, 2005; Pangkey, 2011).

C. Pertumbuhan Berat Mutlak

Hasil analisis pertumbuhan berat mutlak pada penelitian yang dilakukan pada ikan mas selama 30 hari pemeliharaan dengan perlakuan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada dosis yang berbeda pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata pertumbuhan berat mutlak benih ikan mas selama penelitian.

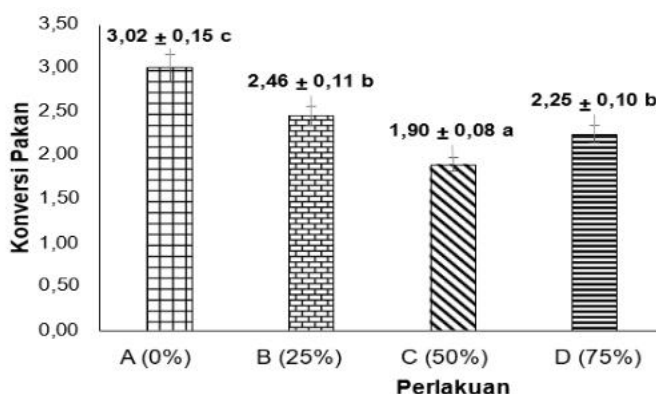
Gambar 3. memperlihatkan bahwa pertumbuhan berat mutlak benih ikan mas tertinggi pada perlakuan C (50% TI – 50% TC) sebesar 57,6 g, disusul perlakuan A (100% TI – 0% TC) sebesar 28,3%, kemudian perlakuan B (75% TI – 25% TC) sebesar 40,0 g, dan terakhir perlakuan D (25% TI – 75% TC) sebesar 48,5 g. Hasil analisis sidik ragam menghasilkan substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah menghasilkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) (lampiran tabel 3) terhadap retensi lemak benih ikan mas. Berdasarkan uji DMRT perlakuan A (lampiran tabel 6) menunjukkan bahwa perlakuan A berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D. Perlakuan B juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan perlakuan A, C, dan D. Demikian pula, perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A, B, dan D.

Tingginya kenaikan berat mutlak pada perlakuan dengan substitusi tepung cacing tanah pada Perlakuan C diduga disebabkan kandungan asam amino esensial yang lebih lengkap dan tepat untuk pertumbuhan ikan mas dibandingkan dengan Perlakuan A yang hanya menggunakan tepung ikan. Sedangkan pada perlakuan D mengalami penurunan diduga kandungan pakan yang tidak sesuai benih ikan mas dapat menghambat pertumbuhan ikan mas.

Menurut Nuryadin (2023) profil asam amino yang lengkap dan seimbang dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan. Istiqomah *et al.* (2009), protein dari tepung cacing tanah memiliki profil asam amino yang lengkap dan berimbang sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein untuk pertumbuhan ikan. Hal ini juga diperkuat oleh Maryam *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa tepung cacing tanah dapat menjadi alternatif sumber protein yang baik, terutama ketika kandungan asam amino dalam pakan mendekati kebutuhan nutrisi ikan.

D. Rasio konversi pakan (FCR)

Rasio Konversi Pakan merupakan jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu berat ikan dalam satuan yang sama. Semakin rendah atau kecil nilai konversi pakan, maka efisiensi pemanfaatan pakan semakin besar atau bertambah (Stickney, 1979). Data penelitian konversi pakan selama penelitian di sajikan di bawah ini.



Gambar 4. Rata-rata Rasio Konversi Pakan benih ikan mas selama penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian, substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai FCR pakan nilai rata-rata konversi pakan tertinggi diperoleh pada perlakuan A (0%) sebesar 3,02, diikuti oleh perlakuan B (25%) sebesar 2,46, dan perlakuan D (75%) sebesar 2,25, Nilai konversi pakan terendah terdapat pada perlakuan C (50%) dengan nilai 1,90. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah pada pakan benih ikan mas dengan dosis berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap nilai laju pertumbuhan spesifik benih ikan mas ($P < 0,05$). Berdasarkan uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa perlakuan C berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Perlakuan A juga berbeda nyata dengan perlakuan B, C, dan D, Sementara itu, perlakuan B, dan D, tidak menunjukkan perbedaan nyata satu sama lain.

Nilai FCR yang tinggi pada perlakuan A (0%), B (25%), dan D (75%) menunjukkan bahwa pemanfaatan pakan oleh ikan belum optimal dibandingkan perlakuan C (50%). Pada perlakuan A, tingginya nilai FCR diduga disebabkan karena pakan masih didominasi tepung ikan sehingga keseimbangan nutrisi dan tingkat pencernaan pakan belum optimal bagi benih ikan mas. Perlakuan B dan D juga menunjukkan nilai FCR yang relatif lebih tinggi, yang diduga akibat substitusi tepung cacing tanah yang belum berada pada komposisi optimal, sehingga efisiensi pemanfaatan pakan masih lebih rendah dibandingkan perlakuan C. Sementara itu, perlakuan C (50%) menghasilkan nilai FCR terendah yaitu 1,90 yang menunjukkan bahwa pakan dimanfaatkan secara lebih efisien untuk pertumbuhan ikan. Hal ini diduga karena substitusi tepung ikan dan tepung cacing tanah pada tingkat 50% menghasilkan keseimbangan nutrisi yang lebih baik serta meningkatkan daya cerna pakan, sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan. Nilai FCR yang rendah menunjukkan semakin efisien pakan yang diberikan karena jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan pertambahan bobot ikan menjadi lebih sedikit.

Menurut Pramudiyas (2014) salah satu faktor yang mempengaruhi rasio konversi pakan tinggi yaitu kualitas pakan yang kurang baik. Kualitas pakan dipengaruhi oleh daya cerna ikan terhadap pakan yang dikonsumsi. Menurut Khairuman *et al.* (2008) Kecepatan laju pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi, kondisi lingkungan mendukung, dapat dipastikan laju pertumbuhan ikan akan menjadi cepat sesuai dengan yang diharapkan.

E. Kualitas Air

Kegiatan budidaya sangat dipengaruhi oleh kualitas air, karena air merupakan faktor penting untuk mendukung kelangsungan hidup ikan. Berdasarkan pengamatan media budidaya diperoleh hasil analisis kualitas air dapat dilihat pada tabel 5 :

Tabel 5. Rata-rata hasil pengukuran kualitas air selama penelitian

Suhu ($^{\circ}$ C)	Parameter Kualitas Air		
	pH	DO (mg/L)	Amonia (mg/L)
27,5	7,12	9,35	0,38

Selama pemeliharaan, dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas. Kualitas air dijaga melalui aerasi, penyiponan, serta pergantian air. Parameter yang diukur selama penelitian meliputi:

1. Suhu

Suhu air merupakan parameter kualitas air yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, metabolisme, nafsu makan ikan, dan kelarutan oksigen. Pengukuran suhu dilakukan setiap pagi dan sore. Selama penelitian, suhu air berkisar antara 24,2 – 30,8°C. Menurut Khairuman (2008), ikan mas merupakan ikan omnivora yang dapat hidup pada ketinggian 150–600 m di atas permukaan laut dengan suhu optimal 25–30°C. Hikmat (2002) menyatakan bahwa ikan mas adalah hewan berdarah dingin, sehingga suhu tubuhnya bergantung pada suhu air. Ikan mas dapat bertahan dalam kisaran suhu 0–35°C. Dengan demikian, suhu air selama pemeliharaan berada dalam batas toleransi ikan mas, yaitu 24,2–30,8°C.

2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Pengukuran pH dilakukan setiap minggu, dengan hasil menunjukkan kisaran 6,47–7,77 selama penelitian. Nilai ini masih berada dalam batas optimal bagi ikan mas, sesuai dengan standar yang dikemukakan oleh Hikmat (2002), yaitu 6,5–8,5. Menurut Hikmat (2002), pH air dapat bervariasi sepanjang hari. Pada malam hari, respirasi biota menghasilkan karbon monoksida (CO), yang menurunkan pH, sementara pada siang hari, fotosintesis alga meningkatkan kadar oksigen dan menstabilkan pH. pH yang terlalu rendah dapat menghambat konsumsi oksigen ikan, sedangkan pH yang terlalu tinggi meningkatkan kadar NH₃ (amoniam tak terionisasi) yang bersifat toksik bagi ikan (Harmilia *et al.*, 2021).

3. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) selama penelitian terukur dalam kisaran 7,3– 11,4 mg/L, yang tergolong layak dan cukup baik bagi kehidupan ikan mas. Tetty (2002) menyatakan bahwa untuk meningkatkan produktivitas ikan, kadar oksigen terlarut sebaiknya dipertahankan di atas 5 mg/L. Sesuai dengan pernyataan Rudiyantri dan Astri (2009), kandungan oksigen minimal 2 mg/L masih dapat mendukung kehidupan organisme perairan secara normal. Namun, jika kadar oksigen terlarut turun di bawah 2 mg/L, laju pertumbuhan ikan dapat menurun.

4. Amonia

Amonia merupakan produk akhir metabolisme dan sisa pakan yang tidak dimanfaatkan oleh ikan. Selama penelitian, kadar amonia dalam air berkisar antara 0,08–0,68 mg/L, yang masih dalam kisaran normal bagi habitat ikan mas (*Cyprinus carpio*). Rudiyantri dan Astri (2009) menyatakan bahwa konsentrasi amonia yang aman bagi ikan kurang dari 2,4 mg/L. Meskipun dalam jumlah kecil, amonia bersifat toksik bagi ikan. Kadar amonia yang tinggi dapat disebabkan oleh pembusukan pakan yang tidak termakan serta rendahnya oksigen terlarut. Menurut Rully (2011), jika kadar oksigen terlarut berada dalam kisaran 1–5 ppm, pertumbuhan ikan menjadi lambat, sedangkan kadar di bawah 1 ppm bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai substitusi tepung ikan dengan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terhadap retensi protein dan retensi lemak pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dilakukan selama 30 hari penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil penelitian, substitusi sebagian tepung ikan dengan tepung cacing tanah dalam pakan benih ikan mas memberikan pengaruh nyata terhadap retensi protein, retensi lemak, dan pertumbuhan berat mutlak.
2. Perlakuan C (50% tepung ikan + 50% tepung cacing tanah) menghasilkan retensi protein dan lemak tertinggi serta pertumbuhan berat mutlak terbaik, menunjukkan bahwa kombinasi ini memberikan keseimbangan nutrisi optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman tahun 2025. Terima kasih dan penghargaan disampaikan pula pada Ketua Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan yang sudah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, A. , S. I. , & L. P. (2020). Efektivitas pakan alternatif dengan substitusi 50% dalam pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). 10(2), 45–53.
- Aslamyeh, S. , dan K. M. Y. (2013). Potensi tepung cacing tanah *Lumbricus* sp .sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, komposisi tubuh, kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng (*Chanos chanos Forsskal*). 1(1), 67–76.

- Boaru, A. , D. S. S. V. D. and B. Georgescu. (2016). The Effect of Earthworm Meal (*Eisenia foetida*) as Protein Supplement for the Growth of *Xiphophorus helleri* Juveniles. 6(1), 4–9.
- Cowey, C. B. and J. R. Sargent. (1972). Fish Nutrition. *Advances in Marine Biology*. 10, 303–477.
- Craig, S. and H. L. A. (2002). *Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding*. Virginia State University. Publication . 420–256.
- Craig, S. and L. A. H. (2009). *Understanding fish nutrition, feeds and feeding*. Virginia Cooperative Extension. Yorktown. 4 p.
- Evans, W. , H. Y. dan Sunarto. (2014). Laju Konsumsi Pakan dan Kinerja Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) dengan Pemberian Atraktan Cacing Koot (*Pheretima sp.*). 1(1), 1–8.
- Febriyanti, R. , S. Y. , dan S. A. (2016). Pengaruh Penggunaan Tepung Cacing Tanah terhadap Retensi Protein dan Lemak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*,. 15(2), 98–104.
- Halver, J. E. , J. A. Coates. C. W. Deyoe. H. K. Dupree. G. Post. and R. O. Sinihuber. (1973). Nutrient Requirements of Trout, Salmon and Catfish. *Nat. Acad.Sc., Washington D.C., Nat Res. Counc. Comm. Anim, Nutr., Ser. No. 11*. 57 p.
- Harmilia, E. D. , P. M. , dan H. A. U. (2021). Analisis Fisika Kimia Perairan di Anak Sungai Komering Kabupaten Banyuasin untuk Kegiatan Budidaya Ikan. *Journal of Global Sustainable Agriculture*. 2(1), 16–24.
- Hayati, S. N. , H. Herdian. E. Damayanti , L. Istiqomah , dan H. Julendra (2011). Profil Asam Amino Ekstrak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Terenkapsulasi Dengan Metode Spray Drying. *Jurnal Teknologi Indonesia*. . 34(1), 1–7.
- Istiqomah, S. , S. N. , dan R. D. (2009). Profil Asam Amino dan Potensi Tepung Cacing Tanah Sebagai Sumber Protein. *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*. 4(3), 65–72.
- Julendra, H. , Zuprizal. dan S. (2010). Penggunaan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Sebagai Aditif Pakan Terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging, Profil Darah dan Kecernaan Protein. *Buletin Peternakan* . 34(1), 21–29.
- Khairuman, A. (2008). *Pembenihan dan Pembesaran Ikan Mas*. Agromedia Pustaka.
- Khairuman dan D. Sudenda. (2002). *Budidaya Ikan Mas Secara Intensif*. Agro Media Pustaka. Tangerang.
- Kurnianti, L. Y. , Haeruddin. , dan R. A. (2020). Analisis Beban dan Status Pencemaran BOD dan COD di Kali Asin, Semarang. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(3), 379–388.
- Lestari, Y. I. D. Mardhia. D. Syafikri. N. Kautsari. Y. dan A. (2020). Analisis Kualitas Perairan untuk Budidaya Ikan Air Tawar di Bendungan Batu bulan. *Indonesian Journal of Applied Science and Technology* . 1(4), 126–133.
- Maryam, S. , K. R. E. , dan W. R. (2019). Evaluasi Pakan Ikan Alternatif Berbasis Cacing Tanah. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*. 3(2), 120–127.
- Marzuqi, M. , A. N. W. W. , & S. K. (2012). Pengaruh kadar protein dan rasio pemberian pakan terhadap pertumbuhan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). . 55–65.
- Megawati, R. A. , M. A. dan M. A. A. (2012). Pemberian pakan dengan kadar serat kasar yang berbeda terhadap daya cerna pakan pada ikan berlabung dan ikan tidak berlabung. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2), 187–192.
- Narantaka, A. M. M. (2012). *Pembenihan Ikan Mas*. Javalitera. Jogjakarta.
- Pillay, T. V. R. (2004). *Aquaculture and The Enviroment 2nd* . UK. Blackwell Publishing.
- Priyadi, A. , Z. I. A. I. W. S. dan S. H. S. (2009). Pemanfaatan maggot sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan buatan untuk benih ikan balashark (*Balanthiocheilus melanopterus bleeker*). *J. Ris Akuakultur*. 4(3), 367–375.
- Purnamasari, E. , I. G. B. dan N. A. Andi. (2006). Potensi dan pemanfaatan bahan baku produk tepung ikan. 3(2), 1–7.
- Rachmawati, D. (2013). Performa Laju Pertumbuhan Relatif dan Kelulushidupan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam Pakan Buatan. *Buletin Oseanografi Marina*. 2(4), 9–17.
- Ridwantara, D. , I. D. Buwono , A. A. H. Suryana. , W. Lili , dan I. B. B. Suryadi (2019). Uji Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas Mantap (*Cyprinus carpio*) pada Rentang Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. . X(1), 46–54.
- Rully, R. (2011). *Penentuan Waktu Retensi Sistem Hidroponik untuk Mengurangi Limbah Budidaya Ikan Nilai Merah (*Cyprinus sp.*)*. Skripsi. Bogor. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institusi Pertanian Bogor.
- Saragih, M. A. , H. R. , & S. S. (2019). Substitusi 50% pakan fermentasi dalam produktivitas ikan lele (*Clarias gariepinus*). 8(1), 25–32.
- Sebayang, E. P. , H. S. , & S. L. (2020). Study of feeding with local raw materials with different protein contents on the growth of catfish seeds (*Clarias sp.*). 8–15.
- Sitompul, S. (2004). Analisis Asam Amino dalam Tepung Ikan dan Bungkil Kedelai. *Buletin Teknik Pertanian*. .

9(1), 33–37.

- Surakhman, A. (2004). Pengaruh Lemak Patin dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 4–6.
- Supati, M. M. W., Lumbessy, S. Y., & Lestari, D. P. (2021). Pemanfaatan Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.) Sebagai Sumber Prebiotik Pakan Komersil Pada Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Fish Nutrition*, 1(1), 70-80.
- Suseno, J. (1994). Pengelolaan Usaha Pembenihan Ikan Mas. Penerbit PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Umayu S. (2010). Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) pada Magenta Farm di Desa Nanggung Bogor. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Urbasa, P. A. , U. S. L. , dan R. R. J. (2015). Dampak Kualitas Air Pada Budi Daya Ikan dengan Jaring Tancap di Desa Toulimembet Danau Tondano Jurnal Budidaya Perairan Januari. 3(1), 59–67.
- Wihardi, Y. , I. A. Y. , dan R. B. K. H. (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.
- Yanti, Z. , Z. A. Muchlisin. , Sugito. (2013). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada beberapa konsentrasi tepung daun jaloh (*Salix tetrasperma* Roxb) dalam pakan. *Depik*. 2(1), 16–19.
- Zonneveld, N. , E. A. H. and J. H. Boon. (1991). Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318.