

Penggunaan Tepung Ulva (*Ulva Lactuca*) dan Tepung Ekstrak Enzim Kasar Papain sebagai Bahan Baku Tambahan bagi Pakan Benih Ikan Lele (*Clarias Sp.*)

Mochhamad Ikhsan Cahya Utama¹, Nurani Khoerunnisa¹, Lady Ayu Sri Wijayanti¹

¹Program Studi Perikanan Laut Tropis PSDKU Pangandaran, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v8i.1494](https://doi.org/10.30595/pspfs.v8i.1494)

Submitted:

12 February, 2025

Accepted:

28 February, 2025

Published:

13 March, 2025

Keywords:

Feed Additive, Tepung Ulva, Ekstrak Enzim Kasar Papain, Benih Ikan Lele, Pertumbuhan, FCR

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan tepung Ulva (*Ulva lactuca*) dan tepung Ekstrak Enzim Kasar Papain sebagai feed additive pada pakan benih ikan lele (*Clarias sp.*) terhadap kinerja pertumbuhan, FCR, dan tingkat kelangsungan hidup. Parameter yang dianalisis meliputi Laju Pertumbuhan Harian (LPH), Specific Growth Rate (SGR) berdasarkan bobot (SGR W) dan panjang (SGR L), Feed Conversion Ratio (FCR), serta Survival Rate (SR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain memberikan peningkatan signifikan dibandingkan kontrol. Nilai LPH masing-masing adalah 1,58% (kontrol), 2,59% (tepung Ulva), dan 2,55% (tepung EEK Papain). SGR W tercatat sebesar 0,20 (kontrol), 0,30 (tepung Ulva), dan 0,31 (tepung EEK Papain), sedangkan SGR L sebesar 0,08 (kontrol), 0,13 (tepung Ulva), dan 0,12 (tepung EEK Papain). FCR juga menunjukkan perbaikan dengan nilai 1,36 (kontrol), 0,82 (tepung Ulva), dan 0,84 (tepung EEK Papain). Namun, SR mengalami variasi dengan hasil 80% (kontrol), 30% (tepung Ulva), dan 70% (tepung EEK Papain). Dari hasil tersebut, tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain terbukti memiliki potensi sebagai feed additive dalam meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan lele. Namun, penurunan SR terutama pada perlakuan tepung Ulva memerlukan kajian lebih lanjut untuk memahami penyebabnya.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Mochhamad Ikhsan Cahya Utama

Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Kec. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363, Indonesia

Email: mochhamad.ikhsan@unpad.ac.id

1. PENDAHULUAN

Ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Permintaan pasar terhadap ikan lele terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi protein hewani yang terjangkau. Namun, salah satu tantangan utama dalam budidaya ikan lele adalah efisiensi pakan, yang menyumbang hingga 60-70% dari total biaya produksi (Hardiansyah et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan feed additive yang efektif dan ramah lingkungan menjadi prioritas untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan lele.

Feed additive berbasis bahan alami, seperti tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain, menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan. Ulva merupakan jenis rumput laut hijau yang kaya akan kandungan protein, mineral, dan senyawa bioaktif seperti polisakarida dan pigmen klorofil, yang diketahui memiliki efek positif

terhadap pertumbuhan ikan (El-Sayed et al., 2021). Sementara itu, pepaya mengandung enzim papain yang berfungsi sebagai protease alami, meningkatkan pencernaan protein dalam pakan, serta senyawa antioksidan yang mendukung kesehatan ikan (Rachmawati et al., 2019).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan feed additive alami dapat meningkatkan efisiensi pakan, pertumbuhan, dan daya tahan ikan terhadap penyakit (Ahmad et al., 2018). Namun, studi yang mengkaji penggunaan kombinasi bahan alami seperti Ulva dan pepaya sebagai feed additive pada ikan lele masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain terhadap laju pertumbuhan harian (LPH), Specific Growth Rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR), dan tingkat kelangsungan hidup (SR) benih ikan lele.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan formulasi pakan yang lebih efisien dan berkelanjutan, sekaligus mendukung produktivitas sektor budidaya ikan lele di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain sebagai *feed additive* pada pakan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan lele (*Clarias sp.*). Metode penelitian meliputi persiapan bahan, pengelolaan pakan, desain percobaan, pengumpulan data, dan analisis data.

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Perikanan Laut Tropis, Kampus PSDKU Universitas Padjadjaran, selama 30 Hari dari Oktober hingga November 2024.

2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain benih ikan lele dengan bobot awal rata-rata 5 gram, pakan komersial sebagai pakan dasar, tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain sebagai feed additive. Sementara itu, alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya akuarium berukuran 60 x 40 x 40 cm sebanyak 15 unit, aerator, termometer, pH meter, dan DO meter, timbangan digital dan penggaris untuk pengukuran bobot dan panjang ikan.

3. Desain Percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan Lima ulangan:

P0 (kontrol): Pakan tanpa feed additive.

P1 (tepung Ulva): Pakan dengan 5% tepung Ulva.

P2 (tepung ekstrak enzim kasar papain): Pakan dengan 5% tepung ekstrak enzim kasar papain.

Setiap akuarium diisi dengan 10 ekor benih ikan lele. Pakan diberikan tiga kali sehari (pukul 08.00, 12.00, dan 16.00) sebanyak 5% dari total biomassa ikan.

4. Parameter Pengamatan

Laju Pertumbuhan Harian (LPH):

$$LPH(\%) = \frac{\text{Bobot akhir} - \text{Bobot awal}}{\text{Lama pemeliharaan}} \times 100$$

Specific Growth Rate (SGR):

Berdasarkan bobot (SGR W):

$$SGR(\%) = \frac{\ln(\text{Bobot akhir}) - \ln(\text{Bobot awal})}{\text{Lama pemeliharaan}} \times 100$$

Berdasarkan panjang (SGR L):

$$SGR(\%) = \frac{\ln(\text{Panjang akhir}) - \ln(\text{Panjang awal})}{\text{Lama pemeliharaan}} \times 100$$

Feed Conversion Ratio (FCR):

$$FCR = \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan}}{\text{Penambahan bobot ikan}}$$

5. Pengelolaan Kualitas Air

Kualitas air, termasuk suhu (27–30°C), pH (6,5–7,5), dan oksigen terlarut (>5 mg/L), dipantau setiap hari untuk memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan ikan lele. Pergantian air sebanyak 30% dilakukan dua kali seminggu.

6. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%. Jika terdapat perbedaan nyata, uji lanjut Duncan dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Pertumbuhan Harian (LPH)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan harian (LPH) tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan tepung Ulva, yaitu sebesar 2,59%, diikuti oleh perlakuan dengan tepung ekstrak enzim kasar papain sebesar 2,56%. Perlakuan kontrol mencatat LPH terendah, yaitu 1,85% seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju Pertumbuhan Harian

Perlakuan	LPH
A(Kontrol)	1,85%
B (Tepung Ulva)	2,59%
C (Tepung EEK Papain)	2,56%

Tepung Ulva, yang kaya akan protein, polisakarida sulfat, mineral, dan senyawa bioaktif lainnya, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan LPH. Komponen bioaktif seperti ulvan (sejenis polisakarida sulfat) diketahui mampu memperkuat sistem imun dan meningkatkan efisiensi pencernaan ikan (Cunha et al., 2021). Selain itu, kandungan klorofil dalam Ulva berperan sebagai antioksidan yang mendukung kesehatan seluler, sehingga mendukung metabolisme dan pertumbuhan ikan secara keseluruhan. Penggunaan tepung Ulva juga mendukung konsep keberlanjutan dalam akuakultur karena bahan baku ini berasal dari alga yang mudah dibudidayakan, cepat tumbuh, dan memiliki dampak lingkungan yang rendah. Hal ini menjadikannya feed additive yang strategis untuk mendukung pertumbuhan ikan sekaligus menjaga kelestarian ekosistem akuakultur.

Tepung ekstrak enzim kasar papain memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan kecernaan pakan melalui mekanisme proteolitik. Papain, sebagai enzim protease, memecah molekul protein menjadi asam amino bebas, meningkatkan bioavailabilitas nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jaringan (Kumar et al., 2020). Enzim ini juga diketahui efektif dalam mengurangi limbah nitrogen yang dihasilkan oleh metabolisme protein, sehingga menciptakan lingkungan pemeliharaan yang lebih sehat. Peningkatan LPH pada perlakuan ini mendukung temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa suplementasi enzim protease dalam pakan mampu meningkatkan efisiensi pakan dan performa pertumbuhan ikan. Namun, nilai LPH yang sedikit lebih rendah dibandingkan tepung Ulva menunjukkan bahwa papain lebih efektif jika dikombinasikan dengan komponen bioaktif lain untuk meningkatkan performa ikan secara keseluruhan.

Sebaliknya, perlakuan kontrol yang hanya menggunakan pakan komersial tanpa feed additive menunjukkan nilai LPH terendah. Hal ini menunjukkan bahwa pakan standar saja kurang optimal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan lele dalam kondisi penelitian ini. *Feed additive* seperti tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain memberikan nutrisi tambahan yang sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan optimal. Hasil ini mempertegas pentingnya penggunaan feed additive berbasis bahan alami dalam mendukung keberlanjutan akuakultur. Tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain dapat digunakan sebagai alternatif aditif sintetis yang tidak hanya meningkatkan performa ikan tetapi juga ramah lingkungan. Penelitian ini mendukung kebijakan akuakultur modern yang berbasis pada efisiensi nutrisi dan pengelolaan sumber daya hayati secara bertanggung jawab.

Specific Growth Rate Berdasarkan Bobot (SGR W)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Specific Growth Rate* berbasis bobot (SGR W) tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan tepung ekstrak enzim kasar papain (0,31), diikuti oleh tepung Ulva (0,30), sedangkan perlakuan kontrol mencatat SGR W terendah (0,20) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. *Specific Growth Rate Berdasarkan Bobot (SGR W)*

Perlakuan	SGR W (g)
A(Kontrol)	0,20
B (Tepung Ulva)	0,30
C (Tepung EEK Papain)	0,31

Tepung Ulva memiliki kandungan nutrisi yang mendukung efisiensi pakan, termasuk protein, karbohidrat kompleks, dan polisakarida sulfat seperti ulvan. Senyawa bioaktif ini berperan penting dalam meningkatkan metabolisme energi dan sintesis protein pada ikan, yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan biomassa (Cunha et al., 2021). Selain itu, mineral esensial seperti kalsium dan magnesium dalam tepung Ulva mendukung pertumbuhan tulang dan jaringan, sehingga berkontribusi pada peningkatan bobot tubuh ikan. Mekanisme utama yang mendasari peningkatan SGR W adalah peran Ulva sebagai prebiotik alami. Prebiotik mendukung mikroflora

usus yang sehat, meningkatkan kapasitas penyerapan nutrisi, dan memperbaiki efisiensi konversi pakan menjadi biomassa ikan (Ahmed et al., 2021).

Nilai SGR W tertinggi pada perlakuan tepung ekstrak enzim kasar papain (0,31) menunjukkan efektivitas enzim papain dalam meningkatkan pencernaan protein pada pakan. Enzim papain bertindak sebagai protease yang memecah molekul protein kompleks menjadi asam amino bebas yang lebih mudah diserap oleh sistem pencernaan ikan (Kumar et al., 2020). Penyerapan asam amino yang efisien mendukung sintesis protein yang cepat dan pertumbuhan jaringan baru. Selain itu, enzim papain diketahui memiliki sifat anti-inflamasi yang dapat meningkatkan kesehatan pencernaan ikan. Lingkungan pencernaan yang sehat mendukung kapasitas metabolisme secara keseluruhan, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan energi dari pakan.

SGR W pada perlakuan kontrol yang hanya mencapai 0,20 menunjukkan bahwa pakan komersial tanpa feed additive kurang mampu mendukung pertumbuhan biomassa secara optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa pakan dasar saja tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ikan lele pada tingkat yang sama dengan pakan yang diberi feed additive. Perbedaan antara perlakuan kontrol dan perlakuan dengan *feed additive* menggambarkan pentingnya suplementasi nutrisi tambahan untuk mendukung pertumbuhan ikan, terutama pada fase benih yang memerlukan nutrisi intensif untuk pertumbuhan cepat.

Specific Growth Rate Berdasarkan Panjang (SGR L)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Specific Growth Rate* berdasarkan panjang (SGR L) tertinggi diperoleh dari perlakuan tepung ekstrak enzim kasar papain, diikuti oleh tepung Ulva, sementara kontrol memiliki nilai terendah seperti terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Specific Growth Rate* Berdasarkan Bobot (SGR L)

Perlakuan	SGR L (cm)
A(Kontrol)	0,08
B (Tepung Ulva)	0,13
C (Tepung EEK Papain)	0,12

Tepung Ulva memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan SGR L karena kandungan mineral esensial seperti kalsium, fosfor, dan magnesium yang mendukung pertumbuhan tulang ikan. Kandungan bioaktif seperti polisakarida sulfat juga diketahui berperan dalam meningkatkan penyerapan nutrisi dan metabolisme energi, yang berkontribusi langsung pada pertumbuhan linier ikan (Cunha et al., 2021). Selain itu, Ulva juga memiliki potensi sebagai prebiotik yang mendukung mikroflora usus yang sehat. Dengan sistem pencernaan yang lebih efisien, ikan dapat memanfaatkan pakan secara maksimal untuk mendukung pertumbuhan panjang tubuh.

Peningkatan SGR L pada perlakuan tepung ekstrak enzim kasar papain dapat dikaitkan dengan peran enzim proteolitik yang mempercepat pemecahan protein menjadi asam amino esensial yang diperlukan untuk pembentukan jaringan baru, termasuk jaringan tulang dan otot. Enzim papain juga diketahui mampu meningkatkan efisiensi pencernaan protein, sehingga nutrisi lebih cepat tersedia untuk proses pertumbuhan linier ikan (Kumar et al., 2020). Selain itu, papain dapat meningkatkan kualitas pakan dengan menurunkan komponen anti-nutrisi yang mungkin terdapat dalam bahan baku pakan. Hal ini memungkinkan nutrisi yang terserap digunakan lebih optimal untuk mendukung pertumbuhan panjang tubuh ikan.

Nilai SGR L pada perlakuan kontrol yang lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan feed additive menunjukkan bahwa pakan komersial tanpa suplementasi nutrisi tambahan kurang efektif dalam mendukung pertumbuhan panjang ikan. Pertumbuhan linier memerlukan asupan nutrisi esensial yang cukup, terutama mineral untuk pembentukan tulang dan protein untuk pembentukan jaringan. Kekurangan salah satu komponen tersebut dapat menghambat pertumbuhan panjang ikan.

Feed Conversion Ratio (FCR)

Feed Conversion Ratio (FCR) merupakan indikator penting dalam akuakultur untuk mengevaluasi efisiensi konversi pakan menjadi biomassa. Dalam penelitian ini, nilai FCR terbaik dicapai pada perlakuan tepung ekstrak enzim kasar papain (0,84) dan tepung Ulva (0,82), yang menunjukkan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan perlakuan kontrol (1,36) seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Perlakuan	FCR
A(Kontrol)	1,36
B (Tepung Ulva)	0,82

Perlakuan	FCR
C (Tepung EEK Papain)	0,84

Tepung Ulva kaya akan nutrisi esensial seperti protein, asam lemak, vitamin, dan mineral yang membantu meningkatkan kualitas pakan. Kandungan polisakarida sulfat, seperti ulvan, berperan dalam memperbaiki kesehatan usus dan meningkatkan penyerapan nutrisi oleh ikan (Cunha et al., 2021). Efek prebiotik dari Ulva juga mendukung mikroflora usus yang sehat, mengoptimalkan proses metabolisme, dan mengurangi ekskresi nutrisi yang tidak tercerna. Selain itu, kandungan antioksidan dalam Ulva dapat meningkatkan fungsi imun ikan, mengurangi stres, dan meningkatkan efisiensi metabolisme energi yang secara langsung memengaruhi FCR. Penurunan FCR pada perlakuan ini menunjukkan bahwa pakan yang diperkaya Ulva dapat memberikan hasil yang lebih ekonomis bagi petani ikan.

Enzim papain dalam tepung ekstrak enzim kasar papain berperan sebagai protease yang memecah protein kompleks menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna. Dengan meningkatkan bioavailabilitas nutrisi, papain memungkinkan ikan untuk memanfaatkan pakan secara lebih efisien (Kumar et al., 2020). Papain juga diketahui mampu mengurangi limbah pakan, sehingga meningkatkan kualitas lingkungan pemeliharaan yang mendukung pertumbuhan ikan. Nilai FCR yang rendah menunjukkan bahwa lebih sedikit pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan pertambahan bobot ikan, yang menjadi indikasi efisiensi penggunaan pakan dan penurunan biaya operasional budidaya ikan.

Nilai FCR kontrol (1,36) menunjukkan bahwa pakan komersial tanpa feed additive kurang optimal dalam mendukung konversi pakan menjadi biomassa. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pencernaan pakan dan kemungkinan kandungan nutrisi yang tidak sepenuhnya seimbang. Hasil ini menekankan pentingnya suplementasi *feed additive* untuk meningkatkan efisiensi pakan dan mendukung pertumbuhan ikan secara lebih efektif.

Survival Rate (SR)

Survival Rate (SR) merupakan parameter penting yang mencerminkan tingkat keberhasilan budidaya ikan, termasuk efektivitas pakan terhadap daya tahan hidup ikan. Dalam penelitian ini, SR tertinggi dicapai pada perlakuan tepung ekstrak enzim kasar papain (70%), diikuti kontrol (80%), sementara tepung Ulva menghasilkan SR terendah (30%).

Tabel 5. *Survival Rate* (SR)

Perlakuan	SR
A(Kontrol)	80%
B (Tepung Ulva)	30%
C (Tepung EEK Papain)	70%

SR yang rendah pada perlakuan tepung Ulva dapat disebabkan oleh tingginya kandungan polisakarida tertentu yang, pada konsentrasi tinggi, dapat meningkatkan viskositas pakan dan mengurangi daya cerna (Cunha et al., 2021). Meskipun Ulva kaya akan nutrisi esensial dan bioaktif, konsentrasi yang tidak sesuai dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, yang berpengaruh negatif terhadap kelangsungan hidup ikan. Selain itu, proses fermentasi alami dari polisakarida sulfat dalam usus ikan dapat menghasilkan metabolit tertentu yang memengaruhi mikrobiota usus, yang jika tidak dikontrol dengan baik dapat menurunkan performa kesehatan ikan (Ahmed et al., 2021).

Tepung ekstrak enzim kasar papain mendukung daya tahan hidup ikan dengan meningkatkan efisiensi pencernaan protein. Enzim protease dalam papain memecah protein menjadi peptida dan asam amino yang lebih mudah diserap, sehingga mendukung kesehatan ikan secara keseluruhan (Kumar et al., 2020). Penyerapan nutrisi yang optimal berkontribusi terhadap fungsi imun ikan, membantu ikan lebih tahan terhadap stres lingkungan dan patogen. Selain itu, papain diketahui memiliki sifat antimikroba alami, yang dapat mengurangi risiko infeksi bakteri selama budidaya (Dawood et al., 2018). Dengan kondisi lingkungan budidaya yang terkendali, penggunaan feed additive berbasis papain dapat meningkatkan ketahanan ikan terhadap tantangan budidaya.

SR pada perlakuan kontrol (80%) menunjukkan bahwa pakan komersial mampu menyediakan kebutuhan nutrisi yang cukup untuk mendukung kelangsungan hidup ikan dalam kondisi standar budidaya. Namun, tingkat ini tidak seefisien perlakuan papain, yang menunjukkan adanya potensi optimasi pakan melalui penambahan feed additive berbasis enzim.

4. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain sebagai feed additive dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada benih ikan lele. Hasil LPH

tepung Ulva (2,59%) dan tepung ekstrak enzim kasar papain (2,55%) lebih tinggi dibandingkan kontrol (1,58%). Begitu pula dengan SGR, tepung Ulva (0,30) dan tepung ekstrak enzim kasar papain (0,28) lebih baik dari kontrol (0,20). FCR pada tepung Ulva (0,82) dan tepung ekstrak enzim kasar papain (0,84) menunjukkan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan kontrol (1,36). Meskipun SR pada tepung Ulva (30%) dan tepung ekstrak enzim kasar papain (70%) lebih rendah dari kontrol (80%), penggunaan kedua bahan tersebut tetap bermanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan. Secara keseluruhan, tepung Ulva dan tepung ekstrak enzim kasar papain dapat dijadikan alternatif feed additive yang efektif untuk benih ikan lele, meski perlu penelitian lebih lanjut terkait faktor kelulushidupan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Program Studi Perikanan Laut Tropis dan Kampus PSDKU UNPAD, yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Kami juga berterima kasih kepada rekan-rekan dosen dan Mahasiswa Program Studi Perikanan Laut Tropis khususnya pada peminatan budidaya atas diskusi, masukan, dan kerja samanya yang sangat berarti dalam mendukung keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdola, A. (2018). Pengaruh Penambahan Probiotik dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Collosoma macropomu*). *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 18(1), 1-11.
- Ahmad, A., Yusuf, M., & Purnomo, H. (2018). Penggunaan feed additive alami pada pakan ikan: Studi literatur. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 10(4), 33-41.
- Ahmed, S., Hasan, M., & Rahman, S. (2021). The role of seaweed-derived bioactive compounds in fish growth and health. *Journal of Aquaculture Research*, 42(3), 245–256.
- Athirah, A., Mustafa, A., & Rimmer, A. M. (2013). Perubahan Kualitas Air pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Tambak Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1065-1075.
- Breving, D. M. Z., & Rompas, J. R. (2013). Kualitas Fisika-Kimia Air di Areal Budidaya Desa Kaima, Eris dan Toulimembet, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Budidaya Perairan*, 1(2), 36-42.
- Cunha, L., Grenha, A., & Ferreira, A. (2021). Marine bioactives: Implications for aquaculture sustainability. *Aquaculture Research*, 52(3), 1034–1050.
- Dahril, L., Tang, U. M., & Putra, I. (2017). Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*, 45(3), 215-223.
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2018). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: A review. *Fish & Shellfish Immunology*, 73, 272–289.
- El-Sayed, A. F. M., & Abdel-Wahab, A. (2021). Seaweeds in fish and shellfish feed: A review. *Aquaculture*, 536, 736448.
- Furuita, H., Yamamoto, T., & Suzuki, N. (2002). Effect of Feeding Frequency on Growth and Feed Utilization of Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus* Juveniles. *Aquaculture*, 240(1-4), 451-460.
- Gatlin, D. M., & Li, P. (2008). Use of Algae Biomass in Aquaculture Diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(2), 243-251.
- Guo, J., Ma, W., & Zheng, H. (2020). Effects of protease additives on fish feed digestibility. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(2), 35–42.
- Hardiansyah, D., Sutrisno, B., & Wijayanti, R. (2020). Strategi pengelolaan pakan dalam budidaya ikan lele. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Indonesia*, 12(1), 25-32.
- Kiron, V. (2012). Fish Immune System and Immuno stimulants: A Prophylactic Approach for Sustainable Aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 29(1), 1-12.
- Kumar, R., Sahu, N. P., & Pal, A. K. (2020). Dietary enzymes and their role in aquaculture: A review. *Aquaculture International*, 28(1), 1–20.

- Lim, C., & Webster, C. D. (2006). Nutrient Requirements. In *Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition* (pp. 469-501).
- Mandal, S. C., & Ghosh, K. (2010). Isolation of *Bacillus* spp. from the Gastrointestinal Tract of *Labeo rohita* and *Catla catla* and in vitro Screening for Their Enzyme Producing Abilities. *Annals of Microbiology*, 60(3), 427-431.
- May, A., & Setyawan, A. D. (2019). Pemberian Kombinasi Tepung Daun Pepaya dan Probiotik pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias* sp.). *LenteraBio*, 8(2), 142-148.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., & Bureau, D. P. (2009). Feeding Aquaculture in an Era of Finite Resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36), 15103-15110.
- Pereira, R., & Yarish, C. (2008). Mass Production of Marine Macroalgae. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 2236-2247). Elsevier.
- Prabu, E., Rajagopalsamy, C. B. T., & Ahilan, B. (2019). Role of feed additives in fish nutrition. *Aquaculture and Fisheries*, 4(2), 55-63.
- Putri, M. A., & Hidayat, T. (2021). Penambahan Tepung Biji Pepaya pada Pakan Komersial terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 12(2), 45-52.
- Rachmawati, T., Nugroho, R. A., & Yulianti, E. (2019). Efek papain terhadap pencernaan ikan: Review. *Jurnal Teknologi Akuakultur*, 7(2), 45-52.
- Rahmawati, F., & Sari, D. K. (2019). Pengaruh Penambahan Tepung Buah Pepaya Terfermentasi dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Media Akuakultur*, 14(1), 55-62.
- Sari, D. K., & Rahmawati, F. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Buah Pepaya (*Carica papaya*) dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1), 25-32.
- Torres, J. L., & Velázquez, M. L. (2019). Nutritional strategies in aquaculture to improve feed efficiency and fish health. *Journal of Applied Aquaculture*, 31(4), 297-315.