

**STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA  
(*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN  
KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI  
DAUN SINGKONG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam Ilmu Biologi



Diajukan oleh:

Rihma Aulia Khoirunisa

NIM. 2108016034

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Rihma Aulia Khoirunisa

NIM : 2108016034

Program Studi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA (*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI DAUN SINGKONG**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang 04 - 06-2025

Pembuat pernyataan



Rihma Aulia Khoirunisa  
NIM 2108016034



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA (*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI  
PAKAN KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI DAUN SINGKONG

Penulis : Rihma Aulia Khoirunisa

NIM : 2108016034

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN  
Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu  
Biologi.


Semarang, 07-juli-2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I

  
**Eko Purnomo, M.Si.**  
NIP.198604232019031006


Penguji II

  
**Dwimeil Ayudewandari P. M.Sc.**  
NIP.199205022019032031

Penguji III

  
**Dian Triastari Armanda, M.M.**  
NIP.198312212011012004

Penguji IV

  
**Arifah Purnamaningrum, M.Sc.**  
NIP.198905222019032000

Pembimbing I

  
**Eko Purnomo, M.Si.**  
NIP.198604232019031006

Pembimbing II

  
**Dwimeil Ayudewandari P. M.Sc.**  
NIP.199205022019032031



## NOTA DINAS

Semarang, 27 Mei 2025

Yth Ketua Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA  
(*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN  
KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI  
DAUN SINGKONG

Penulis : Rihma Aulia Khoirunisa

NIM : 2108016034

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi saya tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing I



**Eko Purhomo, M.Si.**

NIP.198604232019031006

## NOTA DINAS

Semarang, 27 Mei 2025

Yth Ketua Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA  
(*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN  
KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI  
DAUN SINGKONG

Penulis : Rihma Aulia Khoirunisa

NIM : 2108016034

Program Studi : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi saya tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqasyah.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*

Pembimbing II



**Dwimey Ayudewandari P. M.Sc.**  
NIP.199205022019032031

## **MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”  
(Q.S Al-Baqarah:286)

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah jatuh. Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah. Jangan takut salah, karena dengan kesalahan yang pertama kita dapat menambah pengetahuan untuk mencari jalan yang benar pada langkah yang kedua.”

-Buya Hamka-

## ABSTRAK

Tingginya biaya pakan dalam budidaya ikan lele yang mencapai 60-70% dari biaya produksi sehingga diperlukan adanya pakan alternatif yang dapat mengganti atau mengurangi penggunaan pakan komersial. Salah satu pakan organik yang dapat digunakan sebagai pakan alternatif yaitu ampas tahu dan daun singkong yang telah difermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap kelulushidupan, berat mutlak, dan panjang mutlak ikan lele mutiara, serta mengkaji pengaruh efisiensi pemberian pakan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan yaitu P1 (Pakan komersial), P2 (Pakan ampas tahu), P3 (Pakan fermentasi daun singkong), P4 (Pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong). Parameter yang diamati mencakup kelulushidupan ikan, berat dan panjang mutlak, efisiensi pakan serta parameter lingkungan (suhu, pH, dan kadar amonia). Data kelulushidupan dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis sedangkan data berat mutlak, panjang mutlak dan efisiensi pakan dianalisis menggunakan ANOVA yang dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P4 menghasilkan kelulushidupan tertinggi sebesar 100%. Pertumbuhan berat mutlak, panjang mutlak, dan FCR berbeda nyata antar perlakuan ( $p < 0,05$ ), dengan hasil tertinggi berat mutlak pada perlakuan P4 yaitu 58 gram dan hasil pertumbuhan panjang tertinggi yaitu perlakuan P1 3 cm. Efisiensi pakan terbaik ditunjukkan oleh perlakuan P4 dengan nilai FCR terendah sebesar 1,41. Kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran normal, dengan suhu berkisar 24–27°C, pH rata-rata mendekati netral, dan kadar amonia tertinggi tercatat pada P3 (1,50 mg/l), namun masih dalam ambang batas toleransi.

**Kata kunci:** *ikan lele mutiara, ampas tahu, fermentasi daun singkong, produktivitas.*



## ABSTRAK

The high cost of feed in catfish farming, accounting for approximately 60–70% of total production expenses, highlights the need for alternative feeds that can replace or reduce the use of commercial feed. One potential organic alternative is tofu waste combined with fermented cassava leaves. This study aims to analyze the effect of a feed combination of tofu waste and fermented cassava leaves on the survival rate, absolute weight, and absolute length of Mutiara catfish, as well as to assess the efficiency of feed utilization. The research was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications: P1 (commercial feed), P2 (tofu waste feed), P3 (fermented cassava leaf feed), and P4 (tofu waste feed with fermented cassava leaves). Observed parameters included survival rate, absolute weight and length, feed efficiency, and environmental factors (temperature, pH, and ammonia levels). Survival rate data were analyzed using the Kruskal-Wallis test, while absolute weight, length, and feed efficiency were analyzed using ANOVA followed by Duncan's post hoc test. The results showed that P4 had the highest survival rate at 100%. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found among treatments for absolute weight, length, and feed conversion ratio (FCR). The highest absolute weight was observed in P4 (58 grams), and the greatest length growth occurred in P1 (3 cm). The best feed efficiency was achieved in P4, with the lowest FCR value of 1.41. Water quality remained within acceptable limits during the study, with temperatures ranging from 24–27°C, pH values close to neutral, and the highest ammonia concentration recorded in P3 (1.50 mg/L), which was still within the tolerable threshold.

**Keywords:** *Clarias sp.*, tofu waste, fermented cassava leaves, productivity.

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R I Nomor 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987 Penyimpangan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	Kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

### Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

### Bacaan diftong:

au = <sup>و</sup>اُو

ai = <sup>ي</sup>اِي

iy = <sup>ي</sup>اِي

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan kasih serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA (*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI DAUN SINGKONG.”** Suatu kebahagiaan dan kebanggaan tersendiri penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, meskipun masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Biologi Murni di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini mendapat banyak bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini dengan rasa hormat yang dalam, penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.

2. Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ketua Jurusan Biologi UIN Walisongo Semarang, Dian Ayuning Tyas, M. Biotech
4. Eko Purnomo, M. Si. Selaku pembimbing I dan Dwime Ayudewandari P. M.Sc. selaku pembimbing II serta Dian Triastari Armada, M.Si. dan Arifah Purnamaningrum, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan juga kesabarannya dalam memberikan arahan serta bimbingan selama proses penulisan skripsi.
5. Segenap dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Orang tua tercinta Bapak M. Junaidi Zulfa dan Ibu Jumiatus, yang selalu memberikan semangat, dukungan baik secara moril maupun secara materil, yang senantiasa memberikan pengorbanan serta ketulusan doa, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

7. Saudara tercinta adik Rahma Kholisna dan saudara lainnya yang selalu memberikan semangat, serta doa kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat serta teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
9. Keluarga besar Biologi 2021 yang telah memberikan motivasi serta semangatnya kepada penulis.

Semoga segala kebikan dibalas oleh Allah SWT serta segala keperluan dan cita-cita dapat tercapai. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan hasil yang didapat. Penulis berdo'a, semoga skripsi ini dapat memberikan kebermanfaatan dan mendapat ridho-Nya, *Aamiin Yarabbal'alam.*

Semarang, 27 Mei 2025

Peneliti,



Rihma Aulia Khoirunisa

NIM 2108016034

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	10
C. Tujuan .....	11
D. Manfaat Penelitian .....	11
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA .....</b>	<b>13</b>
A. Landasan Teori.....	13
1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Mutiara.....	13
2. Produktivitas Perikanan .....	15
3. Peran Ekologi Ikan Lele.....	16
4. Habitat Ikan Lele.....	17

5. Ampas Tahu .....	19
6. Tanaman Singkong.....	20
7. Fermentasi Bahan Pakan.....	23
8. Pakan dan Kebiasaan Makan .....	25
9. Parameter Kualitas Lingkungan Kolam.....	28
B. Kajian Yang Relevan .....	32
C. Kerangka Berfikir .....	46
D. Hipotesis.....	48
<b>BAB III METODE.....</b>	<b>49</b>
A. Jenis dan Desain Penelitian .....	49
B. Waktu dan Tempat.....	49
C. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel.....	50
D. Alat dan Bahan.....	50
E. Variabel Penelitian.....	51
F. Cara Kerja .....	51
G. Analisis Data .....	57
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>58</b>
A. Hasil Penelitian .....	58
1. Penyiapan Pakan.....	58
2. Kelulushidupan.....	59
3. Berat Mutlak .....	60
4. Panjang Mutlak.....	62
5. <i>Food Conversion Ratio</i> (FCR) .....	63
6. Parameter Lingkungan.....	64
B. Pembahasan .....	68

1. Kelulushidupan.....	70
2. Berat Mutlak .....	73
3. Panjang Mutlak.....	76
4. <i>Food Conversion Ratio</i> (FCR).....	77
5. Parameter Lingkungan.....	79
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>85</b>
A. Kesimpulan .....	85
B. Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>87</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Morfologi ikan lele mutiara	13
Gambar 2.2	Skema kerangka berfikir	47
Gambar 4.1	Pakan perlakuan P4	58
Gambar 4.2	Grafik nilai kelulushidupan	70
Gambar 4.3	Grafik nilai berat mutlak	74
Gambar 4.4	Grafik nilai panjang mutlak	76
Gambar 4.5	Grafik nilai FCR	78

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Kajian yang relevan	32
Tabel 4.1	Kelulushidupan	59
Tabel 4.2	Berat mutlak	60
Tabel 4.3	Panjang mutlak	62
Tabel 4.4	Tabel FCR	63
Tabel 4.5	Suhu	64
Tabel 4.6	pH	66
Tabel 4.7	Kadar amonia	67

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Analisis SPSS	99
Lampiran 2	Data penelitian	102
Lampiran 3	Dokumentasi penelitian	110
Riwayat Hidup		114

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sektor perikanan Indonesia memiliki potensi produksi yang besar, dengan estimasi hasil berkelanjutan dari kegiatan perikanan tangkap dan budidaya mencapai sekitar 67 juta ton per tahun (Marjusni & Idris, 2023). Potensi ini juga dibuktikan dengan adanya keberagaman fisiografis alamnya yang sangat mendukung untuk kegiatan akuakultur. Stabilitas suhu air di daerah tropis sepanjang tahunnya mendukung adanya kegiatan budidaya secara berkelanjutan. Variasi bentang alam dan pesisir yang beraneka ragam membuka potensi untuk mengembangkan berbagai jenis komoditas budidaya terutama ikan (Nurjanah *et al.*, 2006; Saktiawan *et al.*, 2019).

Saat ini kegiatan membudidayakan ikan sudah semakin populer, baik untuk tujuan hobi ataupun untuk memenuhi kebutuhan konsumsi. Produksi ikan mencapai sekitar dua juta ton per tahun, menjadikannya sumber protein yang terjangkau dan mudah dicerna (Purwaningsih, 2013; Saktiawan *et al.*, 2019). Ikan mengandung protein, omega 3 serta kandungan nutrisi

lainnya yang lebih bagus dibanding pakan hewani yang lainnya (Purnomo & Chika, 2022). Karena hal ini banyak orang yang memilih untuk membudidayakan ikan air tawar (Saktiawan *et al.*, 2019). Salah satu jenis ikan yang sering dibudidayakan di Indonesia yaitu ikan lele.

Ikan lele (*Clarias gariepinus*) menjadi pilihan favorit dalam budidaya karena kelezatan dan cita rasanya yang begitu enak dan cenderung lebih gurih. Selain itu, ikan lele juga dapat menyesuaikan dengan keadaan di lingkungan dan pertumbuhannya relatif lebih cepat (Salamah *et al.*, 2015). Produksi ikan lele untuk konsumsi menunjukkan kenaikan yang signifikan. Selama periode 2011 hingga 2015, tingkat produksi ikan lele meningkat rata-rata 21,31% per tahun. Secara nasional, hasil budidaya ikan lele tercatat sebanyak 337,557 ton pada tahun 2011 dan pada tahun 2015 mengalami peningkatan yaitu menjadi 772,623 ton. Peningkatan konsumsi ikan lele di Indonesia mencapai lebih dari 70% (Rusherlistyani *et al.*, 2017). Berdasarkan data terbaru dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi ikan lele pada tahun 2020 mencapai angka 993,768 ton. Data tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan produksi ikan lele pada periode 2020 lebih tinggi daripada periode 2011-2015.

Selain cita rasanya yang enak, ikan ini mempunyai nutrisi cukup bagus bagi tubuh manusia diantaranya, ikan lele mengandung protein berkisar 17,7% sampai 26,7%, dan lemak berkisar 0,95% sampai 11,5%. Berdasarkan data tersebut ikan lele juga bisa dikategorikan sebagai makanan yang tinggi protein namun memiliki lemak yang rendah. Ikan lele juga mengandung berbagai nutrisi penting antara lain yaitu, vitamin A, fosfor, vitamin B1, kalsium, vitamin B6, karoten, vitamin B12, zat besi, dan mengandung asam amino yang tinggi (Asriani *et al.*, 2019).

Jenis lele yang dikenal sebagai lele mutiara adalah hasil rekayasa selektif dari *Clarias gariepinus*, dikembangkan oleh Badan Peneliti Pemuliaan Ikan Sukamandi sebagai respon terhadap kebutuhan varietas unggul di bidang akuakultur. Lele mutiara memperoleh pengakuan resmi sebagai varietas unggul pada 27 Oktober 2014 melalui mekanisme Penilaian Pelepasan Jenis. Varietas ini merupakan hasil seleksi lanjutan dari generasi ketiga yang dikembangkan melalui persilangan induk lele Afrika, yaitu mesir, paiton, sangkuriang, dan dumbo (Matasina & Tangguda, 2020). Ikan lele jenis ini mempunyai banyak sekali keunggulan diantaranya yaitu memiliki pertumbuhan yang cepat, efisiensi pakan, ukuran yang mayoritas sama, dan memiliki daya tahan

tinggi terhadap penyakit. Ikan lele mutiara memiliki tingkat pertumbuhan lebih tinggi, sekitar 20 sampai 70% lebih cepat dibandingkan benih lainnya (Matasina & Tangguda, 2020).

Dalam budidaya ikan lele, salah satu hal yang berperan terhadap keberhasilan pertumbuhan dan produktivitas yaitu mutu pakan yang disediakan. Pakan dengan kandungan nutrisi lengkap dan seimbang sangat diperlukan guna mendukung pertumbuhan ikan lele secara optimal. Nutrisi yang baik dapat mempercepat laju pertumbuhan, meningkatkan efisiensi konversi pakan, serta memperkuat sistem kekebalan tubuh ikan, sehingga mengurangi risiko penyakit. Oleh karena itu, pemilihan pakan dengan kandungan nutrisi yang tepat, seperti protein, lemak, dan vitamin, menjadi kunci dalam meningkatkan hasil produksi ikan lele. Namun permasalahan tingginya biaya pakan masih menjadi keresahan pembudidaya ikan air tawar khususnya ikan lele, pada umumnya pakan yang digunakan pada budidaya yaitu pakan komersial, yang mana menurut Yudha & Santoso (2014), Pakan menyumbang porsi biaya produksi tinggi hingga sebesar 60-70%. Oleh karena itu upaya efisiensi biaya pakan menjadi krusial dengan mengadopsi pakan alternatif contohnya ampas tahu.

Tingginya minat masyarakat terhadap tahu membuat tahu menjadi olahan yang banyak diproduksi di Indonesia. Tingginya minat masyarakat terhadap tahu karena tahu merupakan makanan yang bergizi tinggi, kaya akan protein, dan harganya relatif terjangkau, sehingga tahu dapat dinikmati oleh berbagai lapisan masyarakat (Maukar *et al.*, 2019). Tingginya produksi tahu di Indonesia dibuktikan juga dengan data dari Badan Pusat Statistik, bahwa sekitar 38% kedelai di Indonesia dimanfaatkan sebagai tahu (BPS, 2019; Herdhiansyah *et al.*, 2022).

Limbah ini merupakan salah satu potensi lokal yang jarang sekali dimanfaatkan. Umumnya, ampas tahu hanya dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan ternak, dan pupuk kandang, namun potensi dari limbah ampas tahu ini masih bisa dikembangkan lagi yaitu digunakan sebagai pelet atau pakan ikan. Menurut Susanto (2019) ampas tahu ini sendiri memiliki banyak sekali nutrisi sehingga dapat dimanfaatkan untuk alternatif pakan ikan. andungan nutrisi yang terdapat pada ampas tahu itu dari protein sebesar 13,86–23,55%, lemak 2,93–5,54%, karbohidrat 26,92–42,97%, serat kasar 16,50–26,39%, abu 3,33% dan air 10,45–10,52%. Ampas tahu yang tidak dikelola dengan baik lama



kelamaan akan menumpuk dan berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan yang serius. Akibat dari penumpukan limbah ampas tahu tersebut, berbagai masalah penyakit bisa timbul (Muryanto, 2008). Kandungan protein ampas tahu hanya sebesar 13,86–23,55%. Oleh karena itu, apabila ampas tahu digunakan sebagai pakan alternatif untuk ikan, diperlukan bahan tambahan yang dapat memperkaya kandungan protein dan nutrisi pada pakan.

Salah satu bahan tambahan pada pakan yang dapat digunakan yaitu daun singkong karena daun singkong mudah dijumpai dan mudah ditanam sehingga ketersediaan bahan sangat berlimpah di alam. Selain itu daun singkong memiliki banyak nutrisi yang dapat membantu produktivitas ikan lele yaitu, bahan kering sekitar 23,36%, protein kasar 29%, serat kasar 19,06%, lemak 9,41%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 34,08%, abu 8,83%, vitamin A, B1 dan C yang cukup tinggi. Daun singkong memiliki kandungan fosfor, kalium, dan zat besi (Mulyasari, 2011). Menurut Samsugiantini (2006) dalam Amarwati (2015), flavonoid yang terdapat dalam daun singkong memiliki efek stimulasi terhadap nafsu makan, tetapi tingginya kadar serat kasar dalam daun tersebut menghambat proses pencernaan pada ikan lele

sehingga mengurangi performa pakan. Masalah ini dapat diatasi dengan penerapan fermentasi.

Fermentasi merupakan mekanisme biologis yang melibatkan pemecahan senyawa kompleks yang susah untuk dicerna, seperti selulosa, diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula yang lebih mudah dicerna. Proses ini dilakukan dengan bantuan mikroorganisme yang memproduksi enzim yang berperan dalam peningkatan nilai nutrisi dan daya cerna pakan. Enzim-enzim yang dihasilkan selama fermentasi mampu memecah serat kasar, meningkatkan ketersediaan protein, serta memperbaiki kandungan nutrisi pakan secara keseluruhan (Winarno, 1997; Amarwati, 2015). Mikroorganisme yang umum digunakan dalam fermentasi bahan pakan adalah *Rhizopus sp.* dan *Saccharomyces sp.* kedua mikroorganisme ini mampu membuat kadar protein bahan substrat mengalami peningkatan (Adelina & Boer, 2009).

Pemanfaatan limbah ampas tahu dan daun singkong sebagai pakan ikan merupakan bentuk nyata dari pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan tidak merusak lingkungan. Ini juga mencerminkan usaha untuk memaksimalkan potensi alam sebagai rezeki yang telah Allah berikan, sebagaimana yang telah Allah

sebutkan dalam salah satu firmanNya yaitu pada QS. Al-Mulk ayat 15 yang berbunyi

هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذُلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ ۚ وَإِلَيْهِ  
النُّشُورُ

Artinya: *“Dialah yang menjadikan bumi itu mudah bagi kamu, maka berjalanlah di segala penjurunya dan makanlah sebagian dari rezeki-Nya. Dan hanya kepada-Nya-lah kamu (kembali setelah) dibangkitkan.”. (QS. Al-Mulk:15)*

Berdasarkan tafsir QS.Al-Mulk Ayat 15 Kemenag (Kementrian Agama) dijelaskan bahwa Allah Maha halus Maha luas ilmu-Nya, kini diuraikan kembali tentang Kuasa-Nya. Dialah Allah yang menciptakan bumi untuk kamu jelajahi dan melakukan berbagai aktivitas yang bermanfaat, maka jelajahilah segala penjuru bumi, jelajahilah dan berkelanalah ke seluruh pelosoknya, dan makanlah sebagian dari rezeki-Nya yang disediakan untuk kamu, dan bersyukurlah dengan segala karuania-Nya itu. Dan karena pada akhirnya, kamu akan kembali hanya kepada-Nya setelah dibangkitkan. Ayat ini juga mengajarkan pentingnya memanfaatkan bumi dan sumber daya alam yang ada dengan bijak.

Penelitian penggunaan limbah ampas tahu pernah dilakukan oleh Anggraeni & Rahmiati (2016), dengan judul Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Pakan Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Organik, kombinasi pakan AT2 (ampas tahu 80% dan kepala udang 20%) tercatat menghasilkan pertambahan bobot paling tinggi, meskipun selisihnya tidak signifikan dibandingkan formulasi AT1 yang memanfaatkan kepala ikan. Selain itu penelitian Lestari (2024), dengan judul Pengaruh Pemberian Ampas Tahu Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) ditemukan bahwa variasi dosis ampas tahu berpengaruh signifikan terhadap parameter biometrik, di mana perlakuan P3 (dosis 20%) menunjukkan hasil paling unggul. Penelitian terkait pemanfaatan daun singkong untuk pakan ikan juga pernah dilakukan oleh Danu *et al.* (2015), dengan judul Pemanfaatan Fermentasi Daun Singkong (*Manihot utilisima Pohl.*) Dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gourami Lac.*) perlakuan optimal ditemukan pada rasio 90:10% (P2), yang menghasilkan efisiensi dan retensi pakan tertinggi, serta peningkatan laju pertumbuhan spesifik hingga 2,24% per hari. Selanjutnya pada penelitian Syahrizal *et al.* (2016), dengan judul Tepung Daun Singkong (*Monihot utilissima*)

Tua Sebagai Sumber Protein Alternatif Dalam Formula Pakan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) dilaporkan perbedaan perlakuan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan tidak signifikan ( $P < 0,5$ ), menunjukkan semua perlakuan setara. Perlakuan A(55% tepung daun singkong: 0% tepung ikan) menghasilkan pertumbuhan terbaik dengan berat 8,27 g dan laju pertumbuhan harian 2,61%. Tingkat kelangsungan hidup tertinggi dicapai perlakuan D (0% tepung daun singkong:55% tepung ikan) sebesar 96,37%.

Berdasarkan uraian diatas belum ada penelitian tentang kombinasi limbah ampas tahu dengan fermentasi daun singkong untuk pakan ikan lele. Oleh karena itu perlu dikaji penelitian “STUDI PRODUKTIVITAS IKAN LELE MUTIARA (*Clarias gariepinus*) YANG DIBERI PAKAN KOMBINASI AMPAS TAHU DAN FERMENTASI DAUN SINGKONG” untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang alternatif pakan yang optimal dalam budidaya ikan lele.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap kelulushidupan ikan lele mutiara?

2. Bagaimana pengaruh pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap berat mutlak dan panjang mutlak ikan lele mutiara?
3. Bagaimana pengaruh efisiensi pemberian pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong pada budidaya ikan lele mutiara?

### **C. Tujuan**

1. Menganalisis pengaruh pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap kelulushidupan ikan lele mutiara.
2. Menganalisis pengaruh pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap berat mutlak dan panjang mutlak ikan lele mutiara.
3. Mengkaji pengaruh efisiensi pemberian pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong pada budidaya ikan lele mutiara.

### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat dari penelitian ini sehingga penelitian ini penting dilakukan, antara lain:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang biologi perikanan, khususnya pada topik inovasi pakan organik untuk meningkatkan

produktivitas budidaya ikan lele. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang tertarik pada studi pengelolaan limbah organik dan dampaknya pada perikanan.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Manfaat Bagi Pembudidaya Ikan

Dapat memberikan wawasan baru terkait pakan alternatif yang dapat digunakan untuk mengganti pakan komersil.

### b. Manfaat Bagi Pembaca

Memberikan wawasan serta pengetahuan baru tentang manfaat ampas tahu dan fermentasi daun singkong sebagai pakan organik ikan lele.

## BAB II

### LANDASAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Mutiara

Klasifikasi ikan lele Mutiara menurut ITIS  
(2024) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Sub filum	: Vertebrata
Kelas	: Teleostei
Ordo	: Siluriformes
Famili	: Clariidae
Genus	: <i>Clarias</i>
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>



**Gambar 2.1 Morfologi ikan lele mutiara**

Sumber: Iswanto *et al.*, (2015)



Tubuh ikan lele mutiara tersusun atas tiga komponen utama, yaitu kepala, badan, dan ekor. Secara keseluruhan, ikan ini mempunyai badan yang agak pipih, licin, serta dilengkapi dengan kumis yang khas. Kepala ikan lele Mutiara berukuran cukup panjang, hingga menempati seperempat dari total panjang tubuhnya. Pada kepalanya terdapat tulang pelat yang bentuknya berongga diatas insang. Ikan lele mempunyai sepasang mata yang berukuran kecil memiliki kemampuan mendeteksi warna dalam keadaan sinar cahaya yang minim. Namun, saat malam hari, ikan ini lebih mengandalkan indra penciumannya untuk merespon rangsangan. Pada bagian depan kepala, terdapat dua pasang lubang hidung (*nostril*) yang sangat sensitif terhadap bau. Mulut lele terletak di ujung moncongnya dan memiliki gigi serta memiliki sungut yang berjumlah empat pasang yang digunakan sebagai organ sensorik dalam memperkuat kemampuan penciumannya. Bentuk tubuh ikan lele mutiara cenderung membulat dan memanjang serta tidak memiliki sisik, sehingga kulitnya terasa licin. Tubuhnya memiliki beberapa sirip, seperti sirip dorsal (punggung), pectoral, ventral (sirip perut), anal (sirip dubur), dan caudal (sirip ekor). Kondisi sirip dapat

menjadi indikator kesehatan ikan; sirip yang sobek atau rusak menunjukkan adanya masalah kesehatan, sedangkan sirip yang utuh menandakan ikan dalam kondisi sehat. Warna tubuh umumnya gelap, dengan nuansa hitam atau abu-abu, meskipun terdapat varian warna lain yang jarang ditemukan dan sering dijadikan sebagai ikan hias. Ikan lele mutiara mempunyai ekor berbentuk membulat, yang membantu ikan dalam menangkap dan melumpuhkan mangsanya sebagai predator. Ekor lele jantan juga berperan penting dalam merawat telur yang telah dibuahi setelah proses pemijahan (Helmizuryani *et al.*, 2022). Ikan lele Mutiara memiliki organ *arborescent*, yaitu organ pernapasan tambahan yang terbentuk dari modifikasi busur insang. Organ ini memungkinkan ikan lele bertahan lebih lama di lingkungan minim air atau bahkan di lumpur. Pada kedua sirip dadanya terdapat sepasang duri tajam (patil), dan pada beberapa spesies lele Mutiara, patil ini mengandung racun ringan (Witjaksono, 2009 ;Helmizuryani *et al.*, 2022).

## **2. Produktivitas Perikanan**

Secara umum, produktivitas berhubungan dengan tingkat efektivitas dan efisiensi dalam menggunakan sumber daya (input) untuk

menghasilkan output (Sumaila *et al.*, 2024). Hal ini berarti produktivitas merupakan ukuran yang mengintegrasikan efektivitas (berhasil mencapai hasil yang diinginkan) dan efisiensi (meminimalkan sumber daya yang digunakan). Keduanya harus dikelola dengan baik untuk memastikan kinerja yang optimal dalam menghasilkan output dari input yang tersedia. Produktivitas perikanan biasanya diukur dalam bentuk biomasa ikan yang dihasilkan. Ada beberapa parameter untuk mengukur produktivitas perikanan seperti survival Rate (SR), pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, Total Weight Gain (TWG), Average Daily Gain (ADG), Specific Growth Rate (SGR), dan Feed Conversion Ratio (FCR) (Alatorre-Jacome, 2012). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas dalam perikanan antara lain yaitu ketersediaan pakan, faktor lingkungan seperti suhu, dan kualitas air, serta teknik pengelolaan yang efektif (Walden *et al.*, 2015).

### **3. Peran Ekologi Ikan Lele**

Ikan lele memiliki peran ekologis yang signifikan dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan, baik secara alami di sungai, rawa, danau maupun dalam lingkungan buatan seperti kolam

budidaya. Ikan lele termasuk kedalam jenis ikan karnivora yaitu ikan pemakan segala. Pada lingkungan alamnya ikan ini biasa mengkonsumsi zooplankton, larva, cacing, serangga air, dan fitoplankton (Cahyani & Musliffah, 2018). Dengan hal ini ikan lele memiliki kemampuan untuk mengendalikan resiko ledakan populasi spesies tertentu yang berpotensi merusak keseimbangan ekosistem. Ikan lele juga berperan sebagai indikator kesehatan lingkungan perairan. Ikan lele dikenal sebagai ikan yang toleran terhadap parameter lingkungan dalam batas yang luas (Ardelia *et al.*, 2023). Karakternya yang toleran terhadap perubahan lingkungan sehingga apabila terdapat perubahan pada parameter kesehatan ikan lele dapat mengindikasikan bahwa ada gangguan di lingkungan ikan lele seperti pencemaran atau ketidakseimbangan ekologi dalam jumlah yang lebih luas.

#### **4. Habitat Ikan Lele**

Habitat ikan lele yaitu pada perairan air tawar, ikan lele juga biasa hidup di danau, rawa, waduk, kolam dan juga di sungai dengan kondisi air yang tenang atau tidak begituderass. Kualitas air juga mendukung keberlangsungan hidup ikan lele beberapa parameter air yang penting dalam menjaga mutu air yaitu suhu,

kadar oksigen kolam, pH dan kadar amonia. Kadar suhu air yang tepat dalam pertumbuhan ikan lele yaitu sekitar 20°C hingga 30°C, terdapat suhu optimal yang direkomendasikan yaitu berada disekitar suhu 27°C. Suhu ini memungkinkan metabolisme dan pertumbuhan ikan berjalan dengan optimal. Selain itu, pH air juga memegang peran yang cukup penting dalam keberlangsungan hidup ikan lele. pH yang pas untuk menunjang tumbuhnya ikan lele berada dalam rentang 6,5 sampai 8. Keadaan air kolam juga harus terjaga dari kadar amonia, kadar amonia idealnya yaitu sekitar 0,05 ppm, apabila kadar amonia dalam kolam tinggi maka dapat mengakibatkan stres atau ikan dapat keracunan dan akan berujung ke kematian (Manik *et al.*, 2022).

Sedangkan habitat ikan lele mutiara tidak jauh berbeda dengan ikan lele pada umumnya. Lingkungan hidup ikan lele Mutiara (*Clarias gariepinus*) umumnya berada di perairan tawar, seperti air tanah dan saluran irigasi. Ikan ini dikenal mampu bertahan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem dan mampu berkembang dalam jumlah kepadatan populasi yang besar. Kualitas air yang ideal bagi ikan lele Mutiara menurut Iswanto *et al.* (2015) dalam Helmizuryani *et al.* (2022)

mencakup kandungan oksigen lebih dari 0 mg/l, suhu antara 15°C hingga 35°C, pH berkisar antara 5 hingga 10, kadar NH<sub>3</sub> kurang dari 3 mg/l, dan nitrit di bawah 0,3 mg/l. Ikan lele Mutiara merupakan jenis omnivora, yang mana hal ini berarti dapat memakan berbagai jenis makanan, serta memiliki sifat scavenger, yaitu memakan bangkai.

## **5. Ampas Tahu**

Ampas tahu adalah limbah padat yang diperoleh dari proses produksi tahu dan masih memiliki kandungan nutrisi cukup tinggi (Broto *et al.*, 2021). Kandungan nutrisinya yaitu protein (23,55%), lemak (5,54%), karbohidrat (26,92%), abu (17,03%), serat kasar (16,5%), dan air (10,4%) (Boer *et al.* 2014; Yuhanna & Yulistiana, 2017). Walaupun terdapat kandungan nutrisi yang cukup tinggi, pemanfaatannya masih kurang dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Pemanfaatan limbah ampas tahu yang kurang menyebabkan ampas tahu menumpuk sehingga dapat membuat lingkungan tercemar dan dapat memicu beragam penyakit dilingkungan tersebut. Pada umumnya ampas tahu dimanfaatkan untuk pupuk kandang dan biogas (Muryanto, 2008; Anggraeni & Rahmiati, 2016). Ampas tahu juga dapat

dimanfaatkan sebagai pakan ikan salah satunya yaitu sebagai pakan ikan lele. Menurut Anggraeni & Rahmiati (2016), ampas tahu dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele sehingga dapat mengurangi pengeluaran biaya pakan komersil.

## **6. Tanaman Singkong**

Sekitar tahun 1810 tanaman singkong mulai ditanam secara masal di wilayah Indonesia. Sudah sejak zaman dulu tanaman singkong menjadi komoditas pangan yang sangat merakyat dan terdapat diberbagai pelosok Indonesia. Tanaman ini memiliki peran yang sangat krusial dalam hal menjaga ketahanan pangan masyarakat Indonesia, bahkan di beberapa daerah singkong dijadikan makanan pokok. Budidaya singkong di Indonesia dilakukan pada jenis lingkungan yang berbeda-beda. Tanaman singkong mempunyai sistem perakaran tunggang yang khas pada tanaman dikotil. Batang singkong (*Manihot esculenta*) berbentuk bulat dan memiliki bekas tangkai daun yang menciptakan kesan bergerigi, dengan bagian tengah batang yang bertekstur gabus. Singkong termasuk dalam kelompok tanaman yang dapat tumbuh tinggi sekitar 1 sampai 4 meter. Daun singkong memiliki tangkai yang berbentuk memanjang, dan

mempunyai helaian daun yang menyerupai telapak tangan, dimana setiap tangkai umumnya memiliki sekitar 3 hingga 8 lembar daun. Singkong termasuk tanaman yang berbunga yang memiliki bunga berumah satu (*monoecus*). Bentuk umbi singkong bervariasi, meski sebagian besar berbentuk silinder dan meruncing, namun ada juga yang bercabang. Umbi singkong sebenarnya adalah akar yang mengalami modifikasi untuk tempat penyimpanan cadangan makanan. Umbi singkong umumnya berbentuk panjang membulat dan mengandung pati, dengan daging berwarna putih keabu-abuan. Setiap tanaman dapat menghasilkan sekitar 5 hingga 10 umbi (Wahyurini & Sugandini, 2021).

Secara umum klasifikasi singkong Menurut GBIF (2024) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
 Filum : Tracheophyta  
 Kelas : Magnoliopsida  
 Ordo : Malpighiales  
 Famili : Euphorbiaceae  
 Genus : *Manihot* Mill.  
 Spesies : *Manihot utilissima* Pohl



Singkong termasuk kedalam tanaman yang menghasilkan panen berupa umbi. Tanaman singkong tidak hanya dapat dimanfaatkan bagian umbinya saja, tetapi seluruh bagian dari tanaman singkong dapat digunakan mulai dari kulit hingga daunnya. Berbagai inovasi telah diupayakan oleh masyarakat untuk memaksimalkan potensi dari tanaman ini. Misalnya, batang singkong dapat dimanfaatkan untuk papan partikel, daun singkong diolah menjadi tempe sebagai pengganti kacang kedelai, dan kulit singkong dimanfaatkan untuk membuat rengginang, gula cair, bahkan kantong plastik ramah lingkungan (Umbara, 2017). Kandungan nutrisi daun singkong, meliputi bahan kering 23,36%, protein kasar 29%, serat kasar 19,06%, lemak 9,41%, BETN 34,08%, dan abu 8,83%, menjadikannya alternatif pakan yang setara dengan DDGS (*Dried Distillers Grains With Solubles*) dan tepung daun lamtoro dalam suplai protein untuk budidaya ikan (Nurulaisyah *et al.*, 2021). Menurut Samsugiantini (2006) dalam Nurulaisyah *et al.* (2021), pada daun singkong terdapat flavonoid yang dapat menyebabkan bertambahnya nafsu makan. Daun singkong juga memiliki kandungan berbagai macam vitamin antara

lain yaitu vitamin A, B1 dan C serta mengandung kalsium, fosfor dan zat besi (Amarwati, 2015).

## **7. Fermentasi Bahan Pakan**

Fermentasi merupakan proses kimia yang mana senyawa organik seperti karbohidrat, lemak, protein, dan bahan organik lainnya mengalami perubahan melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses ini biasanya terjadi dalam kondisi aerob atau anaerob, tergantung pada jenis mikroorganisme yang terlibat dan kondisi lingkungannya (Ganjar 1983; Surianti *et al.*, 2020). Prinsip dasar fermentasi yaitu proses pemecahan bahan-bahan yang tidak dapat dengan mudah dicerna, seperti selulosa, menjadi gula sederhana yang lebih mudah diserap. Proses ini dilakukan dengan bantuan mikroorganisme yang memproduksi enzim-enzim penting selama fermentasi. Enzim-enzim tersebut berperan dalam meningkatkan nilai nutrisi bahan, mempercepat pertumbuhan, serta mampu untuk meningkatkan pencernaan serat kasar, protein, dan nutrisi lain yang terkandung pada pakan (Winarno; Amarwati, 2015). Pada proses fermentasi bahan pakan yang awalnya memiliki struktur keras diuraikan

melalui perubahan fisik, kimia, dan biologis, sehingga susunan kompleksnya diubah menjadi lebih sederhana, yang membuat daya cernanya lebih efisien bagi ternak (Kurniawan *et al.*, 2015; Nusantara *et al.*, 2022). Proses ini melibatkan peran mikroorganisme seperti khamir, kapang, dan bakteri, yang berkontribusi dalam penguraian bahan pakan selama fermentasi. Fermentasi dikenal sebagai teknologi yang efektif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pakan berbahan limbah, karena mikroorganisme yang terlibat mampu menguraikan bahan pakan menjadi komponen yang lebih mudah diserap. Proses ini menawarkan prospek besar dalam meningkatkan nilai gizi dari bahan pakan yang awalnya memiliki mutu rendah, menjadikannya lebih bermanfaat dan efisien bagi hewan ternak (Nusantara *et al.*, 2022).

Proses fermentasi dapat dilakukan untuk membuat pakan ikan organik, salah satunya yaitu fermentasi daun singkong menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus*. *Rhizopus oligosporus* termasuk salah satu jenis kapang yang umum dipakai dalam proses fermentasi berbagai bahan pangan. Selain kemampuannya dalam menguraikan protein kompleks

pada sorgum, jamur ini juga mampu memproduksi bermacam-macam enzim seperti amilase, selulase, dan lipase (Lamuka *et al.*, 2023). Penggunaan *Rhizopus sp.* sebagai agen fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pakan serta menurunkan kadar HCN (asam sianida) yang ada dalam daun singkong (Endrawati & Kusumaningtyas, 2017).

## **8. Pakan dan Kebiasaan Makan**

Pakan termasuk komponen krusial pada aktivitas membudidayakan ikan terutama pada budidaya ikan lele. Pengelolaan pemberian pakan yang efektif, optimal, serta sesuai dengan target dapat memengaruhi mutu ikan lele. Pengelolaann pemberian pakan yang dimaksud di sini yaitu dalam hal kualitas, kuantitas, frekuensi dan waktu pemberian pakan (Helmizuryani *et al.*, 2022). Kualitas pakan yaitu berupa nutrisi yang diperlukan oleh ikan lele. Menurut SNI (2006) dalam Helmizuryani *et al.* (2022), kebutuhan nutrisi yang diperlukan oleh indukan ikan lele yaitu kandungan air tidak lebih dari 12%, kandungan abu tidak lebih dari 13%, kandungan protein minimal 30%, dan kandungan lemak minimal 5% dan serat kasar tidak lebih dari 8%. Kuantitas dan frekuensi pemberian pakan juga harus diperhatikan pada saat budidaya ikan lele.

Optimalisasi penggunaan pakan memiliki peranan vital pada pertumbuhan ikan, kendati hanya 25% dari pakan yang dimanfaatkan secara produktif, selebihnya berubah menjadi limbah, mencakup 62% komponen terlarut dan 13% partikel yang mengalami sedimentasi (Aminullah *et al.*, 2019). Pemberian pakan dalam jumlah yang berlebihan dapat merugikan proses budidaya ikan lele karena, dapat mengakibatkan pembengkakan biaya pakan yang dikeluarkan serta dapat mengakibatkan penurunan kualitas air dalam kolam (Sudaryono, 2008). Sisa pakan dari pemberian yang tidak tepat mengendap dan mencemari kolam (Masitoh, 2015). Oleh sebab itu diperlukan manajemen waktu pemberian pakan. Berdasarkan pernyataan dari Fatimah & Sari (2015), waktu pemeberian pakan dalam sehari berkaitan dengan frekuensi lapar ikan. Pada umumnya pembudidaya ikan memberi makan ikan 2 sampai 3 kali dalam sehari.

#### 1. Pakan Buatan

Pakan ini merupakan jenis pakan yang dirancang menggunakan formula tertentu disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi ikan (Isnawati *et al.*, 2015; Prajayati *et al.*, 2020). Formulasi ini biasanya menggabungkan bahan-bahan mentah yang bersumber dari tanaman dan

hewan untuk menciptakan kandungan nutrisi yang seimbang dan optimal bagi ikan (Yanti & Muchlisin, 2013). Dalam segi fisiologis, pakan mempunyai kontribusi yang begitu penting untuk mendukung berbagai fungsi vital ikan, seperti pertumbuhan, menyediakan energi, mendukung gerak, serta berperan dalam proses reproduksi (Novriadi, 2019). Pemberian pakan yang tepat tidak hanya memastikan ikan mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan untuk hidup, namun juga berpengaruh terhadap keseimbangan metabolisme yang memberikan dampak langsung terhadap produktivitas ikan serta kesehatan ikan.

## 2. Pakan Alami

Pakan yang secara alami terdapat di lingkungan disebut sebagai pakan alami. Jenis pakan ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya kandungan nutrisinya yang cukup tinggi dan seimbang secara alami, sehingga dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan secara optimal. Selain itu, karena pakan alami berasal dari sumber sumber yang mudah ditemukan di alam, ikan cenderung lebih mudah mencernanya. Pakan alami biasanya berupa organisme kecil yang berada di

permukaan bawah kolam atau berada di air, salah satunya yaitu jentik nyamuk (*Daphnia*, *Cladocera*, dan *Copepoda*), cacing tubifex, kutu air (*zooplankton*), siput kecil, larva serangga, serta berbagai zat atau material yang ada di dalam air. Lele juga memiliki kecenderungan untuk bersifat kanibal, di mana mereka dapat memangsa sesama ikan yang ukurannya lebih kecil dari tubuhnya. Bahkan, jika terjadi kekurangan makanan, ikan lele dapat memakan anaknya sendiri (Helmizuryani *et al.*, 2022). Salah satu jenis pakan alami yang digemari oleh ikan lele yaitu cacing sutra pada cacing sutera terdapat kandungan nutrisi yaitu protein 54,725%, lemak 13,770% dan karbohidrat sebanyak 22,250% (Buwono, 2000; dalam Olahairul lah, 2022).

## 9. Parameter Kualitas Lingkungan Kolam

Produksi dalam sektor budidaya perikanan tergantung pada sejumlah faktor kunci, termasuk kualitas benih, efisiensi pakan, dan secara dominan pada kualitas air sebagai faktor pengendali utama. Air yang berkualitas baik merupakan faktor kunci dalam menciptakan lingkungan yang mendukung kenyamanan dan pergerakan ikan. Kondisi air yang

memadai akan membantu pertumbuhan ikan secara optimal, sehingga meningkatkan produktivitas kolam. Sebaliknya, jika ikan lele dipelihara dalam kondisi air yang buruk, pertumbuhan mereka bisa terhambat, bahkan berujung pada kematian. Kematian sering terjadi pada tahap pendederan akibat pemberian pakan yang masih sisa sehingga tertinggal di dalam kolam, yang kemudian berdampak pada kualitas air yang menurun dan menyebabkan kadar amonia meningkat. Parameter kualitas air seperti pH, dan suhu perlu diperhatikan karena kondisi air yang buruk dapat berdampak negatif pada pertumbuhan ikan lele (Augusta, 2016). Parameter kualitas air yang harus diperhatikan dalam kolam ikan lele antara lain yaitu:

1. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah indikator yang dipakai untuk menentukan sejauh mana suatu larutan bersifat basa atau asam (Hariyadi *et al.*, 2020). Tingkat keasaman (pH) dan suhu air kolam dapat mengalami perubahan secara berkala. Perubahan pH dan suhu air kolam dipengaruhi oleh faktor alami serta aktivitas manusia. Faktor alami seperti hujan berkepanjangan, suhu ekstrem, dan perubahan cuaca drastis dapat mempengaruhi



kondisi air kolam. Sementara itu, dari sisi manusia, pemberian pakan yang berlebihan juga dapat mengubah tingkat keasaman air kolam ikan (Imaduddin, G., & Saprizal, 2017). Kondisi ikan lele akan mencapai hasil yang optimal jika pH kolam berada dalam kisaran yang tepat yaitu pH kolam berada di kisaran 6-8,5. pH ekstrem ( $>9$  dan  $<5$ ) mengganggu nafsu makan dan kesehatan lendir insang ikan lele. Air dengan pH lebih dari 7 dianggap bersifat basa, sementara pH di bawah 6 dikategorikan sebagai asam. Dalam kondisi air yang asam, risiko pertumbuhan jamur dan bakteri patogen meningkat, yang dapat membahayakan kesehatan ikan (Hermansyah, 2017).

## 2. Suhu

Suhu termasuk faktor krusial bagi keberlangsungan hidup organisme yang berada di perairan, dan dapat dengan mudah diukur serta diamati. Banyak aktivitas ikan sangat tergantung pada suhu air (Hamuna *et al.*, 2018). Suhu yang terdapat pada kolam dapat berpengaruh terhadap tingkat respon ikan pada saat mengkonsumsi pakan. Suhu yang baik dan optimum untuk keberlangsungan ikan lele tumbuh yaitu berkisar

antara 26-30°C (Imaduddin, G., & Saprizal, 2017). Menurut Pancawati *et al.* (2014), terdapat hubungan antara suhu air dan melimpahnya plankton serta unsur oksigen terlarut didalamnya. Secara umum, saat suhu perairan meningkat, kebutuhan oksigen oleh organisme juga meningkat, yang menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut. Kenaikan suhu sebesar 1°C dapat meningkatkan kebutuhan oksigen biota hingga sepuluh kali lipat.

### 3. Kadar Amonia Kolam

Kadar amonia dalam air adalah konsentrasi senyawa nitrogen ( $\text{NH}_3$ ) yang terlarut. Faktor utama yang membuat kadar amonia terbentuk yaitu bersumber dari pakan yang masih tersisa dan tidak dimakan oleh ikan didalam kolam, kotoran yang dikeluarkan berupa feses dan urin (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Menurut Primaningtyas dan Subadiyono (2015) yang menunjukkan bahwa ikan lele memiliki batas toleransi maksimum terhadap amonia hingga mencapai 5,70 mg/l.

## B. Kajian Yang Relevan

Tabel 2.1 Kajian yang relevan

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
1.	(Lestari, 2024)	Pengaruh Pemberian Ampas Tahu Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> )	Variabel bebas: Pemberian ampas tahu  Variabel terikat: Pertumbuhan ikan lele	Memberikan tambahan ampas tahu pada pakan ikan lele dumbo mampu memberikan dampak pada pertambahan berat ikan. Pada perlakuan P3(20%) menunjukkan pengaruh yang paling signifikan	Penelitian ini menggunakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong untuk mengganti pakan komersil. Sedangkan pada penelitian Lestari, (2024) ampas tahu digunakan sebagai pakan tambahan pada pakan komersil.

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
				dengan berat badan rata-rata mencapai 40g.	
2.	(Dua Tei, & Many, 2022)	Pengaruh Pemberian Pakan Campuran Tepung Usus Ayam dan Ampas Tahu Terhadap Konversi Pakan, Efisiensi	Variabel bebas: tepung usus ayam, ampas tahu  Variabel terikat: Konversi pakan, efisiensi pakan, protein <i>efficiency ratio</i>	Penggunaan pakan berupa campuran tepung usus ayam dan ampas tahu pada benih ikan lele dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> ) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Dua Tei, & Many, (2022) yaitu terletak pada variable yang digunakan penelitian ini menggunakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong, jenis ikan

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		Pakan dan Potein <i>Efficiency Ratio</i> Pada Benih Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> )			lele yang diamati berbeda.
3.	(Nurulaisyah <i>et al.</i> , 2021)	Potensi Pemanfaatan Daun Singkong ( <i>Manihot utilissima</i> ) terfermentasi	Variabel bebas: Daun singkong fermentasi  Variabel terikat : Pertumbuhan ikan mas	Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA), ditemukan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ ) pada variabel	Penelitian ini menggunakan jenis ikan lele mutiara sedangkan pada penelitian Nurulaisyah <i>et al.</i> (2021) menggunakan

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		Sebagai Bahan Pakan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> )	( <i>Cyprinus carpio</i> )	pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik. Namun, variabel kelangsungan hidup, rasio konversi pakan, dan efisiensi pakan tidak mengalami perbedaan yang signifikan ( $P>0,05$ )	ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> ).

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
4.	(Nugraha,2020)	Pengaruh Pemberian Pakan buata Komposisi Ampas Tahu, Tepung rajungan Dedak dan Progol Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang ( <i>Clarias gariepinus</i> )	Variabel bebas: Komposisi pakan buatan  Variabel terikat: Pertumbuhan ikan	Komposisi pakan yang menunjukkan hasil optimal untuk mendukung pertumbuhan ikan lele adalah pakan D, yang terdiri dari 40% ampas tahu, 30% tepung rajungan, 20% dedak, dan 5% progol. Namun, pakan komersial (pelet toko) tetap menjadi pilihan	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Nugraha (2020) yaitu pada variable bebas yang digunakan pada penelitian ini menggunakan komposisi ampas tahu dengan campuran fermentasi daun singkong, sedangkan pada penelitian Nugraha (2020) menggunakan ampas tahu,tepung

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
				terbaik untuk peningkatan panjang dan berat ikan lele.	rajungan dedak dan progol. Mengguakan jenis ikan lele yang berbeda.
5.	(Rahmadani <i>et al.</i> , 2020)	Pengaruh Substitusi Tepung Daun Singkong ( <i>Manihot Utilisima</i> ) Yang difermentasi Menggunakan <i>Rhizopus sp.</i> Pada Pakan	Variabel bebas: Fermentasi Tepung daun singkong  Variabel terikat: Pertumbuhan dan kelangsungan hidup	P1 menunjukan hasil terbaik dibanding dengan perlakuan lainnya. Dengan pertumbuhan berat mutlak sebesar 3,6 gram, pertumbuhan harian sebesar 0,9%, dan FCR sebesar 1,44.	Penelitian ini menggunakan ampas tahu dengan tambahan fermentasi daun singkong sebagai pengganti pakan pelet. Sedangkan pada penelitian Ramadhani menggunakan pelet



No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Mas ( <i>Cyprinus carpio</i> )			dan fermentasi daun singkong sebagai pakan ikan. Jenis ikan dalam penelitian ini juga berbeda dengan penelitian Ramadhani <i>et al.</i> , (2020).
6.	(Falahudin <i>et al.</i> , 2016)	Pengaruh jenis pakan usus ayam dan ampas tahu Terhadap Pertumbuhan	Variabel bebas: Jenis pakan  Variabel terikat: Pertumbuhan ikan lele	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan A(100% usus ayam) menghasilkan pertumbuhan berat dan panjang lele	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Falahudin <i>et al.</i> (2016), yaitu pada penelitian ini menggunakan metode RAL

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> )		Dumbo yang terbaik, pertumbuhan mutlak 39,1 gram dan panjang tubuh 31,2 cm ( $P < 0,05$ ).	(Rancangan Acak Lengkap) sedangkan penelitian Falahudin <i>et al.</i> (2016) menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok). Jenis sampel ikan yang digunakan juga berbeda pada penelitian ini menggunakan ikan lele jenis mutiara sedangkan pada

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
					<p>penelitian Falahudin <i>et al.</i> (2016) menggunakan ikan lele Dumbo. Selain itu pada penelitian ini menggunakan ampas tahu dengan fermentasi daun singkong sedangkan pada penelitian Falahudin <i>et al.</i> (2016), menggunakan ampas tahu dengan usus ayam.</p>

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
7.	(Danu <i>et al.</i> , 2015)	Pemanfaatan Fermentasi Daun Singkong ( <i>Manihot utilisima</i> Pohl.) Dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Kelulusan Hidupan Benih Ikan Gurami ( <i>Osphronemus</i>	Variabel bebas: Pakan daun singkong fermentasi  Variabel terikat: Pertumbuhan dan kelulusan hidupan ikan	Selama penelitian yang berlangsung selama 56 hari, pakan terbaik untuk benih ikan gurami ditemukan pada kombinasi 10% tepung daun singkong terfermentasi dan 90% tepung kedelai.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Danu <i>et al.</i> (2015) yaitu pada jenis ikan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ikan lele jenis mutiara sedangkan pada penelitian Danu <i>et al.</i> , (2016) menggunakan jenis ikan gurami.

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		<i>gouramy</i> Lac.)			
8.	(Syahrizal <i>et al.</i> , 2016)	Tepung Daun Singkong ( <i>Monihot utilissima</i> ) Tua Sebagai Sumber Protein Alternatif Dalam Formula Pakan Ikan Lele	Variabel bebas : Tepung daun singkong tua  Variabel terikat : Pertumbuhan ikan	Penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup pada setiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,5$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa semua	Pada penelitian ini menggunakan fermentasi daun singkong dan ampas tahu sedangkan pada penelitian Syahrizal <i>et al.</i> (2016) menggunakan daun singkong yang tidak difermentasi dengan tambahan tepung ikan. Jenis ikan yang digunakan pada

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		( <i>Clarias gariepinus</i> )		perlakuan memiliki efektivitas yang serupa, sehingga tepung daun singkong dapat digunakan sebagai pengganti sebagian tepung ikan dalam formulasi pakan ikan lele dumbo.	penelitian ini yaitu ikan lele mutiara.
9.	(Anggraeni & Rahmiati, 2016)	Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Pakan Ikan Lele ( <i>Clarias</i>	Variabel bebas: Pemanfaatan ampas tahu	Penggunaan pakan berbahan dasar ampas tahu terbukti mampu mendukung pertumbuhan ikan	Pada penelitian ini menggunakan campuran fermentasi daun

No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
		<i>batrachus</i> ) Organik	Variabel terikat: Pertumbuhan ikan lele	lele. Kombinasi pakan terbaik diperoleh dari campuran ampas tahu dengan kepala udang, yang menghasilkan bobot ikan yang tinggi, meskipun hasilnya tidak berbeda secara signifikan dibandingkan dengan campuran ampas tahu dan kepala ikan.	singkong sedangkan pada penelitian Anggraeni & Rahmiati (2016) menggunakan tepung kepala ikan, kepala udang dan bekatul.

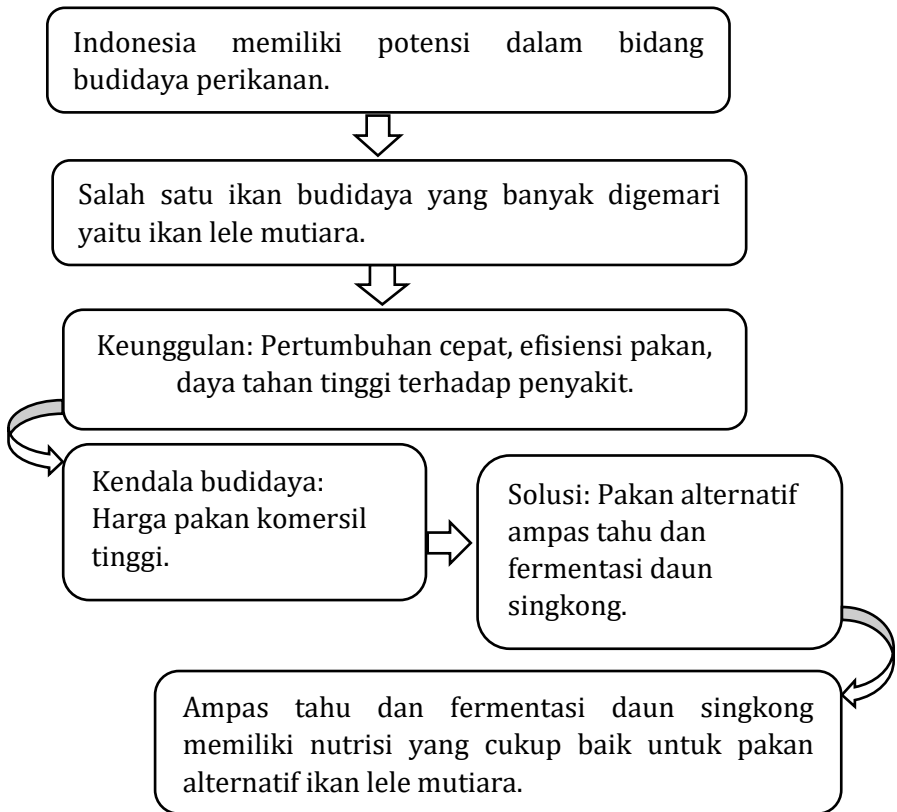
No	Author, tahun	Judul	Variabel	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
10.	(Listiyowati & Pramono, 2014)	Potensi Pemanfaatan Daun Singkong ( <i>Manihot utilissima</i> ) Terfermentasi Sebagai Bahan Pakan Ikan Nila ( <i>Oreochromis sp</i> )	Variabel bebas: Daun Singkong Terfermentasi  Variabel terikat: Ikan Nila	Pemberian pakan berupa tepung daun singkong yang telah difermentasi berpengaruh terhadap pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik ikan nila ( <i>Oreochromis sp</i> ), dengan hasil terbaik diperoleh pada tingkat pemberian pakan sebesar 25%.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian Listiyowati & Pramono (2014) yaitu pada formulasi pakan yang diberikan pada penelitian Listiyowati & Pramono (2014) tidak menggunakan ampas tahu sebagai salah satu formulasi pakannya.



### **C. Kerangka Berfikir**

Ikan lele mutiara adalah varietas ikan air tawar yang sangat populer dan digemari masyarakat Indonesia. Ikan lele mutiara juga mempunyai beberapa keunggulan daripada jenis ikan lele lainnya. Keunggulan ikan lele mutiara meliputi kapasitas adaptasi lingkungan yang unggul, percepatan pertumbuhan, serta produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan varietas lain. Faktor utama yang mempengaruhi produktivitas ini adalah kandungan gizi pakan yang harus memadai untuk menjaga konsistensi pertumbuhan. Pelet komersial kerap dipilih sebagai pakan karena memiliki kandungan nutrisi yang lengkap dan seimbang. Namun, biaya pakan komersil yang relatif tinggi menjadi kendala dalam budidaya ikan lele. Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan inovasi pakan alternatif. Ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan, meskipun tanpa pengolahan yang memadai, limbah ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta menghasilkan bau yang merugikan. Namun jika ampas tahu saja yang digunakan untuk pakan ikan dirasa kurang optimal dalam segi nutrisi sehingga, diperlukan bahan tambahan yang dapat dijumpai dengan mudah dilingkungan sekitar yaitu daun singkong. Nutrisi daun singkong cukup optimal untuk pakan ikan, tetapi

kandungan serat kasar yang tinggi serta toksisitas sianida menuntut perlakuan pengolahan tertentu, yaitu fermentasi, untuk memastikan keamanannya dalam pemberian pada ikan lele. Selain dapat menurunkan serat kasar proses fermentasi mampu meningkatkan nilai gizi pada daun singkong.



Gambar 2.2 Skema kerangka berfikir

#### D. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

**H<sub>0</sub>** = Tidak ada pengaruh pemberian pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap kelulushidupan, panjang mutlak, berat mutlak dan efisiensi pakan pada ikan lele mutiara (*Clarias gariepinus*).

**H<sub>1</sub>** = Ada pengaruh pemberian pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong terhadap kelulushidupan, panjang mutlak, berat mutlak dan efisiensi pakan pada ikan lele mutiara (*Clarias gariepinus*).

## **BAB III**

### **METODE**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pengambilan data melalui Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang melibatkan 4 kelompok perlakuan dan masing-masing dilakukan 3 kali pengulangan. Pada penelitian ini variabel yang diamati yaitu produktivitas ikan lele mutiara berupa kelulushidupan ikan, panjang mutlak, berat mutlak, dan efisiensi pemberian pakan serta pengamatan kualitas air berupa suhu, kadar pH dan kandungan amonia. Perlakuan yang dipilih untuk penelitian antara lain:

Perlakuan 1 : Pakan komersial

Perlakuan 2 : Pakan Ampas Tahu

Perlakuan 3 : Pakan Fermentasi Daun Singkong

Perlakuan 4 : Pakan Ampas tahu dengan dan fermentasi daun singkong

#### **B. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari - Maret 2025 di kolam pemeliharaan yang terletak di Desa Campurejo Kecamatan Boja Kabupaten Kendal.

### **C. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel**

Populasi mencakup semua elemen yang terkait dengan penelitian, baik objek maupun subjek, yang memiliki karakteristik dan ciri khas tertentu. Sementara itu, sampel adalah bagian dari populasi yang dipilih untuk menjadi sumber data utama. Dengan demikian, sampel dapat diasumsikan mewakili populasi secara umum (Amin *et al.*, 2023).

Sampel ikan diambil dengan mengambil 3 ekor ikan pada masing-masing kolam. Sampel yang digunakan yaitu ikan lele mutiara dengan panjang sekitar 9,5 cm. Sampel yang digunakan berjumlah 120 sampel dengan jumlah 10 ekor dimasing-masing kolam perlakuan dengan jumlah kolam 12 kolam.

### **D. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu penggaris, timbangan, alat tulis, pH meter, thermometer, alat tes kadar amonia, oven, kompor, gilingan daging, papan penjemur, panci, baskom, plastik, spatula, jaring ikan, ember, kamera hp. Bahan yang digunakan yaitu pakan komersial, ampas tahu, ragi tempe jamur *Rhizopus sp.*, daun singkong, air.

## **E. Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu, Variabel X (Variabel bebas): Jenis pakan yang diberikan dengan 4 perlakuan: P1 pakan komersial, P2 pakan ampas tahu, P3 pakan fermentasi daun singkong, P4 pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong.

Variabel Y (Variabel terikat): kelulushidupan, panjang mutlak, berat mutlak, dan efisiensi pemberian pakan.

## **F. Cara Kerja**

### **1. Persiapan Pembuatan Kolam**

Kolam yang digunakan yaitu kolam yang terbuat dari terpal dengan masing masing kolam berukuran 0,5m x 0,5m dengan kedalaman 0,5m dan kedalaman air 30cm. Jumlah kolam yang digunakan yaitu 12 kolam. Pemilihan kolam terpal sebagai kolam pemeliharaan yaitu dikarenakan kolam terpal dirasa paling efektif dan lebih terjangkau daripada kolam jenis lain. Seperti yang dikemukakan oleh Hermawan (2013) dalam Sanjaya & Badarina (2021), bahwa kolam terpal mudah dibuat dan dapat dibuat dalam jumlah yang banyak dengan lahan yang tidak begitu luas dan modal yang dikeluarkan untuk pembuatan kolam relative lebih murah. Kolam terpal

terbuat dari rangka kayu dan bambu yang kemudian dipasang terpal sesuai ukuran.

## 2. Persiapan Pembuatan Pakan

### a. Pakan Fermentasi Daun Singkong

Bagian tanaman yang digunakan yaitu bagian daun. Daun singkong dicuci bersih kemudian direbus. Daun singkong yang direbus dapat menurunkan kandungan HCN sampai 98,5% (Zulkardi, 1994; Danu *et al.*, 2015). Setelah direbus, daun singkong didinginkan hingga mencapai suhu ruangan, lalu difermentasi menggunakan ragi tempe dengan dosis 2% dari berat biomassa. Setelah ragi tempe ditambahkan, bahan diaduk hingga merata, dan dibungkus menggunakan plastik yang diberi lubang kecil pada beberapa titik agar kondisi tetap aerob. Proses fermentasi daun singkong ini berlangsung selama 48 hingga 72 jam (Bakhtiar, 2012; Danu *et al.*, 2015). Setelah fermentasi berhasil daun singkong digiling menggunakan gilingan daging kemudian dioven setelah kering, pelet siap untuk digunakan sebagai pakan.

### b. Pakan Ampas Tahu

Ampas tahu digiling menggunakan gilingan

daging hingga membentuk pelet lalu dioven atau dijemur.

- c. Pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong

Ampas tahu dan fermentasi daun singkong dicampur kemudian digiling menggunakan gilingan daging kemudian dioven hingga kering, untuk perbandingan pembuatan pakan yaitu 1:1.

- d. Perlakuan Ikan Uji

- a. Aklimatisasi

Pada penelitian ini, ikan uji terlebih dahulu melewati proses aklimatisasi. Aklimatisasi ini dilakukan selama 7 hari. Pertama ikan dimasukkan kedalam kolam pemeliharaan dengan diberi tambahan sedikit air dari kolam sebelumnya. Ikan diamati secara berkala untuk mengetahui apakah ikan dapat beradaptasi di lingkungan baru. Proses ini dilakukan agar ikan bisa menyesuaikan diri dengan lingkungan untuk mengurangi resiko stres dan ikan terserang penyakit (Prihandini & Umami, 2022). Selama aklimatisasi ikan diberi pakan komersial sebanyak 2 kali sehari.



b. Pergantian air

Pergantian air kolam dilakukan apabila air kolam mengeluarkan bau yang tidak sedap, dan nafsu makan ikan menurun. Pada saat pergantian air kolam ikan berpuasa sekitar 12 jam untuk menghindari ikan mengalami stres.

c. Pemberian pakan

Dalam penelitian ini, pakan diberikan di setiap kolam sebanyak dua kali sehari, yaitu pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan sore hari pada pukul 17.00 WIB. Menurut Poto (2019) perhitungan pemberian pakan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Jumlah pakan harian} = \text{FR} \times \text{BM}$$

Keterangan:

FR = *Feeding rate* (%)

BM = Bobot biomassa

Contoh: FR = 5%, BM = 20kg, pakan yang diberikan perhari adalah  $5\% \times 20\text{kg} = 1\text{kg}$  per hari.

*Feeding rate* yang digunakan ditentukan oleh ukuran ikan yaitu 3%-10% tergantung ukuran dan usia ikan. Pada penelitian ini pemberian pakan sebanyak 3% dari berat biomassa ikan.

a. Data Kelulushidupan Ikan Lele Mutiara

Nilai kelulushidupan dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (2002) dalam Shofura *et al.* (2018) sebagai berikut,

$$SR = (N_0/N_t) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Survival Rate (Tingkat kelulushidupan dalam presentase)

N<sub>0</sub> = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

N<sub>t</sub> = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

b. Panjang Mutlak dan Berat Mutlak

Berdasarkan rumus Effendie (1997) dalam Mulqan *et al.* (2017) sebagai berikut,

Rumus untuk menghitung pertumbuhan berat mutlak adalah:

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan:

W<sub>m</sub> = Pertumbuhan berat mutlak (gram)

W<sub>t</sub> = Berat biomassa pada akhir penelitian (gram)

W<sub>o</sub> = Berat biomassa pada awal penelitian (gram)

Sedangkan pertambahan panjang mutlak diperoleh dari selisih antara panjang tubuh ikan dari ujung kepala hingga ujung ekor pada akhir penelitian

dibandingkan dengan panjang tubuhnya pada awal penelitian. Rumusnya adalah:

$$Pm = Lt - Lo$$

Keterangan:

Pm = Pertambahan panjang mutlak (cm)

Lt = Panjang rata-rata ikan pada akhir penelitian (cm)

Lo = Panjang rata-rata ikan pada awal penelitian (cm)

c. *Food Conversion Ratio* (FCR)

Menurut Tahir *et al.*, (2024), FCR merupakan rasio antara berat ikan yang diperoleh dengan total pakan yang diberikan. Rumus untuk menghitung konversi pakan menurut Effendie (1997) dalam Mata *et al.*, (2022) adalah sebagai berikut:

$$FCR = \frac{F}{W_t + D - W_o}$$

Keterangan:

FCR = *Food Conversion Ratio*

Wt = Bobot biomasa ikan pada akhir penelitian

Wo = Bobot biomasa ikan awal penelitian

D = Jumlah bobot ikan yang mati

F = Jumlah Pakan yang dikonsumsi

d. Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur pada penelitian ini yaitu suhu, pH, dan kadar amonia. Suhu dan pH diamati satu minggu sekali sedangkan kadar amonia diamati pada saat akhir pengamatan atau pada saat dilakukan pergantian air kolam tes kadar ammonia menggunakan tetra tes  $\text{NH}_3/\text{NH}_4$  dan diamati perubahan warnanya.

**G. Analisis Data**

Setelah dilakukan pengamatan selama 5 minggu atau 35 hari data yang telah didapat kemudian diolah untuk dianalisis. Dilakukan uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk kemudian apabila data terdistribusi secara normal dilakukan uji homogenitas menggunakan uji Levene. Selanjutnya dilakukan uji ANOVA dan uji lanjut menggunakan uji Duncan.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

##### **1. Penyiapan Pakan**

Kegiatan yang pertama kali dilakukan yaitu penyiapan pakan. Penyiapan pakan dilakukan pada tanggal 10 Februari dengan waktu fermentasi yaitu 2 hari. Dengan metode pembuatan pakan yang sudah dijelaskan pada bagian metode dibab III. Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan diperoleh hasil pakan terbaik yaitu pada pakan perlakuan P4 pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong.



Gambar 4.1Pakan Perlakuan P4

Indikator keberhasilan pembuatan pakan pada penelitian ini yaitu dilihat dari segi tekstur, daya apung dan respon ikan terhadap pakan. Pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong memiliki

tekstur yang tidak terlalu keras dan juga tidak mudah hancur saat berada di air. Sedangkan, pakan perlakuan P2, pakan ampas tahu memiliki tekstur yang mudah hancur saat terkena air. Pakan perlakuan P3, pakan fermentasi daun singkong memiliki tekstur yang cukup keras sehingga ikan kesulitan untuk mengonsumsi pakan menyebabkan pakan tidak termakan oleh ikan walaupun memiliki daya apung yang cukup baik. Akan tetapi pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong memiliki kekurangan yaitu apabila disimpan pada tempat yang tidak rapat atau tidak kedap udara maka akan mudah sekali berjamur.

## 2. Kelulushidupan

Tabel 4. 1 Kelulushidupan

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata %
	1	2	3	
P1	100%	100%	80%	93,33%
P2	100%	90%	90%	93,33%
P3	90%	100%	90%	93,33 %
P4	100%	100%	100%	100%

Keterangan: P1 Pakan komersial P2 Ampas tahu P3 Fermentasi daun singkong P4 Ampas tahu dan fermentasi daun singkong

Pada tabel kelulushidupan ikan lele mutiara pada empat perlakuan yang berbeda, masing-masing dengan tiga kali ulangan. Hasil pengamatan

menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki tingkat kelulushidupan yang tinggi, dengan nilai rata-rata P1-P3 yaitu 93,33 % dan P4 dengan nilai rata-rata 100%. Perlakuan P4 yaitu ampas tahu dengan tambahan fermentasi daun singkong menunjukkan kelulushidupan yang tertinggi dibanding dengan perlakuan P1-P3. Hasil analisis statistik menggunakan uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,440 ( $>0,05$ ), yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap kelulushidupan ikan lele mutiara dari keempat perlakuan yang diberikan karena uji *Kruksal-Wallis* menunjukkan nilai signifikansi 0,440 ( $>0,05$ ), maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak.

### 3. Berat Mutlak

Tabel 4. 2 Berat Mutlak

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata gram
	1	2	3	
P1	40	44	33	39 <sup>c</sup>
P2	18	20	22	20 <sup>b</sup>
P3	8	12	7	9 <sup>a</sup>
P4	56	56	62	58 <sup>d</sup>

Keterangan: P1 Pakan komersial P2 Ampas tahu P3 Fermentasi daun singkong P4 Ampas tahu dan fermentasi daun singkong

Hasil pengamatan dan analisis data menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada berat mutlak ikan lele mutiara di antara perlakuan yang diberikan. Uji ANOVA menghasilkan nilai F sebesar 103,481 dengan signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ) (Lampiran 1), yang menandakan bahwa jenis pakan memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan berat mutlak ikan. Selanjutnya, uji lanjut Duncan dilakukan untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Hasilnya memperlihatkan semua perlakuan berbeda secara nyata, dengan berat mutlak tertinggi pada perlakuan P4 (ampas tahu dan fermentasi daun singkong) sebesar 58 gram, diikuti P1 (pakan komersial) 39 gram, P2 (ampas tahu) 20 gram, dan yang terendah P3 (fermentasi daun singkong) sebesar 9 gram. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong (P4) merupakan perlakuan paling efektif dalam meningkatkan berat mutlak ikan lele mutiara selama masa pemeliharaan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.



#### 4. Panjang Mutlak

Tabel 4. 3 Panjang Mutlak

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata cm
	1	2	3	
P1	2,5	3	3,5	3,0 <sup>c</sup>
P2	1	1,5	2	1,5 <sup>ab</sup>
P3	1	1,5	0,5	1,0 <sup>a</sup>
P4	3,5	1,5	2	2,3 <sup>bc</sup>

Keterangan: P1 Pakan komersial P2 Ampas tahu P3 Fermentasi daun singkong P4 Ampas tahu dan fermentasi daun singkong

Berdasarkan hasil pengukuran panjang mutlak ikan lele mutiara setelah perlakuan selama masa pemeliharaan, diperoleh data rata-rata panjang pertumbuhan yang bervariasi antar perlakuan. Rata-rata panjang mutlak tertinggi ditemukan pada perlakuan P1 (pakan komersial), yaitu sebesar 3,0 cm kemudian pada perlakuan P4 (ampas tahu dan fermentasi daun singkong) menghasilkan rata-rata panjang mutlak sebesar 2,3cm, perlakuan P2 memiliki rata-rata 1,5 cm dan P3 menunjukkan nilai rata-rata terendah yaitu 1,0.

Uji ANOVA menghasilkan nilai F sebesar 5,136 dengan signifikansi 0,029 ( $p < 0,05$ ), yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan terhadap panjang mutlak ikan lele mutiara (Lampiran 1). Artinya, pakan yang diberikan

berkontribusi nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan. Untuk mengetahui perbedaan yang lebih spesifik dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil uji menunjukkan bahwa P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3 akan tetapi P1 tidak berbeda nyata dengan P4, namun P4 menunjukan perbedaan yang signifikan dengan P3. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong (P4) memiliki potensi sebagai pakan alternatif yang cukup efektif. Sehingga,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima.

#### 5. Food Conversion Ratio (FCR)

Tabel 4. 4 Tabel FCR

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata gram
	1	2	3	
P1	1,83	1,70	1,59	1,71 <sup>ab</sup>
P2	3,00	2,27	2,48	2,58 <sup>c</sup>
P3	3,81	4,41	3,91	4,04 <sup>d</sup>
P4	1,51	1,39	1,33	1,41 <sup>ab</sup>

Keterangan: P1 Pakan komersial P2 Ampas tahu P3 Fermentasi daun singkong P4 Ampas tahu dan fermentasi daun singkong

Hasil pada Tabel 4.5 menunjukan bahwa perlakuan P4 memiliki rerata nilai FCR paling rendah sebesar 1,41. Sebaliknya, nilai FCR tertinggi tercatat pada perlakuan P3, yaitu sebesar 4,04. Untuk menguji signifikansi perbedaan antar perlakuan, digunakan analisis ANOVA yang dilanjutkan uji Duncan.

Berdasarkan hasil analisis uji ANOVA diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan dengan nilai  $F_{62,675}$  dan nilai signifikansi 0,000 (Lampiran 1). Untuk mengetahui kelompok yang berbeda nyata dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P3 sangat berbeda nyata dengan perlakuan lainnya karena memiliki nilai FCR tertinggi yaitu 4,04. Perlakuan P2 juga berbeda nyata dengan P1 dan P4. Sedangkan P1 dan P4 tidak berbeda nyata akan tetapi nilai FCR terendah terdapat pada P4. Sehingga,  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima (Lampiran 1).

6. Parameter Lingkungan  
a. Suhu

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Suhu

	<b>Suhu (<math>^{\circ}\text{C}</math>) Minggu Ke-</b>					
	(0)	(7)	(14)	(21)	(28)	(35)
P1	24,0	25,3	26,6	25,0	26,6	25,9
P1	24,0	25,2	27,2	25,0	27,2	26,1
P1	24,0	25,3	26,8	25,3	26,8	26,6
P2	24,0	25,2	26,5	25,1	26,5	27,0
P2	24,1	25,3	27,1	24,9	27,1	26,7
P2	24,0	25,3	26,3	25,0	26,3	26,4
P3	24,0	25,3	26,6	25,1	26,6	26,1
P3	24,0	25,1	26,7	24,9	26,7	26,1
P3	24,0	25,2	25,8	25,1	25,8	25,9

P4	23,9	25,2	26,8	25,4	26,8	26,0
P4	24,0	25,3	26,6	25,1	26,6	25,9
P4	24,0	25,5	25,9	25,3	25,9	26,0

Tabel 4.5 menunjukkan hasil

pengukuran suhu yang dilakukan setiap satu minggu sekali. Pada hari pertama awal pengamatan suhu rata-rata disemua kolam perlakuan sama yaitu 24°C. Pada minggu pertama yaitu hari ke 7 suhu kolam semua perlakuan sama yaitu diangka 25°C. Pada minggu ke dua hari ke 14 suhu kolam berada pada rentang angka 25,8°C-27,2°C suhu terendah pada perlakuan P3 ulangan 3 sedangkan suhu tertinggi pada perlakuan P1 ulangan 2. Pada minggu ke tiga hari ke 21 suhu kolam perlakuan berkisar diangka 24,9°C -25,4 °C suhu terendah pada kolam perlakuan P2 ulangan 2 dan kolam perlakuan P3 ulangan 2 dengan suhu 24,9°C dan suhu tertinggi yaitu pada perlakuan P4 ulangan 1. Pada minggu ke empat yaitu hari ke 28 suhu kolam perlakuan berkisar diangka 25,8°C-27,2°C. Suhu terendah pada perlakuan P3 ulangan 3 yaitu 25,8°C dan suhu tertinggi yaitu pada perlakuan P1 ulangan 2 dengan nilai 27,2°C. Pada minggu ke lima

hari ke 35 suhu kolam perlakuan berkisar 25,9°C-27,0°C. Suhu terendah yaitu pada perlakuan P1 ulangan 1, perlakuan P3 ulangan 3, perlakuan P4 ulangan 2 dengan nilai 25,9°C dan suhu tertinggi yaitu pada perlakuan P2 ulangan 1 yaitu 27,0 °C.

b. pH

Tabel 4. 6Hasil Pengukuran pH

	pH		Minggu		Ke-	
	(0)	(7)	(14)	(21)	(28)	(35)
P1	7,66	7,98	7,90	7,98	9,82	7,58
P1	7,74	7,90	7,82	7,90	9,98	7,74
P1	7,74	7,82	7,90	7,90	9,34	7,58
P2	7,58	7,90	7,98	7,82	7,82	7,58
P2	7,66	7,82	7,98	7,98	7,66	7,58
P2	7,74	7,82	7,90	7,90	7,74	7,50
P3	7,74	7,82	7,90	7,90	7,98	7,42
P3	7,66	7,90	7,82	7,82	7,74	7,34
P3	7,74	7,82	7,98	7,90	7,74	7,34
P4	7,74	7,90	7,82	7,90	7,98	7,28
P4	7,72	7,98	7,90	7,98	7,80	7,26
P4	7,72	7,74	7,90	7,90	7,90	7,14

Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengukuran nilai pH secara keseluruhan berdasarkan tabel diatas nilai pH dimasing-masing kolam perlakuan dikisaran angka 7 akan tetapi pada minggu ke empat hari ke 28 P1 tercatat memiliki pH relatif tinggi, dengan rerata nilai 9,71. Nilai pH terendah ditunjukan

pada perlakuan P4 ulangan 3 diminggu ke lima hari ke 35 yaitu 7,14.

c. Amonia

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Kadar Amonia

<b>Kandungan Amonia (Mg/l)</b>				
Perlakuan	(1)	(2)	(3)	Rata-rata
P1	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,25	0,25	0,25	0,25
P3	1,50	1,50	1,50	1,50
P4	0,25	0,25	0,25	0,25

Pada tabel 4.7 diketahui nilai kandungan amonia pada kolam perlakuan yaitu pada perlakuan P1 nilai kandungan amonia 0,00 mg/l. Perlakuan P2 dan perlakuan P4 nilai kandungan amonia yaitu diangka 0,25 mg/l dan nilai kandungan amonia tertinggi yaitu diperlakuan P3 dengan nilai 1,50 mg/l.

## **B. Pembahasan**

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi produktivitas ikan lele mutiara yang diberi pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong. Pada penelitian ini produktivitas ikan lele dinilai berdasarkan beberapa parameter, yaitu kelulushidupan, pertambahan berat mutlak, panjang mutlak serta efisiensi pemberian pakan. Selain itu, dilakukan pengamatan pada parameter lingkungan selama masa pemeliharaan yang mencakup suhu, pH, dan kandungan amonia pada kolam. Kombinasi pakan alternatif ini berpotensi untuk mengganti atau mengurangi penggunaan pakan komersial. Penggunaan pakan alternatif ini didorong oleh tingginya biaya pakan dalam budidaya ikan lele, yang mana menurut Yudha & Santoso (2014) biaya pakan mencapai 60-70% dari total biaya produksi.

Pemanfaatan ampas tahu untuk pakan alternatif memiliki potensi yang cukup tinggi. Ampas tahu memiliki kandungan protein cukup baik, serta ketersediaannya yang cukup melimpah sebagai hasil sisa produksi tahu (Susanto, 2019). Untuk mengoptimalkan penggunaan ampas tahu sebagai pakan alternatif digunakan pakan tambahan berupa daun singkong yang telah difermentasi. Jumlahnya yang cukup banyak dan mudah ditanam membuat daun singkong dapat dijadikan salah satu pakan alternatif. Selain itu daun singkong

juga mengandung flavonoid yang bermanfaat untuk menambah nafsu makan ikan (Amarwati *et al.*, 2015).

Proses daun singkong yang difermentasi diharapkan mampu memberikan nutrisi tambahan yang mampu memberikan pertumbuhan yang optimal untuk ikan lele. Fermentasi yang dilakukan pada daun singkong berperan dalam meningkatkan kualitas nutrisi sekaligus menurunkan tingkat serat kasar yang terkandung di dalam bahan tersebut (Nurulaisyah *et al.*, 2021). Proses fermentasi mampu meningkatkan kandungan protein pada daun singkong. Kadar protein daun singkong yang belum difermentasi yaitu 23,43% dan meningkat menjadi 28,55% setelah difermentasi (Uyun *et al.*, 2024). Fermentasi daun singkong dengan mikroorganisme seperti *Rhizopus sp.* menjadi metode penting untuk menurunkan kandungan antinutrien tersebut serta meningkatkan pencernaan pakan dan *Rhizopus sp* diketahui efektif dalam memecah serat kasar (Darmawati *et al.*, 2024). Kandungan antinutrien yaitu berupa serat kasar dan kadar HCN (asam sianida) yang ada dalam daun singkong (Endrawati & Kusumaningtyas, 2017).

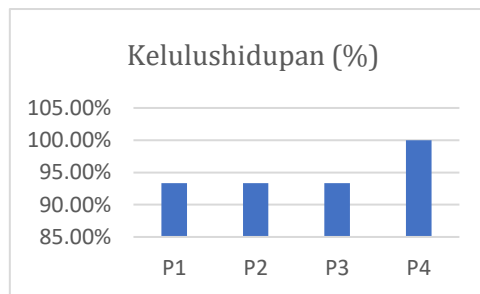
Secara umum, penggunaan pakan alternatif ampas tahu dan fermentasi daun singkong bertujuan untuk menekan biaya produksi sekaligus untuk meningkatkan efisiensi pakan. Akan



tetapi efektivitas dari pakan alternatif tersebut perlu ditinjau lebih lanjut mengenai pengaruhnya terhadap kelulushidupan, pertumbuhan ikan yang meliputi berat mutlak dan panjang mutlak, efisiensi pakan, serta dinamika lingkungan kolam meliputi suhu, pH dan kadar amonia kolam.

### 1. Kelulushidupan

Pemberian pakan berkualitas menjadi salah satu kunci dalam menentukan kelulushidupan ikan budidaya. Pakan bukan hanya berfungsi sebagai sumber energi akan tetapi juga berperan penting dalam menjaga kesehatan ikan dan kualitas lingkungan perairan.



Gambar 4. 2 Grafik nilai kelulushidupan

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelulushidupan tergolong tinggi pada masing-masing perlakuan. Meskipun demikian, nilai kelulushidupan tertinggi yaitu pada perlakuan P4

perlakuan yang menggunakan pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong dengan nilai mencapai 100%. Sedangkan pada perlakuan P1-P3 menunjukkan nilai rata-rata yang sama yaitu 93,33%. Kelulushidupan ikan dapat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor biotik mencakup hal-hal yang berasal dari makhluk hidup itu sendiri, seperti usia ikan serta kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan. Sementara itu, faktor abiotik mencakup faktor-faktor dari lingkungan fisik dan kimia seperti ketersediaan pakan dan kualitas air (Mahardika *et al.*, 2017).

Tingginya nilai kelulushidupan pada perlakuan P4 pakan organik ampas tahu dan fermentasi daun singkong diduga karena kombinasi pakan antara ampas tahu dan fermentasi daun singkong cukup baik untuk dijadikan pakan. Hal ini dikarenakan ampas tahu memiliki tekstur dan daya apung yang cukup baik ditambah dengan proses fermentasi daun singkong yang mampu meningkatkan nilai gizi pakan melalui penurunan kandungan senyawa antinutrient (Darmarwati *et al.*, 2024). Syahrizal *et al.* (2017) menyatakan bahwa proses fermentasi pada daun singkong mampu meningkatkan kelulushidupan ikan

gurami secara signifikan, yaitu hingga 93,33%, jika dibandingkan dengan perlakuan lain seperti perebusan atau tanpa proses pengolahan. Proses fermentasi juga mampu meningkatkan pencernaan pakan sehingga diharapkan dapat dimanfaatkan secara efisien dan mampu mengurangi limbah metabolik yang berada dikolam. Yang mana hal ini diharapkan dapat menjaga kualitas air kolam, sehingga resiko stres dan penyakit pada ikan dapat ditekan. Ikan yang tidak mengalami stres lingkungan cenderung memiliki sistem imun yang lebih kuat dan mampu bertahan hidup dalam waktu yang lama.

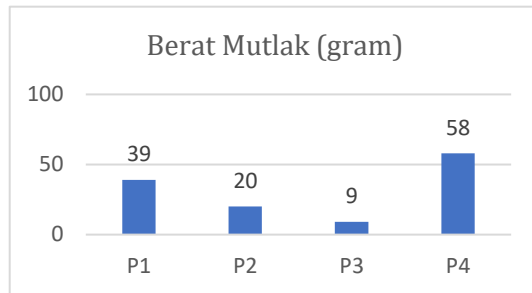
Kelulushidupan ikan lele juga sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tempat budidaya, termasuk suhu, pH, dan kadar amonia. Berdasarkan hasil penelitian, suhu kolam selama masa pemeliharaan berada pada rentang 24,0°C–27,0°C, yang masih termasuk kisaran optimal untuk mendukung metabolisme dan aktivitas fisiologis ikan lele (Anis & Dyah, 2019). Suhu yang stabil ini memungkinkan ikan lele bertahan hidup dengan baik tanpa mengalami stres yang berlebihan. Parameter pH sebagian besar juga berada dalam kisaran netral, yaitu sekitar pH 7, meskipun pada minggu ke-4 perlakuan P1

menunjukkan lonjakan hingga pH 9,98. Nilai ini melebihi batas optimal (6,5–8,5), namun karena hanya terjadi sementara dan tidak merata di semua perlakuan, dampaknya terhadap kelulushidupan secara umum masih dapat ditoleransi oleh ikan (Li *et al.*, 2023; Fitriana & Mufida., 2024).

Sementara itu, kadar amonia tertinggi tercatat pada perlakuan P3 sebesar 1,50 mg/l, yang masih berada dalam ambang toleransi ikan lele terhadap total amonia nitrogen (TAN), yaitu 0,5–3,8 mg/l (Hermawan & Subhan, 2013; Swardiani *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, kondisi parameter lingkungan masih mendukung kelangsungan hidup ikan lele, yang ditunjukkan dengan tingkat kelulushidupan yang cukup baik di setiap perlakuan.

## 2. Berat Mutlak

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan P4 yang menggunakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong menunjukkan nilai rata-rata pertambahan berat mutlak tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai berat rata-rata P4 yaitu 58 gram, diikuti oleh P1 yaitu 39 gram, P2 20 gram, dan P3 yaitu 9 gram.



Gambar 4. 3 Grafik nilai berat mutlak

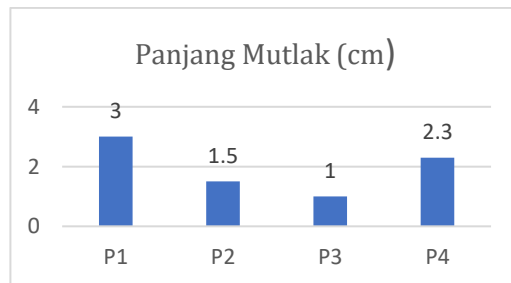
Pakan yang terbuat dari ampas tahu dengan tambahan fermentasi daun singkong menunjukkan hasil yang lebih unggul dibanding perlakuan lain, diduga akibat kandungan nutrisi antara ampas tahu dan fermentasi daun singkong yang cukup tinggi sehingga memberikan hasil pertambahan berat mutlak yang tinggi. Ampas tahu sendiri memiliki kandungan nutrisi yaitu protein (23,55%), lemak (5,54%), karbohidrat (26,92%), abu (17,03%), serat kasar (16,5%), dan air (10,4%) (Boer *et al.*, 2014; Yuhanna & Yulistiana, 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Uyun *et al.*, (2024) daun singkong telah difermentasi mempunyai kandungan nutrisi yaitu protein 28,55%, lemak 8,07%, kadar air 2,42% dan karbohidrat 57,76%. Nilai kandungan nutrisi inilah yang memungkinkan pertumbuhan ikan lele pada perlakuan P4 lebih unggul. Walaupun pakan komersial

juga mengandung nutrisi yang cukup tinggi akan tetapi pakan dengan proses fermentasi mampu meningkatkan pencernaan pakan dan menciptakan lingkungan kolam yang relatif stabil sehingga menghindari stres pada ikan dan pakan dapat dimanfaatkan secara efektif.

Namun, meskipun kandungan nutrisi pada fermentasi daun singkong cukup tinggi pada perlakuan P3 yaitu fermentasi daun singkong menunjukkan hasil yang paling rendah salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pada P3 yaitu tekstur pakan yang dihasilkan dari fermentasi daun singkong. Pakan tersebut cenderung keras ketika dibuat pellet sehingga menyebabkan ikan kesulitan dalam mengkonsumsinya yang mana hal ini berdampak pada penurunan efisiensi pemberian pakan yang akhirnya mempengaruhi berat mutlak ikan. Sebaliknya, pada perlakuan P4 ampas tahu dan fermentasi daun singkong pakan memiliki tekstur yang lebih empuk, sehingga ikan lebih mudah untuk mengkonsumsinya. Pakan yang empuk memungkinkan ikan memperoleh banyak nutrisi dengan lebih cepat, yang mana hal ini dapat mendukung peningkatan berat mutlak.

### 3. Panjang Mutlak

Panjang mutlak merupakan indikator penting dalam penilaian pertumbuhan morfometrik ikan, karena mencerminkan peningkatan ukuran tubuh secara linier selama masa pemeliharaan. Berdasarkan Gambar 4.3, rata-rata panjang mutlak tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 3,0 cm. Sementara itu, perlakuan P3 menunjukkan panjang mutlak terendah yaitu 1,0 cm, diikuti oleh P2 sebesar 1,5 cm, dan P4 sebesar 2,3 cm.



Gambar 4. 4 Grafik nilai panjang mutlak

Berdasarkan gambar 4.3 pada grafik tersebut diketahui bahwa perlakuan P1 menunjukkan hasil yang tertinggi hal ini merupakan hal yang wajar mengingat kandungan nutrisi pakan komersial yang relatif tinggi, kandungan tersebut yang memungkinkan ikan memaksimalkan pertumbuhan panjang tubuhnya

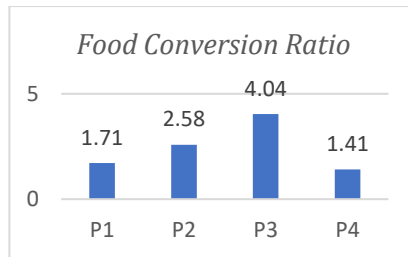
selama masa pemeliharaan. Sementara itu, perlakuan P4 menempati urutan kedua dengan panjang mutlak sebesar 2,3 cm. Meskipun tidak setinggi P1, nilai ini relatif tinggi dan menunjukkan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrisinya secara efisien untuk pertumbuhan linier. Salah satu nutrisi yang menunjang pertumbuhan ikan yaitu protein seperti yang dikatakan oleh Lovell (1989) dalam Nugraha *et al.*, (2022), pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh seberapa imbang kandungan protein dan energi dalam pakannya. Energi dipakai sebagai metabolisme dasar, berkembang biak, merawat tubuh, dan untuk pertumbuhan.

#### 4. *Food Conversion Ratio (FCR)*

FCR merupakan indikator efisiensi pakan, yaitu perbandingan antara seberapa banyak pakan yang diberikan dengan bertambahnya berat badan ikan. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi efisiensi pakan meliputi usia ikan, spesies, ukuran tubuh, karakter genetik, aroma pakan, serta ketahanan pakan saat berada di dalam air. Semakin kecil angka FCR, maka jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kilogram bobot ikan juga semakin



sedikit. Dengan kata lain, pakan tersebut lebih efisien karena sebagian besar nutrisinya berhasil diubah menjadi pertambahan berat tubuh ikan (Andriani *et al.*, 2005; Putri *et al.*, 2019).



Gambar 4. 5 Grafik nilai FCR

Berdasarkan Gambar 4.4, diatas nilai konversi pakan terbaik yaitu terdapat pada perlakuan P4 1,41, kemudian P1 sebesar 1,71, perlakuan P2 sebanyak 2,58 dan perlakuan paling rendah P3 dengan nilai rata-rata 4,04. Semakin kecil nilai FCR maka semakin baik atau budidayanya cukup berhasil. Karena nilai FCR yang semakin rendah, berarti pemanfaatan pakan oleh ikan semakin efisien untuk pertumbuhan (Ardita *et al.*, 2015; Sarmin *et al.*, 2025). Begitupula sebaliknya tingginya nilai FCR kurang baik karena akan boros dalam pengadaan pakan.

Tingginya nilai konversi pakan pada perlakuan P3 diduga karena tekstur pakan yang keras

sehingga pakan tidak dapat dimanfaatkan ikan dengan baik dan banyak pakan yang terbuang. FCR yang rendah harus didukung oleh pakan yang berkualitas dan lingkungan yang baik untuk media hidup ikan (Sarmin *et al.*, 2025). Pakan berkualitas disini tidak hanya dilihat dari kandungan nutrisinya saja akan tetapi juga dari kualitas tekstur pakan yang memudahkan ikan dalam mengkonsumsinya.

#### 5. Parameter Lingkungan

Kualitas lingkungan termasuk faktor yang penting pada budidaya perikanan dan peningkatan produktivitas organisme akuatik. Oleh sebab itu, pembudidaya perlu melakukan pemantauan yang ketat terhadap parameter kualitas air. Hal ini sangat penting dilakukan mengingat perubahan yang drastis dalam kondisi air kolam dapat berdampak serius dan mengakibatkan matinya mahluk hidup perairan seperti ikan (Forteath *et al.*, 1993; Hapsari *et al.*, 2021). Pengambilan data parameter lingkungan berupa suhu dan pH dilakukan sebanyak enam kali yaitu pada awal pengamatan hingga diminggu 1-5 sedangkan untuk parameter kandungan amonia dilakukan satu kali diakhir penelitian. Parameter lingkungan yang dimati yaitu sebagai berikut:

#### a. Suhu

Suhu berperan penting dalam keberlangsungan hidup ikan. Suhu yang tinggi didalam kolam dapat mengakibatkan ikan stres namun apabila suhu yang terlalu rendah dapat mengganggu kemampuan organisme dalam menyerap oksigen, yang pada akhirnya menghambat proses pertumbuhan (Azizah *et al.*, 2022). Berdasarkan tabel 4.5 menunjukan bahwa hasil pengukuran suhu selama masa penelitian berada pada rentang nilai 24,0 °C-27,0 °C yang mana nilai tersebut masih dalam taraf normal untuk keberlangsungan hidup ikan lele. Pernyataan ini didukung oleh Anis & Dyah (2018) yang menyatakan bahwa kisaran suhu optimal untuk menunjang kelangsungan hidup ikan lele berada pada rentang 25-32°C. Suhu yang stabil dalam kisaran tersebut memungkinkan proses metabolisme ikan berlangsung optimal, sehingga energi dari pakan dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk pertumbuhan. Dengan demikian, suhu yang terjaga dalam rentang optimal selama penelitian turut berkontribusi terhadap hasil pertumbuhan ikan yang diperoleh.

b. pH

Pengelolaan pH dalam budidaya ikan lele menjadi faktor krusial karena berpengaruh terhadap kesehatan, laju pertumbuhan, serta tingkat produktivitas ikan (Hutama & Febriawan., 2023). Ketidaksesuaian pH dalam perairan budidaya dapat memicu stres pada ikan, yang pada akhirnya berdampak pada perlambatan pertumbuhan serta meningkatkan kerentanan terhadap serangan penyakit. Tidak hanya itu, pH juga memainkan peran penting dalam menentukan seberapa tersedia unsur hara dalam air serta memengaruhi tingkat racun dari senyawa kimia tertentu.

Kesetabilan pH berpengaruh langsung terhadap aktivitas mikroorganisme yang memiliki peran untuk memproses penguraian bahan organik dan dalam menjaga keseimbangan siklus nitrogen di kolam budidaya. Jika pH berada diluar kisaran optimal, maka proses biologis ini bisa terganggu, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan perairan dan kesehatan ikan (Fitriana & Mufida., 2024). Pada masa penelitian diketahui bahwa pH disetiap minggunya masih dalam kisaran pH 7 akan tetapi pada minggu ke 4 yaitu hari ke 28 pada

perlakuan P1 pakan komersial kolam ulangan 1 menunjukkan nilai pH diangka 9,82 kolam ulangan 2 menunjukan nilai 9,98 dan pada kolam ulangan 3 menunjukan pH 9,34. Yang mana nilai tersebut cukup tinggi karena pH yang optimal untuk ikan lele yaitu pada kisaran pH 6,5-8,5 (Li *et al.*, 2023; Fitriana & Mufida., 2024). Ketersediaan pH dapat menimbulkan stres pada ikan, menghambat proses pertumbuhan, serta meningkatkan kerentanan terhadap serangan penyakit. Selain itu, pH turut berperan dalam menentukan ketersediaan nutrisi dan tingkat racun zat kimia di perairan. Oleh karena itu, pengelolaan pH yang optima berkontribusi terhadap kesetabilan kualitas air, efisiensi penggunaan pakan, serta penurunan angka kematian ikan, yang pada akhirnya berpengaruh positif terhadap produktivitas ikan (Mustaqim *et al.*, 2022; Fitriana & Mufida., 2024).

### c. Amonia

Amonia termasuk kedalam parameter kualitas air yang sangat penting dalam budidaya ikan lele. Dalam kegiatan budidaya perairan, amonia umumnya dihasilkan dari sisa pakan yang tidak dimakan, kotoran ikan, serta hasil penguraian bahan organik oleh mikroorganisme. Di dalam air, amonia hadir dalam dua

bentuk, yaitu amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) dan ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), yang keduanya dikenal sebagai total amonia nitrogen atau TAN (Wahyuningsih & Gitarama., 2020). Ikan sebenarnya memiliki beberapa cara untuk menoleransi kelebihan amonia, seperti melalui proses ekskresi dan perubahan bentuk amonia menjadi senyawa lain yang kurang beracun (Cheng *et al.*, 2015; Wahyuningsih & Gitarama., 2020). Namun, jika kadar amonia terlalu tinggi, mekanisme pengeluaran amonia oleh ikan dapat terganggu, sehingga terjadi peningkatan penyerapan amonia ke dalam tubuh ikan yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian.

Amonia merupakan produk metabolisme nitrogen yang paling dominan dan bersifat toksik. Zat ini tidak hanya berasal dari hasil pemecahan senyawa nitrogen dalam pakan dan sisa pakan yang tidak termakan, tetapi juga dihasilkan dari proses dekomposisi organisme yang telah mati. Konsentrasi amonia dan ammonium di perairan dipengaruhi oleh faktor pH dan suhu. Pada kondisi pH tinggi, bentuk amonia yang tidak terionisasi yang bersifat racun lebih banyak ditemukan. Sebaliknya, pH rendah, bentuk ion ammonium yang tidak beracun lebih mendominasi (Wahyuningsih & Gitarama., 2020).

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan amonia kolam pada tabel 4.7 diketahui bahwa perlakuan P3 memiliki nilai amonia tertinggi yaitu 1,50 mg/l, kemudian pada P2 dan P4 mengandung amonia sebesar 0,25 mg/l dan perlakuan P1 yaitu 0,00 mg/l. Ikan lele masih dapat bertahan hidup pada kisaran konsentrasi amonia total (TAN) antara 0,5-3,8 mg/l (Hermawan & Subhan, 2013; Swardiani *et al.*, 2022). Diperkuat dengan pernyataan Primaningtyas & Subandiyono, (2015) menyebutkan bahwa batas toleransi ikan lele terhadap kandungan amonia diperairan adalah 5,70 mg/L.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong berpengaruh terhadap tingkat kelulushidupan ikan lele mutiara dimana nilai tingkat kelulushidupan terbaik didapatkan pada perlakuan P4 yaitu pakan ampas tahu dan fermentasi daun singkong.
2. Pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong berpengaruh terhadap berat mutlak dan panjang mutlak ikan lele mutiara, dengan nilai terbaik berat mutlak pada perlakuan P4 sebesar 58 gram dan panjang mutlak terbaik pada perlakuan P1 sepanjang 3,0 cm.
3. Pakan kombinasi ampas tahu dan fermentasi daun singkong berpengaruh terhadap efisiensi pakan dengan nilai terbaik yaitu perlakuan P4 yaitu 1,41 gram.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan beberapa hal berikut:



1. Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap dosis dan formulasi yang tepat agar memperoleh hasil pertumbuhan ikan yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan pengukuran amonia secara berkala, guna melihat dinamika akumulasi limbah nitrogen selama masa pemeliharaan.
3. Perlu dilakukan pengamatan kondisi fisiologis atau tanda-tanda stres pada ikan yang mungkin timbul akibat perubahan kualitas air atau jenis pakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, I., & Boer, I. S. (2009). *Pakan ikan budidaya dan analisis formulasi pakan*. UNRI Press.
- Alatorre-Jacome, O., Trejo, F. G., Soto-Zarazua, G. M., & Rico-Garcia, E. (2012). Techniques to assess fish productivity in aquaculture farms and small fisheries: An overview of algebraic methods. *Applied Sciences*, 12(9), 888–892. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.888.892>
- Amarwati, H. (2015). Pemanfaatan tepung daun singkong (Manihot utilisima) yang difermentasi dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan benih Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 51–59.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep umum populasi dan sampel dalam penelitian. *Pilar*, 14(1), 15–31.
- Aminullah, M., Musyaddad, K., & Safita, R. (2019). *Perbandingan pakan ikan (pelet) dengan pakan alami terhadap pertumbuhan bobot badan ikan Lele (clarias gariepinus) di Kerambah Aurduri Kota Jambi*. UIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Anggraeni, D. N., & Rahmiati. (2016). Pemanfaatan ampas tahu sebagai pakan ikan lele (*Clarias batrachus*) organik. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(1), 53–57.
- Anis, M. Y., & Hariani, D. (2018). Pemberian pakan komersial dengan penambahan EM4 (Effective Microorganisme 4) untuk meningkatkan laju pertumbuhan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 1(1), 1–8.
- Ardelia, V., Fahleny, R., & Damayanti, S. (2023). The effect of

- different feed combinations on the growth rate, efficiency and survival rate of Juvenile Catfish (*Clarias* Sp.). *Baselang*, 3(1), 1–9.
- Asriani, A., Santoso, J., & Listyarini, S. (2019). Nilai gizi konsentrat protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) ukuran jumbo. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1(2), 77–86.
- Augusta, T. S. (2016). Dinamika perubahan kualitas air terhadap pertumbuhan ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 5(1), 41–44.
- Azizah, N. F. N., Pujiharsono, H., & Afandi, M. A. (2022). Sistem pengendali suhu dan kadar pH pada kolam ikan lele berbasis IoT pada Desa Kutaringin Kabupaten Banjarnegara. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 6(1), 65–70.
- BPS. (2023). *Produksi perikanan budidaya menurut komoditas utama (ton), 2019-2020*. Badan Pusat Statistik. Diakses 17 November 2024 dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTUxMyMy/produksi-perikanan-budidaya-menurut-komoditas-utama.html>
- Broto, R. W., Arifan, F., Supriyo, E., Pudjihasuti, I., Aldi, V., & Aldo, G. (2021). Pengolahan limbah ampas tahu menjadi produk olahan pangan (vegetarian ampas tahu) di Desa Sugihmanik. *Jurnal Pengabdian Vokasi*, 2(2).
- Cahyani, R. R., & Musliffah, A. R. (2018). Pengembangan pakan ikan untuk menekan biaya produksi budidaya lele. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 15–20.
- Danu, R., Adelina, A., & Heltonika, B. (2015). *Pemanfaatan fermentasi daun singkong (Manihot utilisima Pohl.)*

*Dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan gurami (Osphronemus gouramy Lac.).* Riau University.

- Darmawati, D., Putri, I. W., & Ahyar, M. A. (2024). Pemanfaatan tepung daun singkong (*Manihot utilissima*) yang difermentasi dengan bahan yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Arborescent Journal*, 1(3), 72–79. <https://doi.org/10.56630/arj.v1i3.749>
- Dua Tei, M. T., & Many, A. V. (2022). Pengaruh Pemberian Pakan Campuran Tepung Usus Ayam Dan Ampas Tahu Terhadap Konversi Pakan, Efisiensi Pakan Dan Protein Efficiency Ratio Pada Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *AQUANIPA, Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan*, 4(2), 48–60.
- Endrawati, D., & Kusumaningtyas, E. (2017). Several functions of *Rhizopus* sp. on increasing nutritional value of feed ingredient. *Jurnal Wartazoa*, 27(2), 081–088.
- Falahudin, I., Syarifah, S., & Rahmalia, M. (2016). Pengaruh jenis pakan usus ayam dan ampas tahu terhadap pertumbuhan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 2(1).
- Fatimah, E. N., & Sari, M. (2015). *Kiat sukses budidaya ikan lele*. Bibit Publisher.
- Fitriana, N., & Mufida, M. (2024). Pengukuran kadar keasaman (pH) pada budidaya ikan lele di Desa Lumbangsari Kecamatan Bululawang Kota Malang sebagai metode alternatif untuk mencegah tumbuhnya bakteri patogen. *ALAMTANA: Jurnal Pengabdian Masyarakat Unw Mataram*, 5(1), 55–64.

- GBIF. (2024). *Manihot utilissima*. GBIF. <https://www.gbif.org/species/3061039> (Diakses 10 Desember 2024)
- Hamuna, B., Tanjung, R. H., & MAury, H. (2018). Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35–45.
- Hapsari, L. P., Suryana, A., Nurhudah, M., Wahyudi, D., & Ramli, T. H. (2021). Evaluation of the value of ammonia, nitrate, and nitrite on cultivation media of catfish fed maggot. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 10(1), 15–22.
- Hariyadi, H., Kamil, M., & Ananda, P. (2020). Sistem pengecekan pH air otomatis menggunakan sensor pH probe berbasis Arduino pada sumur bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340–346.
- Helmizuryani, Dasir, & Asiati, D. I. (2022). *Teknik pembenihan ikan lele (Clarias gariepinus Burchell 1822) di kolam terpal*. Noer Fikri Offset.
- Herdhiansyah, D., Reza, R., Sakir, S., & Asriani, A. (2022). Kajian proses penglaan tahu: Studi kasus industri tahu di Kecamatan Kabangka Kabupaten Muna. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 24(2), 231–237.
- Hermansyah, H. (2017). *Rancang bangun pengendali pH air untuk pembudidayaan ikan lele berbasis mikrokontroler Atmega16*. Tanjungpura University.
- Hutama, A. S., & Febriawan, D. (2023). Sistem monitoring pH air pada budidaya lele berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika dan Komputer*, 2(1), 24–29. <https://doi.org/10.22236/jutikom.v2i1.11439>

- Imaduddin, G., & Saprizal, A. (2017). Otomatisasi monitoring dan pengaturan keasaman larutan dan suhu air kolam ikan pada pembenihan ikan lele. *JUST IT: Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 7(2), 28–35.
- Iswanto, B., Suprpto, R., Marnis, H., & Imron, I. (2015). Karakteristik morfologis dan genetis ikan lele Afrika (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) Strain Mutiara. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(3), 325–334.
- ITIS. (2024). *Klasifikasi ikan lele mutiara*. Integrated Taxonomic Information System. [https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=164125#null](https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=164125#null) (Diakses 10 Desember 2024).
- Lamuka, A. P., Walangadi, F. R., Djafar, F. Y., Abas, P. N. P., & Polamolo, D. Y. (2023). Fermentasi Sorgum (*Sorghum bicolor*) menggunakan (*Rhizopus oligosporus*) sebagai sumber alternatif karbohidrat. *Mitita Jurnal Penelitian*, 1(3), 11–16.
- Lestari, S. (2024). Pengaruh pemberian ampas tahu terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *JUSTER: Jurnal Sains Dan Terapan*, 3(1), 34–40.
- Listiyowati, E., & Pramono, T. B. (2014). Potensi pemanfaatan daun singkong (*Manihot utilisima*) terfermentasi sebagai bahan pakan ikan nila (*Oreochromis* sp). *Berkala Perikanan Terubuk*, 42(2), 63–70.
- Mahardhika, N. K., Rejeki, S., & Elfitasari, T. (2017). Performa pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan intensitas cahaya yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(4), 130–138.

- Manik, R. R. D. S., Handoco, E., Tambunan, L. O., Tambunan, J., & Sitompul, S. (2022). Sosialisasi pembenihan ikan lele (*Clarias sp.*) dengan menggunakan pemijahan semi buatan di Desa Aras Kabupaten Batu Bara. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 47–51.
- Marjusni, I., & Idris. (2023). Analisis pengaruh produksi perikanan, ekspor perikanan dan angka konsumsi ikan terhadap pertumbuhan ekonomi sektor perikanan di Indonesia. *Ecosains: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembangunan*, 12(2), 118.  
<https://doi.org/10.24036/ecosains.12633357.00>
- Masitoh, D. (2015). Pengaruh kandungan protein pakan yang berbeda dengan nilai E/P 8, 5 Kkal/G terhadap pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(3), 46–53.
- Mata, T. C., Tangguda, S., & Valentine, R. Y. (2022). Manajemen pemberian pakan pada pembesaran ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Lewa, Sumba Timur, NTT. *Jurnal Megaptera*, 1(1), 39–46.
- Matasina, S. Z., & Tangguda, S. (2020). Pertumbuhan benih lele mutiara (*Clarias gariepinus*) di PT. Indosco Dwi Jaya (FARM Fish Booster Centre) Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8(2), 123–128.
- Maukar, A. L., Runtuk, J. K., & Andira, A. (2019). Perancangan alat produksi tahu yang higienis pada industri rumah tangga. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 3(1), 31–42.
- Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., & Dewiyanti, I. (2017). *Pertumbuhan dan kelulus hidupan benih ikan nila gesdit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda*. Syiah Kuala University.

- Mulyasari, M. (2011). Potensi daun ketela pohon sebagai salah satu sumber bahan baku pakan ikan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1(1), 901–904.
- Muryanto. (2008). Pengembangan biogas pada usaha ternak sapi sebagai pendukung konservasi lahan di Jawa Tengah. *Makalah Seminar ENAFE*.
- Novriadi, R. (2019). Pengaruh reduksi tepung ikan. *Info Akuakultur*, 49, 24–27.
- Nugraha, H. E. (2020). Pengaruh pemberian pakan buatan dengan komposisi ampas tahu, tepung rajungan dedak dan progol terhadap pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jendela ASWAJA*, 1(1), 18–32.
- Nugraha, N., & Suharman, I. (2022). Pemanfaatan tepung daun singkong (*Manihot utilisima* Pohl) difermentasi *Trichoderma* dalam pakan terhadap pertumbuhan benih ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Akuakultur SEBATIN*, 3(2), 68–82.
- Nurilmala, M., Nurjanah, & Utama, R. H. (2009). Kemunduran mutu ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada penyimpanan suhu chilling dengan perlakuan cara mati. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 12(1).
- Nurulaisyah, A., Setyowati, D. N. A., & Astriana, B. H. (2021). Potensi pemanfaatan daun singkong (*Manihot utilisima*) terfermentasi sebagai bahan pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 13–25.
- Nusantara, M. J., Sutrisna, R., Muhtarudin, M., & Liman, L. (2022). Pengaruh campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *aspergillus niger* terhadap



- bahan kering, abu, bahan organik, serat kasar, dan protein kasar. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan*, 6(4), 418–429.
- Olahairullah. (2022). Pengaruh pemberian pakan alami terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Sais Dan Terapan*, 1(1).
- Pancawati, D. N., Suprpto, D., & Purnomo, P. W. (2014). Karakteristik fisika kimia perairan habitat bivalvia di Sungai Wisu Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4), 141–146.
- Poto, L. M. A. (2019). *Materi pelatihan berbasis kompetensi berbasis SKKNI level IV klaster pembesaran ikan air tawar*. Kemendikbud RI.
- Prajayati, V. T. F., Hasan, O. D. S., & Mulyono, M. (2020). Magot flour performance in increases formula feed efficiency and growth of nirwana race tilapia (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(1), 27–35.
- Prihandini, A., & Umami, M. (2022). Pengaruh penambahan ekstrak kunyit (*Curcuma Domestica* Val.) pada pakan terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreo chromis niloticus*). *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup*, 22(1), 34–43.
- Primaningtyas, A. W., & Hastuti, S. (2015). Performa produksi ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dalam sistem budidaya berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 51–60.
- Purnomo, E., & Chika, S. (2022). Potensi keragaman ikan di waduk kedung ombo sebagai penyedia kebutuhan pangan berkelanjutan. *Jurnal Biogenerasi*, 7(1), 99–107.

- Purwaningsih, I. (2013). *Identifikasi ektoparasit protozoa pada benih ikan mas (Cyprinus carpio Linnaeus. 1758) di Unit Kerja Budidaya Air Tawar (UKBAT) Cangkringan Sleman DIY*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Putri, W. R., & Harris, H. (2019). Kombinasi maggot pada pakan komersil terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, FCR dan biaya pakan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(1).
- Rahmadani, S., Setyowati, D. N. A., & Lestari, D. P. (2020). Pengaruh Substitusi Tepung Daun Singkong (*Manihot utilisima*) yang Difermentasi Menggunakan *Rhizopus* sp. pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan Unram*, 10(1), 70–76.
- Rusherlistyani, R., Sudaryati, D., & Heriningsih, S. (2017). Budidaya lele dengan sistem kolam bioflok. In *Budidaya lele dengan sistem kolam bioflok*. LPPM UPN Veteran Yogyakarta.
- Saktiawan, M. E., Sondakh, S. J., & Andaki, J. A. (2020). Faktor sosial ekonomi dan nilai tukar pembudidaya ikan (NTPI) di Desa Warukapas Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara. *AKULTURASI: Jurnal Ilmiah Agrobisnis Perikanan*, 7(2), 1311–1322.
- Salamah, Utomo, N. B. P., Yuhana, M., & Widanarni. (2015). Kinerja pertumbuhan ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus* Burchel 1822, yang dikultur pada sistem berbasis bioflok dengan penambahan sel bakteri heterotropik. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2), 155–164.
- Sanjaya, D., & Badarina, I. (2021). Pertumbuhan kolam pembudidayaan lele untuk memotivasi masyarakat

guna meningkatkan perekonomian yang terhambat akibat pandemi Covid-19 di RT 1 RW 3 Desa Bukit Tinggi. *Tribute: Journal Of Community Services*, 2(2), 99–107.

- Sarmin, A. I. S., & Kurniawati, A. (2025). Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR) dan Survival Rate (SR) ikan lele (*Clarias sp.*) yang dipuasakan secara periodik. *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 10(1).
- Shofura, H., Suminto, S., & Chilmawati, D. (2018). Pengaruh penambahan “probio-7” pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan Nila gift (*Oreochromis niloticus*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 1(1), 10–20.
- Sudaryono, A. (2008). Peranan nutrisi dan teknik pemberian pakan dalam peningkatan produksi akuakultur yang berkelanjutan. *Aquacultura Indonesiana*, 9(1), 39–47.
- Sumaila, R. M., Mende, J., & Sutrisno, A. (2024). Penerapan metode omax untuk analisis produktivitas di PT. Equiport Inti Indonesia Bitung. *Jurnal Tekno Mesin*, 10(1), 16–21.
- Surianti, Tandipayuk, H., & Aslamyah, S. (2020). Fermentasi tepung ampas tahu dengan cairan mikroorganisme mix. Sebagai bahan baku pakan. *Jurnal Agrokompleks*, 9(1), 9–15.
- Susanto, H. (2019). Pengolahan ampas tahu sebagai pakan alternatif untuk ikan bandeng di Desa Kedung Sekar Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 2, 263–268.

- Swardiani, N. P. I., Swasta, I. B. J., Amelia, J. M., & Antara, K. L. (2022). Studi perbandingan kualitas air pada sistem resirkulasi antara sistem yang menggunakan tanaman kangkung dan tanpa tanaman kangkung dilihat dari variabel amonia (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>). *Jurnal Perikanan Unram*, 12(3), 355–364.
- Syahrizal, S., Ghofur, M., & Fakhrurrozi, F. (2017). Pemanfaatan daun singkong (Manihot utilissima) tua sebagai pakan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*. Lac). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 13(4), 107–112.
- Syahrizal, S., Ghofur, M., & Sam, R. (2016). Tepung daun singkong (Manihot utilissima) tua sebagai sumber protein alternatif dalam formula pakan ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 1(1), 1–11.
- Tahir, M. F., Putri, I. W., & Darmawati, D. (2024). Efek frekuensi pakan pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) yang dipelihara dengan metode pemuasaan terhadap pertumbuhan dan feed conversion ratio. *Arborescent Journal*, 1(1), 21–25
- Umbara, D. S. (2017). Paradigma masyarakat terhadap pemanfaatan tanaman singkong sebagai tanaman produktif di Indonesia. *Jurnal Hexagro*, 1(1), 292619.
- Uyun, H. S. K., Bakhtiar, A., & Nurdin, H. (2024). Kajian nutrisi daun singkong sebelum dan sesudah fermentasi. *Jurnal Farmasi Higea*, 16(2), 126–133.
- Wahyuningsih, S., Gitarama, A. M., & Gitarama, A. M. (2020). Amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(2), 112–125.

- Wahyurini, E., & Sugandini, D. (2021). *Budidaya dan aneka olahan singkong*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Walden, J., Fissel, B., Squires, D., & Vestergaard, N. (2015). Productivity change in commercial fisheries: An introduction to the special issue. *Marine Policy*, 62, 289–293.  
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.06.019>
- Yanti, Z., & Muchlisin, Z. A. (2013). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada beberapa konsentrasi tepung daun jalloh (*Salix tetrasperma*) dalam pakan. *Depik*, 2(1).
- Yudha, S., & Santoso, L. (2014). Efektifitas pemberian tepung usus ayam terhadap pertumbuhan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1), 351–358.
- Yuhanna, W. L., & Yulistiana, Y. G. (2017). Pemberdayaan masyarakat Desa Wakah, Kecamatan Ngrambe melalui pembuatan pakan lele alternatif dari ampas tahu dan probiotik. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), 108–114.

## Lampiran 1

### Analisis SPSS

#### Uji Normalitas

	Kolmogore-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Presentase Kelulushidupan	.354	12	.000	.732	12	.002
Berat Mutlak (gram)	.185	12	.200 <sup>*</sup>	.915	12	.244
Panjang Mutlak (cm)	.179	12	.200 <sup>*</sup>	.933	12	.407
FCR	.211	12	.148	.868	12	.062

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

#### Uji Non Parametrik Kruskal-Wallis Kelulushidupan

##### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Presentase Kelulushidupan
Chi-Square	2.700
Df	3
Asymp. Sig.	.440

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Jenis Perlakuan

#### Uji Homogenitas

##### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berat Mutlak (gram)	1.458	3	8	.297
Panjang Mutlak (cm)	1.391	3	8	.314
FCR	3.142	3	8	.087

## Uji ANOVA

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Berat Mutlak (gram)	Between Groups	4191.000	3	1397.000	103.481	.000
	Within Groups	108.000	8	13.500		
	Total	4299.000	11			
Panjang Mutlak (cm)	Between Groups	7.063	3	2.354	5.136	.029
	Within Groups	3.667	8	.458		
	Total	10.729	11			
FCR	Between Groups	12.569	3	4.190	62.675	.000
	Within Groups	.535	8	.067		
	Total	13.104	11			

## Uji Duncan Berat Mutlak

### Berat Mutlak (gram)

Duncan<sup>a</sup>

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
P3	3	9.00			
P2	3		20.00		
P1	3			39.00	
P4	3				58.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

## Uji Duncan Panjang Mutlak

### Panjang Mutlak (cm)

Duncan<sup>a</sup>

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P3	3	1.000		
P2	3	1.500	1.500	
P4	3		2.333	2.333
P1	3			3.000
Sig.		.392	.170	.262

Uji Duncan FCR

FCR

Duncan<sup>a</sup>

Jenis Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P4	3	1.4100	2.5833	4.0433
P1	3	1.7067		
P2	3			
P3	3			
Sig.		.198	1.000	1.000



## Lampiran 2

### Pengukuran Pertumbuhan Ikan

Kelulushidupan

$$SR = (N_0/N_t) \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Survival Rate (Tingkat kelulushidupan dalam presentase)

$N_0$  = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

$N_t$  = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 1 ulangan 1 } SR &= (10/10) \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 1 ulangan 2 } SR &= (10/10) \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 1 ulangan 3 } SR &= (10/8) \times 100\% \\ &= 80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 2 ulangan 1 } SR &= (10/10) \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 2 ulangan 2 } SR &= (10/90) \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan 2 ulangan 3 } SR &= (10/90) \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

$$\text{Perlakuan 3 ulangan 1 } SR = (10/90) \times 100\%$$

$$= 90\%$$

$$\text{Perlakuan 3 ulangan 2 SR} = (10/10) \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Perlakuan 3 ulangan 3 SR} = (10/90) \times 100\%$$

$$= 90\%$$

$$\text{Perlakuan 4 ulangan 1 SR} = (10/10) \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Perlakuan 4 ulangan 2 SR} = (10/10) \times 100\%$$

$$= 100\%$$

$$\text{Perlakuan 4 ulangan 3 SR} = (10/10) \times 100\%$$

$$= 100\%$$

Perlakuan	Awal	Akhir	%
P1 U1	10	10	100%
P1 U2	10	10	100%
P1 U3	10	8	80%
P2 U1	10	10	100%
P2 U2	10	9	90%
P2 U3	10	9	90%
P3 U1	10	9	90%
P3 U2	10	10	100%
P3 U3	10	9	90%
P4 U1	10	10	100%
P4 U2	10	10	100%
P4 U3	10	10	100%

## Berat Mutlak

Perlakuan	Biomasa Awal	Biomasa Akhir	Berat Mutlak
P1 U1	50	90	40
P1 U2	51	95	44
P1 U3	54	87	33
P2 U1	54	72	18
P2 U2	51	71	20
P2 U3	50	72	22
P3 U1	55	63	8
P3 U2	53	65	12
P3 U3	50	57	7
P4 U1	54	110	56
P4 U2	50	106	56
P4 U3	51	113	62

## Panjang Mutlak

Perlakuan	Panjang Awal	Panjang Akhir	Panjang Mutlak
P1 U1	9,5	12	2.5
P1 U2	9,5	12,5	3
P1 U3	9,5	13	3.5
P2 U1	9,5	10,5	1
P2 U2	9,5	11	1.5
P2 U3	9,5	11,5	2
P3 U1	9,5	10,5	1
P3 U2	9,5	11	1.5
P3 U3	9,5	10	0.5
P4 U1	9,5	13	3.5
P4 U2	9,5	11	1.5
P4 U3	9,5	11,5	2

FCR

$$FCR = \frac{F}{W_t + D - W_o}$$

Keterangan:

F= Jumlah pakan

Wt = berat ikan akhir

D = Berat ikan yang mati

Wo = Berat ikan awal

P1 U1

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{73,5}{(90+0)-50} \\
 &= \frac{73,5}{40} \\
 &= 1,83
 \end{aligned}$$

P1 U2

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{74,97}{(95+0)-51} \\
 &= \frac{74,97}{44} \\
 &= 1,70
 \end{aligned}$$

P1 U3

Ikan mati 2 berat 14 gram

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{74,76}{(87+14)-54} \\
 &= \frac{74,76}{101-54} \\
 &= \frac{74,76}{47} \\
 &= 1,59
 \end{aligned}$$

P2 U1

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{54,18}{(72+0)-54} \\
 &= \frac{54,18}{72-54} \\
 &= \frac{54,18}{18} \\
 &= 3,00
 \end{aligned}$$

P2 U2

Ikan mati satu berat 6 gram

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{58,89}{(71+6)-51} \\
 &= \frac{58,89}{77-51} \\
 &= \frac{58,89}{26} \\
 &= 2,27
 \end{aligned}$$

P2 U3

Ikan mati satu berat 6 gram

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{69,51}{(72+6)-50} \\
 &= \frac{69,51}{78-50} \\
 &= \frac{69,51}{28} \\
 &= 2,48
 \end{aligned}$$

P3 U1

Ikan mati satu berat 6 gram

$$\begin{aligned}
 \text{FCR} &= \frac{53,34}{(63+6)-55} \\
 &= \frac{53,34}{69-55} \\
 &= \frac{53,34}{14} \\
 &= 3,81
 \end{aligned}$$

P3 U2

$$\begin{aligned}\text{FCR} &= \frac{52,92}{(65+0)-53} \\ &= \frac{52,92}{65-53} \\ &= \frac{52,92}{12} \\ &= 4,41\end{aligned}$$

P3 U3

Ikan mati 1 berat 6 gram

$$\begin{aligned}\text{FCR} &= \frac{50,82}{(57+6)-50} \\ &= \frac{50,82}{63-50} \\ &= \frac{50,82}{13} \\ &= 3,91\end{aligned}$$

P4 U1

$$\begin{aligned}\text{FCR} &= \frac{84,63}{(110+0)-54} \\ &= \frac{84,63}{110-54} \\ &= \frac{84,63}{56} \\ &= 1,51\end{aligned}$$

P4 U2

$$\begin{aligned}\text{FCR} &= \frac{77,58}{(106+0)-50} \\ &= \frac{77,58}{106-50} \\ &= \frac{77,58}{56}\end{aligned}$$

$$= 1,39$$

P4 U3

$$\text{FCR} = \frac{82,53}{(113+0)-51}$$

$$= \frac{82,53}{113-51}$$

$$= \frac{82,53}{62}$$

$$= 1,33$$



## Lampiran 3

### Dokumentasi Penelitian



Timbangan



Termometer



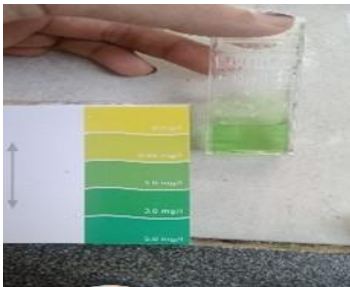
pH meter



Serokan



Ragi tempe



Tes Amonia



Fermentasi daun singkong



Pelet ampas tahu dan fermentasi daun singkong



Kolam pemeliharaan



Pelet fermentasi daun singkong



Ikan mati



Kit amonia



Baskom



Pengukuran berat



Pengukuran panjang



Gilingan daging



Pengukuran Suhu



Pengukuran Ph



Alat tulis

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Rihma Aulia Khoirunisa
2. Tempat & Tgl lahir : Semarang, 11 Desember 2002
3. Alamat : Cangkiran Rt 01/Rw 02  
Kecamatan Mijen Kota Semarang
4. Hp : 085746692395
5. Email : rihmaaulia22@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
  - a. SD N Cangkiran 01
  - b. SMP N 35 Semarang
  - c. SMA N 1 Limbangan
2. Pendidikan non formal
  - a. Pondok Pesantren Nurul Huda Polaman Mijen Semarang

Semarang 27-Mei-2025



Rihma Aulia Khoirunisa  
NIM 2108016034