

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PEMANFAATAN LIMBAH
AMPAS TAHU DAN KEPALA UDANG SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN
BAKU PAKAN IKAN LELE**

(Skripsi)

Oleh

Eka Wulandari
2114231041



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

FINANCIAL FEASIBILITY ANALYSIS OF UTILIZING TOFU WASTE AND SHRIMP HEADS AS ALTERNATIVE RAW MATERIALS FOR CATFISH FEED

By

Eka Wulandari

This study aims to analyze the potential of utilizing tofu waste and shrimp heads as alternative raw materials in catfish feed production, and to evaluate the financial feasibility of this business. The method employed was a descriptive approach with four replications, which involved the preparation of tofu dregs flour and shrimp head flour for the production of alternative flour. Proximate analysis was carried out on each material to determine its nutritional content (moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, and crude fiber) based on AOAC and SNI methods. Catfish feed was formulated by substituting 25% of fishmeal and soybean meal with the alternative flours. A financial feasibility analysis was performed using the net present value (NPV), internal rate of return (IRR), benefit-cost ratio (B/C), break-even point (BEP), and payback period (PP). Results showed that tofu waste contained 73.40% carbohydrate, 15.85% fat, and 10.79% fiber, while shrimp heads contained 8.58% protein, 20.50% ash, and 18.67% crude fiber. Financial analysis indicated that the business is feasible, with an NPV of IDR 381,493,105, an IRR of 48.7%, a B/C ratio of 2.58, and a relatively short payback period of 2 years, 2 months, and 12 days. Utilizing organic waste as a substitute for fishmeal and soybean meal is not only economically viable but also supports sustainable catfish feed production.

Keywords: alternative raw materials, catfish feed, financial feasibility, shrimp heads, tofu waste

ABSTRAK

ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TAHU DAN KEPALA UDANG SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU PAKAN IKAN LELE

Oleh

Eka Wulandari

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan limbah ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan pakan ikan lele, serta mengevaluasi kelayakan finansial usaha tersebut. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan empat kali pengulangan meliputi pembuatan tepung ampas tahu dan tepung kepala udang untuk pembuatan tepung alternatif. Dilakukan analisis proksimat pada masing-masing bahan untuk mengetahui kandungan nutrisi (air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar) dengan acuan metode AOAC dan SNI. Formulasi pakan ikan lele disusun dengan substitusi 25% tepung ikan dan bungkil kedelai menggunakan tepung alternatif tersebut. Analisis kelayakan finansial meliputi perhitungan *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *benefit-cost ratio* (B/C), *break even point* (BEP), dan *payback period* (PP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ampas tahu mengandung karbohidrat sebesar 73,40%, lemak 15,85%, dan serat 10,79%, sedangkan kepala udang mengandung protein 8,58%, abu 20,50%, dan serat kasar 18,67%. Hasil analisis finansial menunjukkan usaha ini layak dijalankan, dengan nilai NPV sebesar Rp381.493.105, IRR sebesar 48,7%, B/C Ratio sebesar 2,58, dan Payback Period relatif singkat yaitu 2 tahun 2 bulan 12 hari. Pemanfaatan limbah organik sebagai substitusi tepung ikan dan bungkil kedelai tidak hanya efektif secara ekonomi, tetapi juga mendukung pengembangan pakan ikan lele yang ekonomis dan berkelanjutan.

Kata Kunci: ampas tahu, analisis kelayakan finansial, bahan baku alternatif, kepala udang, pakan ikan lele

**ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL PEMANFAATAN LIMBAH
AMPAS TAHU DAN KEPALA UDANG SEBAGAI ALTERNATIF
BAHAN BAKU PAKAN IKAN LELE**

Oleh

EKA WULANDARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL
PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS
TAHU DAN KEPALA UDANG SEBAGAI
ALTERNATIF BAHAN BAKU PAKAN
IKAN LELE**

Nama Mahasiswa : **Eka Wulandari**

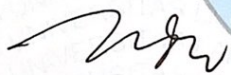
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114231041

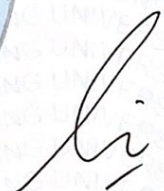
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

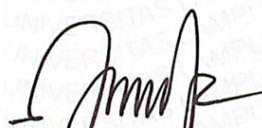


1. Komisi Pembimbing


Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.
NIP 19640106 198803 1 002


Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si.
NIP 19881104 201903 2 014

2 Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

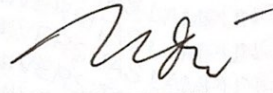

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

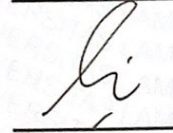
Ketua

: Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.



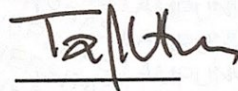
Sekretaris

: Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118-1989021-002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 6 Agustus 2025

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Wulandari

NPM : 2114231041

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila terdapat kecurangan dikemudian hari dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 06 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan


Eka Wulandari
NPM 2114231041

RIWAYAT HIDUP

Penulis Bernama Eka Wulandari dilahirkan di Panca Tunggal Jaya pada tanggal 20 April 2003 sebagai anak sulung dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Nur Faoji dan Ibu Suliati. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di MI MA Rawa Selapan Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2015, tingkat Sekolah Menengah Pertama di MTs MA Rawa Selapan, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2018, tingkat Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Candipuro, di Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2021. Penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi di Universitas Lampung di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2024 di Desa Karang Sari, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan. Penulis Melakukan Praktik Umum (PU) di PT Madubaru (PG-PS Madukismo), Kecamatan Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan judul “Mempelajari Teknologi Pengolahan Gula Kristal Putih Pada PT Madubaru (PG.Madukismo)” pada bulan Juli-Agustus 2024.

Penulis mengikuti Organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan THP sejak tahun 2022-2023 sebagai anggota Bidang Pengabdian Masyarakat. Serta UKM Radio Kampus Universitas Lampung pada tahun 2021-2023 pada divisi Production Visual.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kelayakan Finansial Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu Dan Kepala Udang Sebagai Alternatif Bahan Baku Pakan Ikan Lele” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini telah banyak mendapatkan arahan, bimbingan, bantuan, nasihat, serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati. M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T., selaku pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik (PA) penulis yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si., selaku Dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan dukungan, bimbingan serta saran kepada penulis selama penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi.

6. Bapak Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, masukan, dan evaluasi dalam perbaikan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar, Staf dan Karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah mengajari, membimbing, membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, serta memberikan banyak ilmu dan wawasan kepada penulis.
8. Cinta pertamaku, Bapak Nur Faoji dan Pintu surgaku Ibunda Suliati serta saudariku tercinta Syifa Nur Aini. Terimakasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih sayang diberikan, terimakasih sudah memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan sejak penulis lahir hingga penulis mampu menyelesaikan studinya dan memperoleh gelar sarjana. Semoga Bapak, Ibu dan adek sehat, Panjang umur dan Bahagia selalu.
9. Teruntuk Risky khoirul wijaya saya ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya karena selalu ada dan tak henti-hentinya memberikan semangat dan dukungan serta bantuan baik tenaga, pikiran, serta materi kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Untuk sahabatku Luthfi Su'adah NH, terimakasih atas segala dukungan, saran dan masukan. Terimakasih sudah membersamai penulis sejak dibangku sekolah hingga penulis mendapatkan gelar sarjana.
11. Sahabatku selama dibangku perkuliahan Nabila,Btari,Elvia,Diva,Hani,Eca dan Anya yang sudah memberikan kebahagiaan, dukungan, saling mendoakan serta mendengar keluh kesah penulis, terimakasih sudah menemani perjalanan penulis selama masa kuliah hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan saran, dukungan kepada penulis selama melaksanakan penelitian.
13. Semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

14. Terakhir, terimakasih untuk diri saya sendiri, karena telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini, mampu mngendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tidak pernah memutuskan menyerah dalam menyelesaikan tanggung jawab, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh mereka kepada penulis, dan juga berharap supaya laporan skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Agustus 2025
Penulis.

Eka Wulandari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	5
1.3 Kerangka Pemikiran	5
1.4 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Ampas Tahu	9
2.2 Kepala Udang.....	10
2.4 Ikan Lele	13
2.5 Analisis Ekonomi.....	14
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Bahan dan Alat.....	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.4.1 Pembuatan Tepung Ampas Tahu.....	18
3.4.2 Pembuatan Tepung Kepala Udang	18
3.4.3 Pembuatan Pakan Ikan Lele (Pelet)	20
3.5 Analisis Proksimat	22
3.5.1 Kadar Air.....	22
3.5.2 Kadar Abu	22

3.5.3 Kadar Lemak	23
3.5.4 Kadar Protein.....	24
3.6 Uji Serat Kasar	25
3.7 Kelayakan Finansial.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Analisis Kimia.....	30
4.1.1 Kadar Air.....	30
4.1.2 Kadar Abu	31
4.1.3 Kadar Protein.....	33
4.1.4 Kadar Lemak	34
4.1.5 Serat Kasar	36
4.1.6 Karbohidrat.....	37
4.2 Formulasi pakan ikan lele dengan Substitusi Tepung Alternatif.....	38
4.3 Analisis Ekonomi.....	40
4.3.1 Struktur Biaya.....	40
4.3.2 Produksi.....	43
4.3.3 Penerimaan dan Laba Bersih	45
4.3.4 Harga Pokok Produksi	46
4.3.5 Kelayakan Finansial.....	47
4.4 Analisis Sensitivitas.....	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kebutuhan Nutrisi Untuk Ikan Lele	12
2. Formulasi bahan pembuatan pakan ikan lele.....	21
3. Rata-rata hasil analisis kimia (berat kering) ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku pakan ikan lele	30
4. Formulasi Pakan Ikan Lele Komersial	38
5. Formulasi dan kandungan nutrisi Pakan ikan lele	39
6. Rincian Biaya Usaha Pembuatan Pakan Ikan.....	40
7. Biaya Investasi Usaha Pakan Ikan Lele	41
8. Biaya Tetap Usaha Pakan Ikan Lele	41
9. Biaya Variabel Usaha Pakan Ikan Lele.....	42
10. Biaya Overhead Usaha Pakan Ikan lele	43
11. Data Produksi Pakan Ikan lele	44
12. Penerimaan Pakan Ikan lele Tahun 2025	45
13. Laba Bersih Usaha Pakan Ikan Lele Tahun 2025	46
14. Analisis Hasil HPP Usaha Pakan Ikan	47
15. Analisis Kelayakan Finansial Usaha Pakan Ikan Lele	48
16. Hasil Analisis Net Present Value Usaha Pakan Ikan Lele	48
17. Hasil Analisis Internal Rate of Return Usaha Pakan Ikan Lele	49
18. Hasil analisis BEP Usaha Pakan Ikan Lele	50
19. Hasil Analisis B/C Ratio Usaha Pakan Ikan Lele.....	51
20. Hasil Analisis Payback Period Usaha Pakan Ikan Lele	52
21. Hasil Analisis Sensitivitas Usaha pakan ikan lele	53
22. Kadar air Tepung ampas tahu	66
23. Kadar air tepung kepala udang	66

24. Berat Kering Kadar abu tepung ampas tahu	67
25. Kadar abu tepung kepala udang	67
26. Kadar protein tepung ampas tahu	68
27. Kadar protein tepung kepala udang	68
28. Kadar lemak tepung ampas tahu	69
29. Kadar lemak tepung kepala udang	69
30. Karbohidrat tepung ampas tahu	70
31. Karbohidrat tepung kepala udang	70
32. Analisis serat kasar tepung ampas tahu	70
33. Analisis serat kasar tepung kepala udang	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	7
2. Ampas Tahu.....	9
3. Kepala Udang	10
4. Pembuatan Tepung Ampas Tahu	18
5. Pembuatan Tepung Kepala Udang.....	19
6. Pengujian Tepung Alternatif	20
7. Proses pembuatan pakan ikan lele	21

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia memiliki sumber daya perairan yang luas, mencakup sungai, rawa, danau, serta lautan yang membentang. Secara keseluruhan, terdapat 11,95 juta hektar sungai dan rawa, 1,87 juta hektar danau alami, serta 0,003 juta hektar danau buatan. Kekayaan perairan ini memberikan peluang besar bagi masyarakat untuk mengembangkan sektor perikanan, terutama melalui kegiatan budidaya ikan (Zaenuri dkk., 2014). Seiring dengan pertumbuhan penduduk, kebutuhan konsumsi ikan terus meningkat, sehingga produksi ikan perlu ditingkatkan. Pembudidaya ikan memanfaatkan berbagai metode untuk meningkatkan hasil panen, salah satunya dengan sistem budidaya intensif. Sistem ini memungkinkan peningkatan produksi ikan dalam waktu yang lebih singkat dan dengan hasil yang lebih optimal. Selain itu, penerapan budidaya intensif juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan pakan. Dengan demikian, pengembangan sektor perikanan melalui budidaya intensif menjadi langkah strategis dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat (Diana dan Ananingtyas, 2020).

Kegiatan budidaya ikan secara intensif dapat dilakukan guna meningkatkan produksi dari ikan Lele (*Clarias sp.*) (Herdiyanti, 2015). Pesatnya perkembangan budidaya ikan lele dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti, kemampuan beradaptasi dengan perubahan lingkungan, kualitas daging yang baik, daya tahan yang tinggi terhadap penyakit, laju pertumbuhan yang cepat, serta kemampuannya untuk dibudidayakan dalam kepadatan tinggi. Ikan lele menjadi salah satu komoditas unggulan dalam perikanan budidaya karena tingkat produksinya yang tinggi. Saat ini, ikan lele menyumbang lebih dari 10% dari total produksi

perikanan budidaya di Indonesia, dengan pertumbuhan yang mencapai sekitar 17-18%. Diharapkan, ikan lele dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan dalam produksi perikanan budidaya, dengan target pencapaian sebesar 38%. (Kaswara dan Nuswantara, 2022).

Menurut Diana dan Ananingtyas (2020), Pemanfaatan bahan baku lokal menjadi strategi penting dalam menekan biaya produksi pada budidaya ikan. Pakan merupakan komponen utama yang dapat menyumbang 60–70% dari total biaya, sehingga efisiensi dalam penyediaannya sangat diperlukan untuk mengurangi pengeluaran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan bahan baku lokal yang mudah diperoleh. Dengan menggunakan bahan baku lokal, pembudidaya tidak hanya dapat mengurangi biaya tetapi juga meningkatkan keberlanjutan dalam produksi pakan ikan, karena bahan tersebut biasanya lebih segar dan memiliki nilai gizi yang sesuai dengan kebutuhan ikan.

Limbah industri pertanian merupakan salah satu sumber bahan baku pakan yang kaya akan nutrisi dan dapat dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini sering kali terabaikan, padahal dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap penyediaan pakan ikan. Dengan mengolah limbah pertanian menjadi pakan, pembudidaya dapat memanfaatkan sumber daya yang ada di sekitar mereka dan mengurangi dampak lingkungan dari limbah tersebut. Selain itu, penggunaan limbah sebagai bahan baku pakan juga mendukung prinsip ekonomi sirkular, di mana sumber daya digunakan secara efisien dan berkelanjutan (Iskandar dan Elrifadah, 2015).

Kriteria pakan yang berkualitas sangat penting dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan ikan. Pakan harus mampu memenuhi kebutuhan nutrisi ikan serta mendukung perkembangan fisiologisnya. Kualitas pakan yang baik tidak hanya berperan dalam menjaga kesehatan ikan, tetapi juga meningkatkan efisiensi konversi pakan menjadi biomassa. Pakan yang sesuai dapat meningkatkan produktivitas budidaya, sehingga pemilihan dan pengolahannya harus dilakukan dengan teliti. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan baku lokal dan limbah dalam

pembuatan pakan ikan tidak hanya lebih ekonomis, tetapi juga berperan dalam mendukung keberlanjutan industri perikanan (Wahyudi et al., 2023).

Nutrisi dalam pakan memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ikan. Ketika kebutuhan nutrisi ikan terpenuhi, pertumbuhannya akan berlangsung secara optimal. Salah satu komponen utama yang harus ada dalam pakan ikan adalah protein, karena protein mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan untuk pembentukan dan perkembangan tubuh ikan. Protein memiliki beberapa fungsi penting dalam tubuh ikan, antara lain mendukung pertumbuhan, membangun dan memperbaiki jaringan yang rusak, menjadi bagian dari berbagai struktur tubuh, serta berfungsi sebagai sumber energi. Oleh karena itu, kandungan protein dalam pakan perlu diperhatikan agar ikan dapat tumbuh dengan baik dan sehat (Arsella, 2020).

Di sisi lain, harga pakan di pasaran sangat dipengaruhi oleh komposisi nutrisinya, terutama kadar proteinnya. Pakan dengan kandungan protein 40% umumnya dijual sekitar Rp 20.000 per kilogram, sementara pakan dengan kadar protein 30% berkisar antara Rp 12.000 hingga Rp 15.000 per kilogram (Patria dkk., 2022). Tepung ikan, sebagai sumber protein utama, memiliki kandungan protein tinggi sekitar 62–65%. Namun, harganya cenderung mahal karena bergantung pada ketersediaan serta fluktuasi pasar. Bungkil kedelai sering dimanfaatkan sebagai alternatif tepung ikan karena lebih ekonomis dan mengandung protein sekitar 36–39%. Selain itu, bahan nabati lain seperti dedak padi dan ampas tahu juga digunakan untuk mengurangi biaya produksi pakan. Dengan mengombinasikan berbagai bahan baku tersebut, produsen pakan dapat menghasilkan produk yang lebih terjangkau tanpa mengurangi kualitas nutrisi yang diperlukan ikan lele (Sebayang dkk., 2020).

Tahu adalah makanan yang berasal dari kacang kedelai dan sangat populer di kalangan masyarakat. Menurut data Badan Pusat Statistik (2023), sekitar 43,97% konsumsi kedelai di Indonesia diolah menjadi tahu. Kedelai sendiri merupakan salah satu sumber protein nabati yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia

(Herdhiansyah dkk., 2022). Dalam proses produksinya, industri tahu menghasilkan limbah yang dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas tahu dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, yang umumnya dibuang atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sementara itu, limbah cair berasal dari berbagai tahapan produksi, seperti pencucian, perebusan, pengepresan, dan pencetakan tahu (Rismawati dkk., 2020)

Ampas tahu sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pupuk organik, namun banyak juga yang membuangnya karena dianggap tidak memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Beberapa orang beranggapan bahwa ampas tahu tidak bergizi dan tidak layak dikonsumsi. Padahal, ampas tahu masih mengandung protein dalam jumlah yang cukup tinggi, mengingat bahan bakunya berasal dari kedelai yang kaya akan nutrisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam ampas tahu terdapat 26,6% protein, 18,3% lemak, 41,3% karbohidrat, 0,29% fosfor, 0,4% besi, dan 0,09% air. Selain kandungan nutrisi tersebut, ampas tahu juga mengandung serat pangan yang termasuk dalam kategori pangan fungsional. Serat ini memiliki manfaat tambahan bagi kesehatan, terutama dalam membantu mencegah penyakit degeneratif. Kandungan komponen aktif dalam seratnya tidak hanya memberikan manfaat nutrisi, tetapi juga berperan dalam meningkatkan kesehatan secara keseluruhan (Waruwu, 2024).

Selain ampas tahu, limbah lainnya yang dapat di manfaatkan yaitu berupa limbah kepala udang yang mengandung protein, lemak, serat kasar, kalsium karbonat, kitin, dan astaxantin yang baik untuk mendukung pertumbuhan ikan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024) konsumsi udang segar selama satu minggu mencapai 0,359 kg per kapita. Udang adalah biota laut yang termasuk dalam kelas *decapoda*. Tubuh udang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala, dada, dan perut. Karena struktur tubuhnya yang terdiri dari tiga bagian ini, seringkali hanya bagian dada dan perut udang yang dihasilkan atau dikonsumsi, sementara kepala udang sering kali dianggap sebagai limbah. (Meiyani dkk., 2014). Di Indonesia, udang yang diekspor dalam keadaan beku maupun yang diolah sebagai makanan umumnya telah melalui proses pembuangan kepala, sehingga menghasilkan limbah kepala udang yang masih minim pemanfaatannya. Jika tidak ditangani

dengan baik, limbah ini dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan, seperti bau tidak sedap dan potensi menjadi sumber penyakit (Rahmalia dkk., 2024).

Pemanfaatan limbah ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku pakan ikan lele terbukti mampu menurunkan biaya pakan hingga 50% tanpa mengurangi kualitas pertumbuhan ikan (Bakhtiar dkk., 2022). Selain itu, kombinasi kedua bahan ini dalam formulasi pakan ikan menghasilkan kandungan protein yang berkisar antara 25,3% hingga 32,84%, sesuai dengan kebutuhan nutrisi ikan lele (Juliana dkk., 2020). Oleh karena itu, penggunaan ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku pakan tidak hanya membantu mengurangi biaya produksi, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan optimal ikan lele. Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan nutrisi dalam kedua bahan tersebut serta mengevaluasi kelayakan finansial penggunaannya sebagai alternatif bahan baku pakan ikan lele. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan, sehingga mampu menekan biaya produksi pakan serta mengurangi dampak negatif limbah industri pangan terhadap lingkungan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis jumlah nutrisi yang optimal dari campuran limbah ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan pakan ikan lele.
2. Menganalisis kelayakan finansial dari pemanfaatan limbah ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku alternatif pakan ikan lele.

1.3 Kerangka Pemikiran

Ampas tahu merupakan limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu dan dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia. Seiring dengan pesatnya perkembangan industri tahu yang mencapai kapasitas produksi sekitar 2,56 juta ton per tahun, jumlah ampas tahu yang dihasilkan juga meningkat secara

signifikan. Konversi kedelai menjadi ampas tahu berkisar antara 100–112%, sehingga menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Meskipun sering dianggap sebagai limbah yang tidak memiliki nilai manfaat, ampas tahu sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ikan. Sebelum digunakan sebagai pakan, ampas tahu perlu dikeringkan untuk menurunkan kadar airnya, sehingga lebih mudah dicampur dengan bahan lain dalam proses formulasi pakan. Ampas tahu memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik, di antaranya protein sebesar 23,55%, lemak 5,54%, serat kasar 16,53%, abu 17,3%, dan kadar air 10,43% (Arsella, 2020).

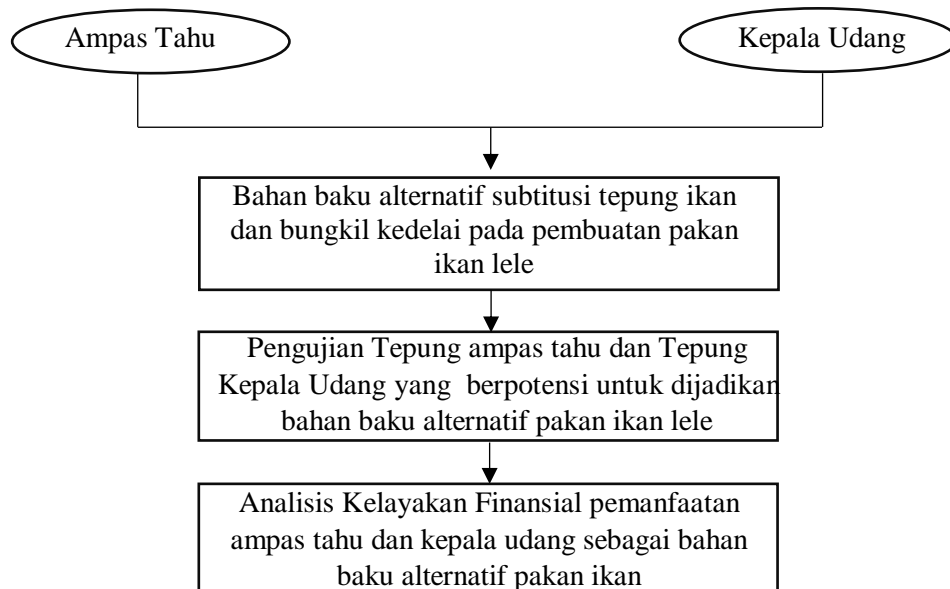
Pemanfaatan ampas tahu sebagai bahan baku pakan ikan lele telah diteliti dalam berbagai penelitian dengan variasi persentase yang berbeda. Penelitian (Nugraha dkk., 2023) menunjukkan bahwa kombinasi 20% ampas tahu dan 80% pelet menghasilkan laju pertumbuhan ikan lele sangkuriang yang tertinggi di antara perlakuan kombinasi ampas tahu dan pelet. Penelitian lain melaporkan bahwa pemberian ampas tahu pada pakan ikan lele dumbo berpengaruh terhadap pertumbuhan berat badan ikan tersebut, dengan perlakuan 20% ampas tahu menghasilkan rata-rata berat badan ikan mencapai 40 gram (Putri, 2023).

Berbagai metode finansial dapat digunakan dalam menganalisis kelayakan produksi bahan baku alternatif pakan ikan lele guna memastikan profitabilitas usaha. Salah satunya adalah analisis biaya-manfaat, yang membandingkan total biaya dengan manfaat yang diperoleh. Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa budidaya lele dengan pakan pelet dan usus ayam memiliki rasio biaya terhadap pendapatan (R/C Ratio) 1,43, menandakan usaha ini menguntungkan.

Metode *Break Event Point* (BEP) menentukan titik impas saat pendapatan setara dengan total biaya. Studi yang sama mencatat BEP sebesar Rp 3.551.634,00 dengan produksi 142,07 kg ikan, menunjukkan usaha ini layak dijalankan. *Return on Investment* (ROI) juga penting untuk mengukur efektivitas investasi.

Analisis sensitivitas dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak perubahan harga bahan baku terhadap profitabilitas. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan baku lokal seperti ampas tahu dan bungkil kedelai dapat menekan biaya pakan secara signifikan. Dengan metode ini, pembudidaya dapat

membuat keputusan berdasarkan analisis keuangan yang kuat untuk meningkatkan efisiensi dan profit usaha (Daniningsih dan Henny, 2022). Kerangka pikir pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian diatas menggambarkan tahapan pemanfaatan ampas tahu dan kepala udang sebagai bahan baku alternatif untuk pakan ikan lele. Penelitian ini diawali dengan pemanfaatan dua jenis limbah organik, yaitu ampas tahu dan kepala udang, yang diajdikan menjadi tepung dan dikaji potensi penggunaannya sebagai pakan alternatif. Setelah proses pengujian, dilakukan analisis kelayakan finansial untuk mengevaluasi apakah pemanfaatan kedua bahan tersebut secara ekonomi layak diterapkan dalam produksi pakan ikan. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan mampu menawarkan solusi pakan yang lebih hemat biaya dan mendukung keberlanjutan dalam budidaya ikan lele.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahan baku Pakan ikan lele yang diformulasikan dari campuran ampas tahu dan kepala udang memiliki kandungan nutrisi, khususnya protein, yang sesuai dengan standar kebutuhan ikan lele.

2. Formulasi pakan alternatif dari bahan lokal tersebut mampu menekan biaya produksi dibandingkan dengan pakan komersial yang berbahan dasar impor seperti tepung ikan dan bungkil kedelai.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tahu

Ampas tahu adalah limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan tahu dan memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Limbah ini mengandung serat pangan tidak larut (*Insoluble Dietary Fiber*, IDF) dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat pangan larut (*Soluble Dietary Fiber*, SDF).

Kandungan SDF diketahui memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan serta berperan dalam meningkatkan kualitas proses pengolahan pangan. Penggunaan ampas tahu sebagai bahan baku pakan ikan lele tidak hanya meningkatkan nilai tambah, tetapi juga berkontribusi dalam memperbaiki kualitas pakan serta menekan biaya produksi dalam kegiatan budidaya. Namun, pemanfaatan ampas tahu masih memiliki kendala, terutama karena sifatnya yang mudah rusak dan berpotensi menimbulkan bau tidak sedap jika tidak segera diolah atau disimpan dengan baik (Agustina, 2024) . Ampas tahu disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ampas Tahu
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Proses pembuatan tahu menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan bau tidak sedap serta mencemari lingkungan. Meskipun sering dianggap sebagai limbah, ampas tahu sebenarnya memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Ampas tahu mengandung protein sebesar 26,6%, lemak 18,3%, karbohidrat 41,3%, serta

berbagai mineral penting seperti fosfor (0,29%), kalsium (0,19%), dan besi (0,04%), dengan kadar air sekitar 0,09%. Dengan kandungan gizi yang melimpah, ampas tahu berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan utama maupun campuran dalam berbagai produk, termasuk pakan ikan. Selain meningkatkan nilai tambah dan mengurangi limbah, pemanfaatan ampas tahu juga mendukung konsep ekonomi sirkular serta keberlanjutan dalam industri pangan (Masyhura dkk., 2019).

2.2 Kepala Udang

Kepala udang, yang sering dianggap sebagai limbah dari industri pengolahan udang, sebenarnya memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif dalam pakan ikan. Limbah ini masih mengandung nutrisi penting seperti protein, kalsium, fosfor, dan karotenoid yang bermanfaat untuk pertumbuhan ikan serta dapat meningkatkan kualitas pigmen pada ikan tertentu. Pemanfaatan kepala udang sebagai bahan pakan tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada bahan baku pakan konvensional yang mahal, tetapi juga dapat menekan biaya produksi dalam budidaya perikanan. Dengan pengolahan yang tepat, seperti pengeringan dan penggilingan menjadi tepung, kepala udang dapat diintegrasikan ke dalam formulasi pakan ikan yang lebih bergizi dan ramah lingkungan (Wahyudi dkk., 2023). Kepala udang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kepala Udang
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kepala udang merupakan sumber nutrisi yang penting bagi ikan dan berpotensi sebagai alternatif bahan baku pakan ikan. Kandungan nutrisinya meliputi protein tinggi (31,41%–50,13%) untuk pertumbuhan, lemak (6,62%–7%) sebagai sumber

energi, serta serat kasar (5,59%–16,33%) yang berpengaruh pada pencernaan. Selain itu, kepala udang mengandung abu (20,71%), yang kaya akan kalsium dan fosfor untuk kesehatan tulang, serta karoten yang meningkatkan warna ikan. Dengan asam amino esensial yang lengkap, kepala udang dapat meningkatkan efisiensi pakan ikan serta membantu mengurangi limbah industri perikanan (Herdiyanti, 2015).

Kepala udang umumnya diolah menjadi tepung kepala udang (TKU) sebelum dicampurkan ke dalam pakan ikan. Proses pengolahan ini meliputi pembersihan, pengeringan, dan penggilingan untuk menghasilkan tepung yang lebih tahan lama dan mudah dicampurkan dalam formulasi pakan. TKU dapat digunakan sebagai alternatif pengganti tepung ikan, karena memiliki kandungan protein serta mineral yang cukup tinggi, sehingga dapat mendukung pertumbuhan ikan secara optimal. Selain itu, pemanfaatan TKU dalam pakan ikan juga membantu mengurangi ketergantungan pada tepung ikan yang harganya relatif mahal serta berkontribusi dalam mengatasi permasalahan limbah industri pengolahan udang (Rama, 2023).

2.3 Pakan Ikan Lele

Pakan merupakan faktor utama yang berperan penting dalam keberhasilan budidaya perikanan. Kualitas serta keseimbangan nutrisi dalam pakan sangat memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan ikan (Juliana dkk., 2020). Pakan yang mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral sesuai dengan kebutuhan ikan dapat meningkatkan efisiensi pencernaan, memperbaiki konversi pakan, serta mempercepat pertumbuhan. Pemilihan bahan baku dengan kandungan protein optimal memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan, daya tahan tubuh, serta produktivitas ikan. Oleh karena itu, formulasi pakan yang tepat tidak hanya berkontribusi terhadap keberhasilan budidaya, tetapi juga membantu menekan biaya produksi dan meningkatkan keberlanjutan usaha perikanan (Puspitha dan Sari, 2022).

Pakan ikan merupakan kombinasi bahan pangan yang berasal dari sumber nabati dan hewani yang kemudian diolah sehingga menyediakan nutrisi serta energi yang

diperlukan untuk aktivitas hidup ikan. Pakan tersebut harus mengandung unsur-unsur penting seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Untuk mengurangi biaya dalam budidaya ikan, salah satu strateginya adalah dengan menggunakan pakan buatan atau pakan alternatif yang diformulasikan khusus untuk memenuhi kebutuhan asupan nutrisi ikan secara optimal (Anggraeni dan Rahmiati, 2016).

Tabel 1. Kebutuhan Nutrisi Untuk Ikan Lele

Nutrisi	Kebutuhan
Air	12%
Abu	13%
Protein	28-35%
Lemak	5%
Serat Kasar	6%
Karbohidrat	15-20%

Sumber : SNI 01-4087-2006

Pakan ikan lele di Indonesia sebagian besar diproduksi oleh perusahaan dalam negeri, namun beberapa bahan baku utama masih bergantung pada impor, seperti tepung ikan dan bungkil kedelai. Kedua bahan ini banyak digunakan karena memiliki kandungan protein tinggi yang sangat penting bagi pertumbuhan ikan lele. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor sekaligus menekan biaya produksi, berbagai bahan baku lokal mulai dieksplorasi sebagai alternatif. Beberapa di antaranya adalah limbah industri mi instan, tepung daun singkong, homini, limbah roti, tepung rebon, serta *meat bone meal* (MBM), yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ikan dan udang. Selain itu, kombinasi berbagai sumber protein dan karbohidrat dari bahan lokal juga dapat digunakan dalam formulasi pakan ikan lele guna meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi (Patria dkk., 2022).

Penelitian Anggraeni dan Rahmiati (2016), menunjukkan bahwa penambahan ampas tahu dalam pakan berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan lele. Perlakuan A2, dengan kandungan 25% ampas tahu, menghasilkan tingkat

kelangsungan hidup tertinggi, yaitu 85%. Hasil ini menunjukkan bahwa ampas tahu pada tingkat tersebut mampu menyediakan nutrisi yang cukup untuk mendukung daya tahan dan metabolisme ikan. Jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan ampas tahu) yang memiliki tingkat kelangsungan hidup sebesar 75%, maka pakan yang diformulasikan dengan ampas tahu terbukti memberikan hasil yang lebih baik. Namun, pada perlakuan dengan kandungan ampas tahu sebesar 35%, tingkat kelangsungan hidup justru menurun menjadi 65%. Penurunan ini diduga disebabkan oleh meningkatnya kadar serat kasar yang sulit dicerna oleh ikan, sehingga memengaruhi penyerapan nutrisi dan menurunkan efisiensi pakan. Oleh karena itu, penggunaan ampas tahu sebagai bahan tambahan dalam pakan ikan perlu disesuaikan dengan proporsi yang optimal. Formulasi dengan komposisi 25% ampas tahu terbukti paling efektif dalam mempertahankan kelangsungan hidup dan mendukung pertumbuhan ikan lele.

2.4 Ikan Lele

Ikan lele (*Clarias sp.*) adalah salah satu jenis ikan air tawar dengan tingkat produktivitas yang terus meningkat. Ikan ini memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan jenis ikan lainnya, seperti laju pertumbuhan yang cepat, daya tahan tinggi terhadap kualitas air yang kurang optimal, ketahanan terhadap berbagai penyakit, serta kemudahan dalam pemeliharaannya di berbagai jenis wadah budidaya. Ikan lele termasuk dalam Kingdom *Animalia*, Phylum *Chordata*, dan Classis *Pisces*. Ikan ini tergolong dalam Sub Classis *Teleostei*, Ordo *Ostrariophysi*, serta Sub Ordo *Siluroidea*. Lele berasal dari famili *Clariidae* dan memiliki genus *Clarias*, yang masih satu kelompok dengan beberapa jenis ikan berkumis lainnya (Jatnika dkk., 2014).

Lele termasuk dalam spesies *Clarias sp.*, yang mencakup berbagai varian ikan lele seperti lele lokal, lele dumbo, lele sangkuriang, lele mutiara, serta beberapa jenis lainnya. Secara umum, ikan lele (*Clarias sp.*) memiliki karakteristik morfologi memiliki tubuh yang memanjang dan berbentuk bulat. Kulitnya licin, berlendir, serta tidak memiliki sisik, yang berfungsi untuk melindungi tubuh dan

mempermudah pergerakan di air. Warna tubuh lele bervariasi tergantung pada jenisnya, namun masing-masing memiliki ciri khas warna tersendiri. Selain itu, ikan lele memiliki mulut yang cukup lebar dengan ukuran yang hampir setengah dari lebar kepalanya sehingga memudahkan dalam menangkap dan mengonsumsi makanan (Nurhayati dkk., 2023).

Ikan lele (*Clarias spp.*) memiliki nilai ekonomi tinggi dan peran strategis dalam sektor perikanan budidaya di Indonesia. Permintaan pasar yang terus meningkat, siklus budidaya yang singkat, serta efisiensi dalam konversi pakan menjadikan lele sebagai komoditas unggulan, khususnya bagi pembudidaya skala kecil hingga menengah (Wahyudi dan Nugroho, 2019). Budidaya lele berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat, penciptaan lapangan kerja, serta pengentasan kemiskinan, terutama di daerah pedesaan. Selain itu, lele berperan penting dalam ketahanan pangan karena merupakan sumber protein hewani yang terjangkau dan mudah diakses. Potensi pengembangan lele sangat besar mengingat ketersediaan sumber daya air tawar yang melimpah, iklim tropis yang mendukung pertumbuhan optimal, dan luasnya pasar domestik (Rachmawati dan Santoso, 2021).

2.5 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi merupakan proses evaluasi yang bertujuan untuk menilai kelayakan finansial dari suatu usaha atau proyek, termasuk dalam produksi pakan ikan lele. Analisis ini dilakukan untuk memahami sejauh mana investasi dalam produksi pakan dapat menghasilkan keuntungan dan apakah usaha tersebut layak untuk dijalankan dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Melalui analisis ini, pelaku usaha dapat mengidentifikasi potensi risiko, menghitung efisiensi penggunaan sumber daya, serta menyusun strategi bisnis yang lebih matang. Selain itu, analisis ekonomi juga membantu dalam merancang skenario pengembangan usaha berdasarkan proyeksi pendapatan, biaya produksi, dan fluktuasi harga bahan baku. Dengan demikian, keputusan investasi dapat diambil secara lebih rasional dan terukur (Kaswara dan Nuswantara, 2022).

Analisis ekonomi memiliki peran penting dalam menilai sejauh mana suatu usaha, seperti produksi pakan ikan lele, layak dijalankan dari segi finansial. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi apakah pendapatan yang diperoleh dari usaha tersebut mampu menutupi seluruh biaya operasional dan memberikan keuntungan yang memadai. Selain itu, analisis ini juga berguna dalam menyusun perencanaan anggaran yang efisien, dengan memastikan alokasi sumber daya dilakukan secara optimal sesuai kebutuhan produksi. Analisis ekonomi menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan investasi. Hasil analisis dapat membantu pemilik usaha atau investor dalam menentukan apakah usaha perlu dilanjutkan, dihentikan, atau bahkan dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, pelaksanaan analisis ekonomi idealnya dilakukan sejak tahap awal perencanaan usaha. Namun, untuk menjaga keberlangsungan dan efektivitas operasional, analisis ini juga perlu dilakukan secara berkala selama proses produksi berlangsung, agar setiap perubahan kondisi pasar atau biaya dapat segera direspon dengan strategi yang tepat (Anang dkk., 2023).

Pakan merupakan komponen utama dalam biaya operasional budidaya ikan lele, seringkali mencapai 60–70% dari total biaya produksi. Oleh karena itu, efisiensi dalam produksi dan penggunaan pakan sangat krusial untuk memastikan profitabilitas usaha. Analisis ekonomi membantu dalam mengidentifikasi biaya produksi dengan merinci biaya tetap dan variabel dalam produksi pakan, menetapkan harga pokok produksi (HPP) untuk menentukan harga jual pakan yang kompetitif namun tetap menguntungkan, menilai efisiensi produksi melalui evaluasi rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*/FCR) dan dampaknya terhadap biaya produksi, serta menentukan titik impas (*break even point*/BEP) untuk mengetahui volume produksi minimum yang diperlukan guna menutupi biaya (Widyasari dkk., 2022).

Terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan dalam menganalisis ekonomi produksi pakan ikan lele. Salah satunya adalah fluktuasi harga bahan baku seperti tepung ikan dan bungkil kedelai, yang dapat mempengaruhi akurasi proyeksi biaya produksi. Selain itu, kemajuan teknologi dalam formulasi dan proses produksi pakan dapat mempengaruhi efisiensi produksi dan biaya terkait. Kondisi

pasar, termasuk permintaan terhadap pakan ikan lele dan persaingan dengan produsen lain, juga dapat mempengaruhi harga jual dan volume penjualan. Faktor lingkungan seperti kualitas air dan suhu turut berperan dalam efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan, yang pada akhirnya berdampak pada hasil finansial. Terakhir, keterbatasan data, seperti kurangnya data historis atau data yang tidak akurat, dapat menghambat analisis yang tepat dan pengambilan keputusan yang informasional. Memahami batasan-batasan ini penting agar hasil analisis ekonomi dapat diinterpretasikan dengan tepat dan digunakan secara efektif dalam perencanaan serta pengelolaan produksi pakan ikan lele (Anang dkk., 2023).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2025. Berlokasi di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Pengelolaan Limbah Agroindustri dan Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian , Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tahu kering yang diperoleh dari industri tahu rumahan Pak Syafei di Bandar Lampung dan tepung kepala udang yang diperoleh dari PT. Indokom Samudra Persada di Tanjung Bintang, Lampung Selatan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *grinder*, *mixer*, oven pengering, tanur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, tanur, labu destilasi, gelas ukur, timbangan, cawan petri, *erlenmeyer*, batang pengaduk, labu ukur, meja asam.

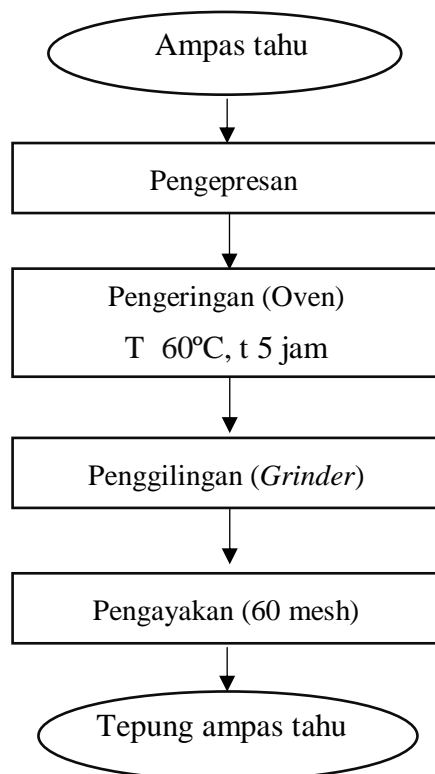
3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif . Dilakukan pengambilan sampel sebanyak empat kali pengulangan. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pembuatan tepung ampas tahu dan tepung kepala udang agar mendapatkan hasil terbaik dan sesuai dengan kebutuhan nutrisi bagi ikan lele SNI 01-4087-2006

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Tepung Ampas Tahu

Proses pembuatan Tepung ampas tahu adalah sebagai berikut: ampas tahu dikeringkan menggunakan Oven selama 5 jam dengan suhu 60°C. Setelah itu dilakukan penggilingan ampas tahu menggunakan blender untuk menjadikan teksturnya lebih halus lalu dilakukan pengayakan menggunakan ayakan dengan ukuran 80 mesh agar tepung ampas tahu homogen. Hasil yang didapatkan yaitu berupa tepung ampas tahu. Pembuatan tepung ampas tahu disajikan pada Gambar 4.

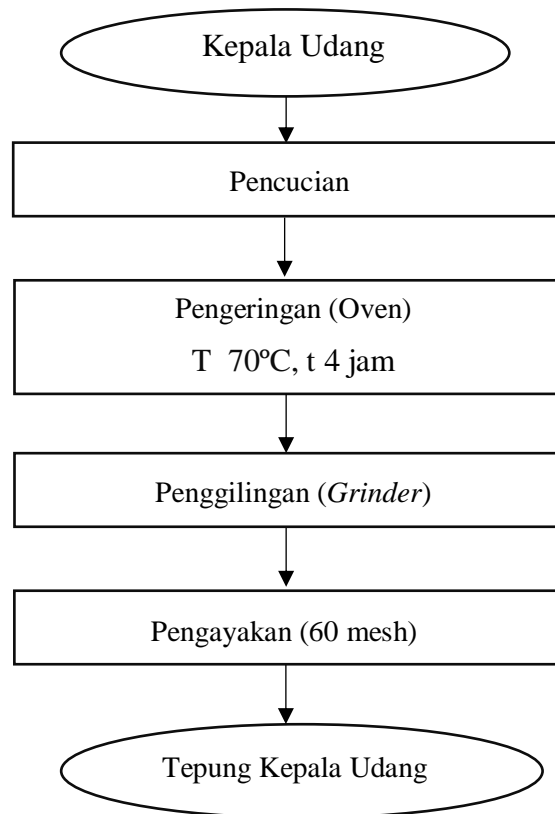


Gambar 4. Pembuatan Tepung Ampas Tahu
Sumber : Subamia dkk. (2020) yang telah dimodifikasi

3.4.2 Pembuatan Tepung Kepala Udang

Proses pembuatan tepung kepala udang adalah sebagai berikut : kepala udang dicuci hingga bersih, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 4 jam dengan suhu 70°C. Setelah itu dilakukan penggilingan kepala udang menggunakan grinder untuk menjadikan teksturnya lebih halus dan dilakukan

pengayakan agar homogen menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh. Hasil yang didapatkan yaitu berupa tepung kepala udang. Pembuatan tepung kepala udang disajikan pada Gambar 5.

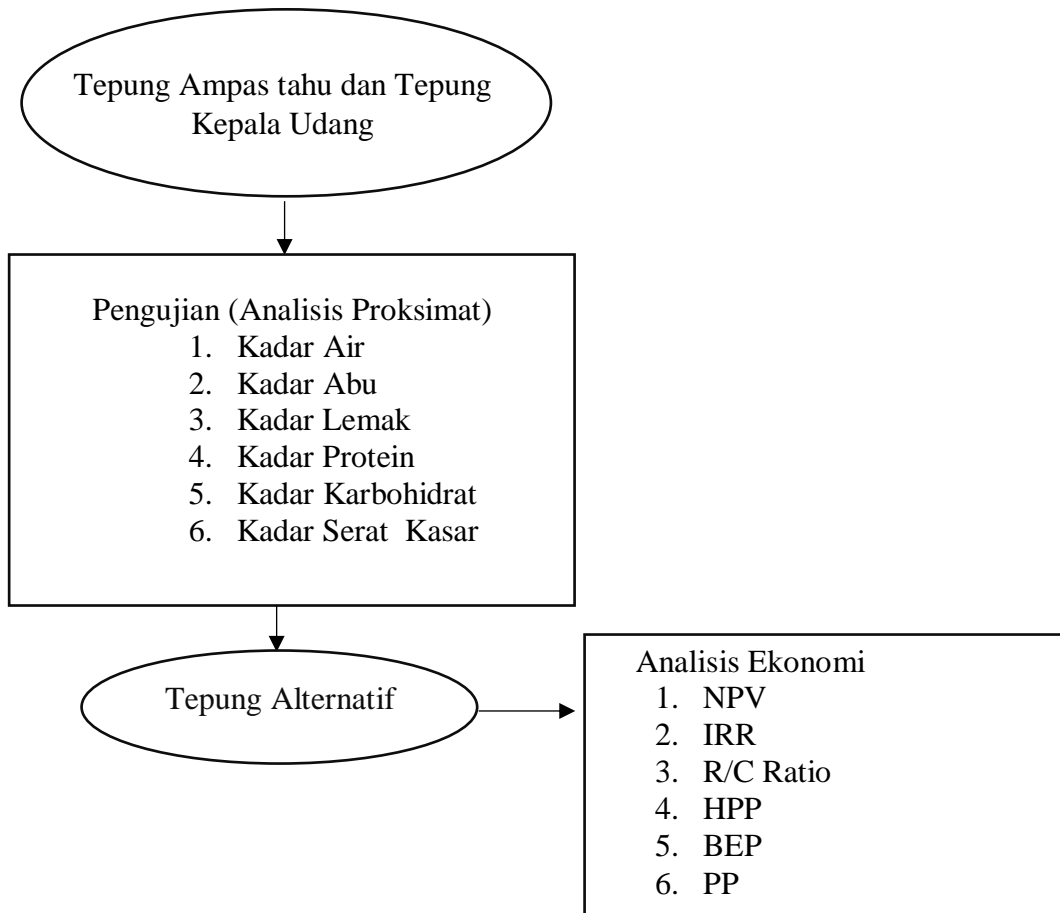


Gambar 5. Pembuatan Tepung Kepala Udang
Sumber : Massi dkk. (2023) yang telah dimodifikasi

Setelah kedua bahan tersebut sudah menjadi tepung berikutnya masing masing tepung akan dilakukan analisis proksimat terlebih dahulu untuk mengetahui kandungan nutrisi awal dari kedua bahan.

Setelah menjadi tepung alternatif. Produk tepung ini selanjutnya akan dilakukan analisis ekonomi jika dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif untuk pakan ikan lele. Parameter yang dianalisis mencakup NPV (*net present value*), IRR (*internal rate of return*), B/C Ratio (*benefit cost ratio*), HPP (harga pokok produksi), BEP (*break even point*), dan PP (*payback period*). Melalui tahapan ini, diharapkan dapat diperoleh formulasi campuran terbaik yang tidak hanya unggul

secara nutrisi tetapi juga layak secara ekonomi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan baku pakan alternatif atau produk pangan fungsional. Pengujian tepung alternatif ini disajikan pada Gambar 6.



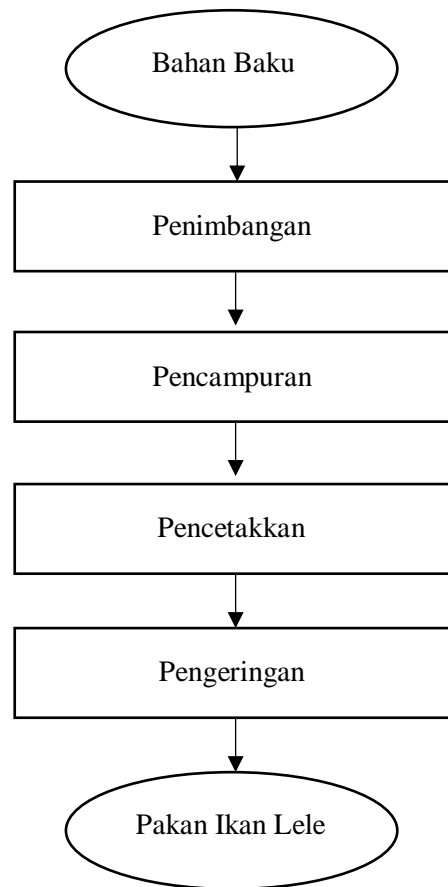
Gambar 6. Pengujian Tepung Alternatif

3.4.3 Pembuatan Pakan Ikan Lele (Pelet)

Pembuatan pelet ikan lele yang menggunakan bahan baku alternatif dari tepung ampas tahu dan tepung kepala udang melalui beberapa tahapan dan akan disajikan pada Gambar 7.

Pembuatan pakan ikan untuk ikan lele dimulai dengan menyiapkan bahan baku yang akan digunakan, lalu dilakukan penimbangan masing masing bahan sesuai formulasi, selanjutnya dilakukan pencampuran semua bahan dan dilakukan pencetakan menggunakan mesin cetak pakan, pakan yang sudah dicetak dikeringkan menggunakan oven dan hasil akhir berupa pakan ikan lele yang siap

didistribusikan. Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan pakan ikan lele disajikan pada Tabel 2.



Gambar 7. Proses pembuatan pakan ikan lele

Tabel 2. Formulasi bahan pembuatan pakan ikan lele

Bahan Baku	Jumlah(kg)	Persentase Bahan
Tepung Ikan	20	20%
Tepung Kepala Udang	15	15%
Tepung Ampas Tahu	15	15%
Tepung Jagung	15	15%
Tepung Pollard	22	22%
Minyak Cumi	2	2%
Tepung Tapioka	10	10%
Vitamin-Mineral Premix	1	1%
Total	100kg	100%

Sumber : Zulkarnain (2024) yang telah dimodifikasi

3.5 Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan terhadap bahan baku ampas tahu dan kepala udang setelah keduanya dicampurkan. Proses analisis ini mencakup pengukuran kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, dan serat kasar. Untuk menentukan kadar protein, digunakan metode Kjeldahl, sementara kadar lemak kering diukur dengan metode Soxhlet. Sedangkan analisis karbohidrat mengikuti pedoman menggunakan perhitungan *by Difference*. Untuk serat kasar, sesuai dengan SNI 01-2354-4, 2022 (Novitasari dan Dwi, 2023). Metode yang digunakan melibatkan pelarutan sampel dengan asam dan basa kuat serta pemanasan.

3.5.1 Kadar Air

Dalam pengukuran kadar air pada tepung alternatif dilakukan dengan menggunakan metode AOAC 934.01. Pertama, cawan porselen dipanaskan pada suhu 105-110°C selama satu jam, kemudian didinginkan dan ditimbang (X1). Selanjutnya, sampel tepung alternatif seberat 2-3 g (A) ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan. Cawan yang berisi sampel kemudian dipanaskan selama dua jam pada suhu 135°C. Setelah itu, cawan didinginkan kembali dan ditimbang (X2). Kadar air dalam sampel dihitung menggunakan rumus yang telah ditentukan menggunakan rumus 1.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(X_2 - X_1)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

X_1 = Bobot cawan kosong (g)

X_2 = Bobot cawan + sampel setelah dipanaskan (g)

A = Bobot sampel Tepung alternatif sebelum dipanaskan (g)

3.5.2 Kadar Abu

Pengukuran kadar abu pada tepung alternatif dilakukan dengan mengacu pada metode AOAC 942.05 menggunakan teknik gravimetri. Proses pengujian dimulai dengan memanaskan cawan porselen dalam tanur pada suhu 105–110°C selama

satu jam untuk menghilangkan kontaminan. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator hingga mencapai suhu ruang dan ditimbang untuk mendapatkan bobot awal cawan kosong (X₁). Selanjutnya, sebanyak 2 g sampel tepung alternatif (A) dimasukkan ke dalam cawan porselen tersebut. Cawan yang berisi sampel kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama dua jam, yang bertujuan untuk mengoksidasi komponen organik menjadi gas (CO₂ dan H₂O) dan menyisakan residu anorganik (abu). Setelah proses pemanasan selesai, cawan didinginkan kembali dalam desikator untuk mencegah penyerapan kelembaban udara, sebelum dilakukan penimbangan akhir (X₂). Kadar Abu yang terkandung pada sampel dihitung dengan rumus 2.

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(X_2 - X_1)}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

X₁ = Bobot cawan porselen (g)

X₂ = Bobot cawan porselen + sampel setelah diabukan (g)

A = Bobot sampel Tepung alternatif sebelum dipanaskan (g)

3.5.3 Kadar Lemak

Penentuan kadar lemak dalam tepung alternatif dilakukan dengan metode AOAC 920.39 menggunakan teknik ekstraksi Soxhlet. Proses dimulai dengan memanaskan labu ekstraksi pada suhu 105–110°C selama satu jam untuk menghilangkan kontaminan, kemudian labu didinginkan dalam desikator dan ditimbang untuk mendapatkan bobot awal (X₁). Sebanyak 3 g sampel tepung alternatif (A) dimasukkan ke dalam selongsong, yang kemudian ditempatkan dalam alat Soxhlet dan direndam dengan 150 mL n-heksan. Pemanasan dilakukan hingga larutan dalam Soxhlet menjadi bening, menandakan ekstraksi lemak telah selesai. Setelah itu, labu yang mengandung lemak dikeringkan dalam oven selama 15 menit, didinginkan, dan ditimbang kembali untuk mendapatkan bobot akhir (X₂). Kadar lemak yang terkandung pada sampel dihitung dengan rumus 3.

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{X_2 - X_1}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

X_1 = Bobot labu setelah dipanaskan (g)

X_2 = Bobot labu+ lemak setelah dipanaskan (g)

A = Bobot sampel Tepung alternatif (g)

3.5.4 Kadar Protein

Pengukuran kadar protein menggunakan metode Kjeldahl (SNI 01-2354-4 : 2022). Penggunaan metode Kjeldahl memiliki 3 tahap proses yaitu tahap oksidasi, tahap destilasi dan tahap titrasi.

3.5.4.1 Tahap Oksidasi

Tahapan yang pertama dalam pengukuran kadar protein dengan menggunakan metode Kjeldahl yaitu tahap oksidasi yang digunakan untuk menentukan kandungan nitrogen dan kemudian protein dari bahan organik, seperti ampas tahu dan kepala udang. Sampel bahan organik yang mengandung protein (seperti ampas tahu dan kepala udang) dipanaskan dengan asam sulfat (H_2SO_4) pekat. Dalam proses ini, atom karbon dan hidrogen dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O , sedangkan nitrogen dalam protein diubah menjadi ion amonium (NH_4^+). Tahap ini bertujuan untuk mengubah nitrogen organik yang terdapat dalam sampel (dalam hal ini ampas tahu dan kepala udang) menjadi ion ammonium (NH_4^+) (Sudarmadji dkk., 2007).

3.5.4.2 Tahap Destilasi

Tahapan yang kedua dalam pengukuran kadar protein menggunakan metode Kjeldahl yaitu tahap destilasi yang merupakan tahap penting untuk menentukan kandungan nitrogen dari bahan seperti ampas tahu dan kepala udang, dalam rangka menghitung kadar protein.

Mengubah ion amonium (NH_4^+) hasil dari tahap oksidasi (digesti) menjadi gas amonia (NH_3), kemudian menangkapnya dalam larutan penampung agar dapat

dihitung jumlah nitrogennya melalui titrasi. Setelah proses digesti, larutan yang mengandung $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ akan ditambahkan larutan basa kuat (NaOH atau KOH). Penambahan basa akan mengubah ion NH_4^+ menjadi gas NH_3 , yang akan menguap bersama uap air saat dipanaskan (Sudarmadji dkk., 2007). Kandungan nitrogen total yang diperoleh dari hasil titrasi akan digunakan untuk menghitung kadar protein kasar, dengan rumus 4.

$$\text{Kadar Protein} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{Faktor Konversi} \quad \dots\dots\dots(4)$$

(Faktor konversi umumnya 6,25 untuk protein umum) (Nielsen, 2010)

3.5.4.3 Tahap Titrasi

Tahapan yang terakhir dalam pengukuran kadar protein menggunakan metode Kjeldahl yaitu tahap titrasi. Pengukuran kadar protein dihitung menggunakan berikut. Sebelum perhitungan dilakukan, sampel hasil destilasi dititrasi menggunakan Na OH 0,5% sampai menjadi berwarna hijau, lalu dicatat volume titrannya untuk menghitung kadar protein menggunakan rumus 5.

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{0,0007 * \times (V_b - V_s) \times 6,25^{**} \times 20}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

V_b = ml 0,05 N titran NaOH untuk blanko

V_s = ml 0,05 titran NaOH untuk sampel

A = Bobot sampel (gram)

$*$ = Setiap 0,05 NaOH ekuivalen dengan 0,0007 gram N

$**$ = Faktor nitrogen ampas tahu (5,7-6,3)

3.6 Uji Serat Kasar

Suatu metode analisis yang digunakan untuk menentukan kandungan serat kasar dalam suatu bahan, terutama dalam bahan pangan dan pakan ternak. Dalam pengembangan inovasi teknologi pengolahan limbah ampas tahu dan tepung

kepala udang sebagai bahan baku alternatif pakan ikan lele yang dilakukan menggunakan rumus 6.

$$(\%) \text{ Serat Kasar} = \frac{(W_2 - W_1)}{W_s - 100} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

W1 = bobot kantong penyaring + kaca arloji (gram)

W2 = bobot kantong penyaring + kaca arloji + serat (gram)

WS = bobot sampel (gram)

3.7 Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial merupakan proses evaluasi yang bertujuan untuk menentukan apakah suatu investasi atau proyek layak dijalankan dari aspek keuangan. Dalam Pengembangan inovasi teknologi pengolahan limbah ampas tahu dan tepung kepala udang sebagai bahan baku alternatif pakan ikan lele, analisis ini dilakukan dengan menilai beberapa indikator utama, yaitu *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *benefit cost ratio* (B/C Ratio), harga pokok produksi (HPP), *break even point* (BEP) dan *payback period* (PP).

a. *Net Present Value* (NPV)

NPV digunakan untuk menentukan selisih antara nilai sekarang dari arus kas masuk dan arus kas keluar dalam jangka waktu tertentu (Judhaswati dan Damayanti, 2018). Perhitungan pada NPV dapat dihitung dengan rumus 7.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

Bt = Pendapatan yang diterima pada tahun ke-t

Ct = Pengeluaran pada tahun ke-t

I = Tingkat suku bunga yang berlaku

n = Umur usaha

Kriteria Penilaian :

Apabila $NPV > 0$, maka usaha dianggap menguntungkan dan layak dijalankan

Apabila $NPV = 0$, maka usaha tidak akan memperoleh untung atau rugi.

Apabila $NPV < 0$, maka usaha dianggap merugi dan tidak layak dijalankan.

b. Internal Rate of Return (IRR)

IRR digunakan untuk mengukur potensi profitabilitas suatu investasi atau menentukan tingkat suku bunga maksimum yang menyebabkan NPV bernilai nol, yang menunjukkan titik keseimbangan antara keuntungan dan kerugian (Judhaswati dan Damayanti, 2018). Perhitungan IRR dapat dihitung dengan rumus 8.

$$IRR = i_1 \frac{NPV_1}{NPV_1 + NPV_2} (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

i_1 = Tingkat diskonto yang menghasilkan NPV_1 (nilai positif terkecil)

i_2 = Tingkat diskonto yang menghasilkan NPV_2 (nilai negatif terkecil)

I = Tingkat bunga yang diterima oleh bank

Kriteria Penilaian :

Apabila $IRR > i$, maka rencana investasi layak dilanjutkan.

Apabila $IRR = i$, maka rencana investasi berada pada kondisi impas.

Apabila $IRR < i$, maka rencana investasi tidak layak dilanjutkan.

c. Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)

Benefit cost ratio (B/C Ratio) adalah perbandingan antara nilai manfaat yang diperoleh dengan biaya yang dikeluarkan dalam suatu usaha atau proyek. Jika nilai B/C Ratio lebih besar dari 1, maka usaha dinyatakan layak dijalankan karena manfaat yang diperoleh lebih besar daripada biaya. Sebaliknya, jika nilai B/C Ratio kurang dari 1, maka usaha tidak layak dilaksanakan karena biaya yang

dikeluarkan lebih besar daripada manfaat. Perhitungan B/C Ratio dapat dihitung dengan rumus 9.

$$B/C = \frac{\Sigma \text{Present Value Benefit (PVB)}}{\Sigma \text{Present Value Cost (PVC)}} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

Benefit (PVB) = total nilai manfaat/pendapatan yang didiskontokan ke nilai sekarang.

Cost (PVC) = total biaya yang didiskontokan ke nilai sekarang.

Kriteria Penilaian :

Jika $B/C > 1$, maka usaha tersebut menguntungkan dan layak untuk dijalankan.

Jika $B/C = 1$, maka usaha berada pada titik impas (*break-even point*), artinya tidak ada keuntungan maupun kerugian.

Jika $B/C < 1$, maka usaha tersebut merugi dan mungkin perlu dievaluasi kembali kelayakannya.

d. Harga Pokok Produksi (HPP)

HPP adalah total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit produk, dalam hal ini pakan ikan lele. Mengetahui HPP membantu dalam penetapan harga jual yang kompetitif dan memastikan margin keuntungan. Perhitungan HPP dapat dihitung dengan Rumus 10.

$$HPP = \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Jumlah Unit Produk yang Dihasilkan}} \dots\dots\dots(10)$$

e. Break Even Point (BEP)

BEP adalah titik dimana total pendapatan sama dengan total biaya, sehingga usaha tidak mengalami keuntungan maupun kerugian. Mengetahui BEP membantu produsen memahami jumlah minimum produk yang harus dijual untuk menutupi biaya produksi. Perhitungan BEP dapat dilihat pada rumus 11.

$$BEP (Unit) = \frac{\text{Total Biaya Tetap}}{\text{Harga Jual per Unit} - \text{Biaya Variabel per Unit}} \dots\dots\dots(11)$$

f. Payback Period (PP)

PP adalah periode waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi awal dari keuntungan yang diperoleh. Perhitungan PP dapat dilihat pada rumus 12.

$$PP = \frac{\text{Investasi Awal}}{\text{Laba Bersih per Periode}} \dots\dots\dots(12).$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis kimia, tepung ampas tahu dan tepung kepala udang memiliki kandungan nutrisi yang berpotensi sebagai bahan baku alternatif pakan ikan lele. Kandungan karbohidrat 73,40%, lemak 15,85%, dan serat 10,79% dalam ampas tahu serta protein 8,58%, abu 20,50%, dan serat kasar 18,67% dalam kepala udang menunjukkan bahwa kedua bahan tersebut dapat memenuhi sebagian kebutuhan nutrisi ikan lele sesuai standar SNI 01-4087-2006. Kombinasi ini dinilai mampu menghasilkan pakan yang tidak hanya bergizi, tetapi juga efisien secara ekonomis.
2. Hasil analisis kelayakan finansial menunjukkan bahwa usaha pembuatan pakan ikan lele berbasis tepung ampas tahu dan kepala udang layak dijalankan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai NPV sebesar Rp. 381.493.105 yang bernilai positif, IRR sebesar 48,7% yang melebihi suku bunga pasar, B/C Ratio sebesar 2,58 atau > 1 , serta *payback period* yang relatif singkat yaitu 2 tahun 2 bulan 12 hari. Artinya, pemanfaatan limbah ini tidak hanya berkontribusi pada penghematan biaya produksi, tetapi juga memberikan peluang substitusi tepung ikan dan tepung bungkil kedelai sebesar 25% dan keuntungan finansial yang menjanjikan.

5.2 Saran

Saran pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Optimalisasi formulasi pakan perlu dilanjutkan dengan uji coba biologis terhadap pertumbuhan dan konversi pakan ikan lele untuk memastikan

efektivitas campuran ampas tahu dan kepala udang secara langsung terhadap performa ikan.

2. Disarankan untuk melakukan pengolahan lanjutan, seperti fermentasi atau enzimatisasi, guna menurunkan kadar serat kasar terutama pada tepung kepala udang, sehingga meningkatkan pencernaan dan nilai biologis pakan.
3. Untuk pengembangan usaha, perlu sinergi dengan pelaku industri lokal dalam mengumpulkan limbah tahu dan kepala udang secara berkelanjutan, agar ketersediaan bahan baku tetap terjaga serta mendukung pengurangan limbah organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuk, G. M., dan Rumbino, Y. 2020. Analisis Kelayakan Ekonomi Menggunakan Metode *Net Present Value* (NPV), Metode *Internal Rate Of Return* (IRR) *Payback Period* (PBP) Pada Unit *Stone Crusher* Di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana* 14(2): 68–75.
- Agustina, R. 2024. *Formulasi Pakan Ampas Tahu Dan Ekstrak Cacing Tanah Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (Clarias gariepinus)*. (Skripsi), Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung. 1-76.
- Ahn, J. Y., Kil, D. Y., Kong, C., dan Kim, B. G. 2014. Comparison of oven-drying methods for determination of moisture content in feed ingredients. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 27(11):1615–1622.
- Amiruddin, A., Rahman, M., dan Sulaiman, H. 2020. Analisis Usaha Pembuatan Pakan Mandiri Skala Rumah Tangga di Kabupaten Bone. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah* 8(1): 55–63.
- Anang, A., Suharti, P. H., Heny D., Aldyn.A.F., Bagos T.A, dan Virsa F.T. 2023. Analisis Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Pakan Ikan Lele Berbahan Dasar Maggot Dengan Kapasitas 5000 Ton/Tahun. *Jurnal Teknologi Separasi* 9(2): 146–155.
- Anggraeni, D. N., dan Rahmiati. 2016. Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Pakan Ikan Lele (*Clariasbatrachus*) Organik. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 4(1):53–57.
- Arsella, F. 2020. *Efektivitas pelet buatan dari campuran onggok singkong (Manihot utilissima), ampas tahu dan rontokan ikan asin sebagai pakan alternatif ikan lele sangkuriang (Clarias gariepinus)*. (Skripsi), Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung. 1–62.
- Arziyah, D., Yelnetty, A., dan Anggraini, A. 2019. Analisis Kadar Abu dan Kadar Lemak pada Tahu dari Beberapa Produsen di Kota Padang. *Jurnal Teknologi dan Pengolahan Hasil Pertanian (JTPHP)* 23(2): 77–82.
- Badan Pusat Statistika. 2023. *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia*. Badan Pusat Statistika Indonesia.

- Badan Pusat Statistika. 2024. *Rata-rata Pengeluaran per Kapita Sebulan Menurut Kelompok Komoditas dan Klasifikasi Desa (rupiah)*. Badan Pusat Statistika Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *SNI 01-4087-2006 Pakan Buatan Untuk Ikan Lele (Clarias gariepinus)*. BSN. Jakarta. 21 hlm.
- Bakhtiar, Anshar, K., Gani, S. A., dan Syarifuddin. 2022. Pemanfaatan Limbah Industri Tahu Sebagai Pakan Alternatif Untuk Meningkatkan Produktivitas Peternak Lele. *Aptekmas Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat* 5(1): 69–74.
- Bintari, L. W. L., Yusmini, dan Edwina, S. 2015. Analisis Kelayakan Finansial Usaha Agroindustri Pakan Ikan Di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar (Studi Kasus Usaha Pakan Ikan Bapak Marin). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta* 2(2): 36 - 41.
- Craig, S., and Helfrich, L. A. 2009. Understanding Fish Nutrition , Feeds , and Feeding. *Virginia Cooperative Extension*.7(2): 19-26.
- Daniningsih, T., dan Henny, A. 2022. Analisis Finansial Budidaya Lele dengan Kombinasi Pakan Lele dan Usus Ayam di Kecamatan Konda. *Agrisurya* 1(2): 1–9.
- Diana, F., dan Ananingtyas, A. 2020. Limbah Ampas Tahu Sebagai Bahan Baku Sumber Protein Nabati Pakan Ikan Nagan Raya. *Jurnal Marine Kreatif* 2(1): 21–30.
- Fernandes, T. M., Silva, J. A. da, Silva, A. H. A. da, Cavaleiro, J. M. de O., and Conceição, e. M. L. da. 2013. Flour Production From Shrimp By-Products And Sensory Evaluation Of Flour-Based Products. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 48(8): 962–967.
- Firdayani, V. D., Merawati, L. K., dan Tandio, D. R. 2022. Pengaruh Pertumbuhan Perusahaan, Debt To Asset Ratio, Total Aset Turnover, Dan Working Capital Turnover Terhadap Kinerja Keuangan Pada Perusahaan Consumer Good. *Kumpulan Hasil Riset Mahasiswa Akuntansi (KHARISMA)* 4(3): 256-268.
- Fyka, S. A., Limi, M. A., Zani, M., dan Salamah, S. 2019. Analisis Potensi dan Kelayakan Usahatani Sistem Integrasi Padi Ternak (Studi Kasus di Desa Silea Jaya Kecamatan Buke Kabupaten Konawe Selatan). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis* 6(3): 375.
- Gandhy, A. 2017. Analisis Peningkatkan Pendapatan Petani Keramba Jaring Apung Dengan Diversifikasi Spesies Ikan Budidaya Di Waduk Cirata. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan* 18(1): 25–33.
- Gopal, T. K. S., Gopal, R. M., dan Mathew, S. 2010. Utilization of Shrimp Head

- Waste in Aquafeed: A Nutritional Evaluation. *Journal of Environmental Biology* 31(5): 723–726.
- Handajani, R., Fitriani, D., dan Supriyadi, D. 2018. Manajemen Kadar Air pada Pakan Ikan untuk Menunjang Stabilitas Nutrisi dan Daya Simpan. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 17(3): 123–130.
- Herdhiansyah, D., Reza, R., Sakir, S., & Asriani, A. (2022). Kajian proses pengolahan tahu: Studi kasus industri tahu di Kecamatan Kabangka Kabupaten Muna. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto* 24(2): 231-237.
- Herdiyanti, A. N. 2015. *Pemanfaatan Limbah Kepala Udang Dalam Formula Pakan Terhadap Retensi Energi Benih Ikan Bawal Air Tawar (Colossoma macropomum)*. (Skripsi), Universitas Brawijaya, Malang. 1-89.
- Herlina, N., dan Sari, M. 2021. Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Kualitas Tepung Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi Agroindustri* 9(2): 78–85.
- Hertriani, L. 2017. Pemanfaatan Karbohidrat dalam Pakan Ikan: Fungsi, Sumber, dan Daya Cerna. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(1): 45–52.
- Iskandar, R., dan Elrifadah. 2015. Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang. *Ziraa'ah* 40 (13): 18–24.
- Islamy, F. N., Yuliana, E., dan Nugroho, A. 2023. Formulasi rengginang dengan penambahan tepung udang kering sebagai sumber protein dan mineral. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 18(2): 115–123.
- Ispitasari, R., dan Haryanti, H. 2022. Pengaruh Waktu Destilasi terhadap Ketepatan Uji Protein Kasar pada Metode Kjeldahl dalam Bahan Pakan Ternak Berprotein Tinggi. *Indonesian Journal of Laboratory* 5(1): 38.
- Judhaswati, R. D., dan Damayanti, H. O. 2018. Kelayakan Usaha Pengolahan Limbah Kulit Udang dan Rajungan (Studi di Kabupaten Situbondo dan Banyuwangi Provinsi Jawa Timur). *Cakrawala* 12(2): 118–136.
- Juliana, Koniyo, Y., dan Panigoro, C. 2020. Pengembangan Produk Pakan Ikan Melalui Pemanfaatan Limbah Industri Pangan Untuk Meningkatkan Pendapatan Pembudidaya Ikan. *Laporan Penelitian*. Universitas Riau. Pekanbaru. 1-53.
- Julpano, A., Yamani, A. Z., dan Sunariyo, S. 2021. Analisis Kelayakan Usaha Budidaya Ikan Lele Sangkuriang Menggunakan Teknologi Bioflok di Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya). *Journal Socio Economics Agricultural* 16(1): 1–12.

- Juwita, R., dan Satria, M. R. 2017. Penerapan Target Costing Dalam Upaya Efisiensi Biaya Produksi Untuk Peningkatan Laba Produk. *Jurnal Kajian Akuntansi* 1(2): 25-31.
- Kasim, R., Liputo, S. A., Limonu, M., dan Mohamad, F. P. 2018. Kesukaan Dan Kandungan Gizi Snack Food Bars Berbahan Dasar Tepung Pisang Goroho Dan Tepung Ampas Tahu. *Journal Technopreuner* 6(2): 41–48.
- Kaswara, V., dan Nuswantara, B. 2022. Financial Feasibility of Cathfish Farming in Belitang District Ogan Komering Ulu Timur Regency. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh* 9(1): 48–60.
- Khaerunnisa, A., dan Pardede, R. P. 2021. Analisis Harga Pokok Produksi Untuk Menentukan Harga Jual Tahu. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Kesatuan* 9(3): 631–640.
- Latinulu, A., Juliana, dan Koniyo, Y. 2024. Pakan dari Limbah Kepala Udang dan Ampas Tahu untuk Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Patin. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Ilmu Kelautan* 12(1): 49–54.
- Marzuqi, M. 2015. *Pengaruh Kadar Karbohidrat Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase Pada Ikan Bandeng (Chanos chanos Forsskal)*. (Tesis), Universitas Udayana, Denpasar. 1-97.
- Masyhura, M., Khairunnisa, R., dan Misril, F. 2019. Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu Dalam Upaya Diversifikasi Pangan. *Agritech: Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian* 2(2): 52–54.
- Meiyani, D. N. A. T., Riyadi, P. H., dan Anggo, A. D. 2014. Pemanfaatan Air Rebusan Kepala Udang Putih (*Penaeus merguensis*) sebagai Flavor dalam Bentuk Bubuk dengan Penambahan Maltodekstrin. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(2): 67–74.
- Mok, W. K., Tan, Y. X., Lee, J., Kim, J., dan Chen, W. N. 2019. A Metabolomic Approach To Understand The Solid - State Fermentation Of Okara Using Bacillus Subtilis WX - 17 For Enhanced Nutritional Profile. *AMB Express* 9(60): 2–12.
- Munisa, Q., Subandiyono, dan Pinandoyo. 2015. Pengaruh Kandungan Lemak Dan Energi Yang Berbeda Dalam Pakan Terhadap Pemanfaatan Pakan Dan Pertumbuhan Patin (*Pangasius pangasius*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 4(3): 12–21.
- Nielsen, S. S. 2010. Food Analysis (4th Ed.). Springer. German. 34-38 pages.
- Novitasari, N., dan Dwi, M. 2023. Analisis Proksimat, Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Healthy Cookies Dari Daun Benalu Mangga (*Dendrophoe*

- Petandra (L.) Miq) Dengan Metode Frap (Ferric Reducing Antioxidant Power)*. (Doctoral Dissertation). Universitas Mahasaraswati. Denpasar. 1-90.
- Novitasari, D., dan Syarifah, R. N. K. 2020. Analisis Kelayakan Finansial Budidaya Selada Dengan Hidroponik Sederhana Skala Rumah Tangga. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis* 17(1): 19–23.
- Nugraha, H. F., Putra, A. N., dan Syamsunarno, M. B. 2023. Efek Fermentasi Ampas Tahu Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Leuit (Journal of Local Food Security)* 4(2): 318–325.
- Nurhayati, I. S., Fahmi, I. K. S. P., Tengoro, drh. D. J., Siti Nurjanah, S. P., dan Puke Rizkiana Novika, S. P. 2023. *Budidaya Ikan Lele Sistem Organik*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 167 hlm.
- Nurhayati, D., Suryani, N., dan Rahmawati, N. 2013. Karakteristik kimia tepung ampas tahu sebagai bahan pangan alternatif. *Jurnal Teknologi Pangan* 4(2): 45-50.
- Oktariansyah, Emilda, dan Saputra, D. 2022. Pengaruh Biaya Bahan Baku, Biaya Overhead Pabrik Dan Biaya Tenaga Kerja Langsung Terhadap Penjualan Pada Subsektor Rokok Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Media Akuntansi (Mediasi)* 5(1): 89–100.
- Pangestuti, K., Elisabeth, D., dan Petrus. 2021. Analisis Kadar Abu dalam Tepung Terigu dengan Metode Gravimetri. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa* 2(1): 16–21.
- Patria, D. G., Prayitno, S. A., dan Salsabila, N. 2022. Sosialisasi Teknologi Pembuatan Pakan Ikan Lele Pada Umkm Cangkul Di Kota Malang - Jawa Timur. *DedikasiMU (Journal of Community Service)* 4(2): 6–13.
- Prasetyo, A., dan Wulandari, D. 2018. Analisis kandungan gizi tepung ampas tahu dan pemanfaatannya sebagai bahan baku pangan. *Jurnal Gizi dan Pangan* 13(1): 22-28.
- Pratiwi, N. 2017. *Komposisi Kimia Pada Tepung Kulit Dan Kepala Udang Vanname (Litopenaeus vannamei)*. (Skripsi), Universitas Riau. Pekanbaru. 1-65.
- Puspitha, S ., dan Sari, M. 2022. *Panduan Pembuatan Pakan Ikan*. Universitas Negeri Makassar. Makassar. 122 hlm.
- Putri, Y. D., Sutrisno, E., dan Wahyuni, S. 2021. Analisis Kelayakan Finansial Usaha Produksi Pakan Ikan Mandiri di Desa Karanganyar. *Jurnal Tekno Agroindustri* 19(2): 145–153.
- Putri, Z. Y. W. 2023. *Pengaruh Pemberian Fermentasi Ampas Tahu Pada Pakan*

- Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Lele (Clarias sp).* (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 1-79.
- Rachmawati, D., dan Santoso, S. 2021. Peran budidaya lele dalam ketahanan pangan keluarga. *Jurnal Pembangunan Pertanian* 42(2): 112–121.
- Rahmalia, W., Adhitiyawarman, A., Prayitno, D. I., dan Lubis, Y. N. B. 2024. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Astaxanthin dari Limbah Kulit dan Kepala Udang Dogol (*Metapenaeus ensis*). *Jurnal Kelautan Tropis* 27(2): 380–390.
- Rahman, M., dan Koh, K. 2016. Effect of Shrimp Meal Made of Heads of Black Tiger (*Penaeus monodon*) and White Leg (*Litopenaeus vannamei*) Shrimps on Growth Performance in Broilers. *Journal of Poultry Science* 53(2): 2–4.
- Rama, B. S. 2023. *Substitusi Tepung Ikan Pada Pakan Ikan Betok (Anabas Testudineus) Utilization Of Head Shrimp Flour As A Substitution Of Fish Flour For Climbing Perch (Anabas Testudineus)*. (Skripsi), Universitas Sriwijaya. Palembang. 1-88.
- Rismawati, D., Thohari, I., dan Rochmalia, F. 2020. Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) dalam Menurunkan Kadar BOD5 dan COD Limbah Cair Industri Tahu. Efektivitas Tanaman Kayu Apu . *Jurnal Ilmiah Sosial Ekonomi Pertanian* 11(4): 186–190.
- Rosaini, H., Rasyid, R., dan Hagramida, V. 2015. Penetapan Kadar Protein Secara Kjeldahl Beberapa Makanan Olahan Kerang Remis (*Corbiculla Moltkiana Prime.*) Dari Danau Singkarak. *Jurnal Farmasi Higea* 7(2): 120–127.
- Saharani, N. 2022. *Analisis penetapan harga pokok produksi pengolahan ikan lele asap pada cv. citra dumbo di gunung sindur, bogor.* (Skripsi), UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta. 1-93.
- Sari, N. P., Lestari, D., dan Purnamasari, I. 2019a. Kajian Pemeliharaan Alat Produksi Pakan Ikan Skala Kecil. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* 10(1): 42–50.
- Sari, N. P., Widodo, W., dan Suryaningrum, D. 2019b. Formulasi Pakan Alternatif dengan Limbah Kepala Udang dan Ampas Tahu untuk Ikan Lele. *Jurnal Akuakultur Tropis* 4(1): 23–30.
- Sebayang, E. P., Hudaidah, S., dan Santoso, L. 2020. Kajian Pemberian Pakan Berbahan Baku Lokal Dengan Kandungan Protein Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquatropica Asia* 5(2): 8–15.
- SNI 01-2354-4:2006. *Cara uji kimia – Bagian 4: Penentuan kadar protein pada produk perikanan dengan metode total nitrogen (metode Kjeldahl)*. BSN.

Jakarta: 76 hlm.

SNI 01-4087-2006 *Pakan Buatan Untuk Ikan Lele (Clarias gariepinus)*. BSN. Jakarta. 68 hlm.

Subamia, N. P. D. C., Nocianitri, K. A., dan Permana, I. D. G. M. 2020. Pemanfaatan Tepung Ampas Tahu Dalam Pembuatan Snack Bar Untuk Penderita Diabetes Mellitus. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)* 7(1): 27–38.

Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. *Liberty*. Yogyakarta. 56 hlm.

Suryani, Y., Hernaman, I., dan Ningsih, N. 2017. Pengaruh Penambahan Urea Dan Sulfur Pada Limbah Padat Bioetanol Yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein Dan Serat Kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 5(1): 13-17.

Susadiana, S., Fattah, M., Purwanti, P., Sofiati, D., Anandya, A., dan Aisyah, D. 2023. Evaluasi Profit dan Kelayakan Finansial Budidaya Pembesaran Ikan Lele Menggunakan Pakan Pelet pada Pokdakan Mina Tanjung Makmur Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 7(2): 135–142.

Syamsuddin, A. 2021. *Analisis Usaha Mikro Pembuatan Pakan Lele di Desa Sumberjo*. Universitas Lampung. 45 hlm.

Tangdialla, R. 2020. *Analisis Break Even Point pada Usaha Budidaya Ikan Lele Sangkuriang di Rantepao*. Universitas Kristen Indonesia Toraja. 52 hlm.

Wahyudi, M., Hidayat, D. R., Amelda, A., Riyadi, M., Anggraeni, F., Ramadhani, A. S., Aulia, E., Sofyannor, S., Khasanah, M. S., dan Marsiah, M. 2023. Pengolahan Limbah Kepala Udang Sebagai Pakan Ikan Patin. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara* 4(4): 4564–4569.

Wahyudi, A., dan Nugroho, R. A. 2019. Strategi pengembangan usaha mikro budidaya lele. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* 14(1): 45–58.

Wahyuni, A., Fourcylia, A., dan Safitri, A. 2017. Pengaruh Substitusi Tepung Ampas Tahu Terhadap Karakteristik Kue Stick. *Jurnal Teknologi Pangan* 1(1): 38–44.

Wati, R. 2013. Pengaruh Penggunaan Tepung Ampas Tahu sebagai Bahan Komposit terhadap Kualitas Kue Kering Lidah Kucing. *Food Science and Culinary Education Journal*, 2 (1): 65-69.

Wardono, B., Sri, A., dan Prabakusuma. 2016. Analisis Usaha Pakan Ikan Mandiri Di Kabupaten Gunungkidul (Analysis of Independently Fish Feed

- Business in the District Gunungkidul). *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 6(1): 75–85.
- Waruwu, L. 2024. Pengaruh Penggunaan Ampas Tahu Sebagai Makanan Ikan Lele Di Desa Soroma'Asi Kecamatan Onohazumba. *Faguru: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan*, 3(2): 75–89.
- Widyaningsih, T. H. 2014. Pemanfaatan Ampas Tahu sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Biskuit dengan Penambahan Tepung Maizena (Studi tentang Karakteristik Fisik dan Kimia Biskuit). (Skripsi). Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi, Surakarta. 1-89.
- Widyasari, K. R. D., Yudasmara, G. A., dan Martini, N. N. D. 2022. *Analysis Of Feed Performance And Efficiency In*. 12(2): 205–213.
- Yulianingsih, R., dan Teken, Y. 2008. Fermentasi tepung kepala udang dengan enzim kitinase. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* 7(1): 65-68.
- Zaenuri, R., Suharto, B., dan Haji, A. T. S. 2014. Kualitas pakan ikan berbentuk pelet dari limbah pertanian. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 1(1): 31-36.
- Zulkarnain, F.R. 2024. *Pengaruh Sawit Fermentasi pada Pakan Terhadap Performa Pertumbuhan dan Histologi Usus Lobster Air Tawar Cherax quadricarinatus (von Martens, 1868)*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 1-89.