

The Difference in Fermentation Duration of Plant-Based Feed Using EM4 on the Feed Quality

Yessi A. P. Manganang^{1*}, Magdalin Ulaan¹, Numisye I. Mose¹

¹Program Studi Teknologi Budidaya Ikan, Jurusan Teknologi Perikanan Dan Kebaharian, Politeknik Negeri Nusa Utara, Tahuna, Indonesia;

Article History

Received : January 23th, 2025

Revised : February 11th, 2025

Accepted : February 20th, 2025

*Corresponding Author: **Yessi**

A. P. Manganang, Program

Studi Teknologi Budidaya

Ikan, Jurusan Teknologi

Perikanan Dan Kebaharian,

Politeknik Negeri Nusa Uata,

Tahuna, Indonesia;

Email :

yessi.manganang@gmail.com

Abstract: EM-4 probiotic solution is used in a fermentation process to lower the crude fiber in lemna cake and raise the protein content of the raw materials. The research aims to determine the difference in fermentation duration of plant-based feed using EM-4 solution on the improvement of quality and nutritional value of Nile tilapia feed. The object of the research is artificial feed with 30% protein composed of various vegetable ingredients which is then fermented according to the research design. The study was consisting of 4 treatments: A: 1-day fermentation, B: 3-day fermentation, C: 5-day fermentation, D: 7-day fermentation. Data collection involved chemical and physical testing of the feed. The results of this research showed that the longer the fermentation, the protein content becomes higher while the carbohydrate and crude fiber content decreases. Therefore, the physical tests of the feed included buoyancy, water stability, and feed hardness shows no difference in each treatment. Seven days fermentation shows the best values on nutritional values. The combination of EM-4 with artificial feed made from vegetable ingredients can be recommended as fish feed because it fulfills protein nutritional needs to increase fish growth and development.

Keywords: Chemical tests, physical tests, plant-based feed.

Pendahuluan

Pakan merupakan sumber utama bagi pertumbuhan, kesehatan dan mutu produk ikan yang dihasilkan. Untuk mencapai hal tersebut maka perlu untuk memperhatikan kualitas dari pakan yang diberikan. Pakan yang diberikan kepada ikan dapat berupa pakan buatan. Pakan buatan dapat berasal dari campuran berbagai bahan, seperti bahan nabati, hewani, atau bahan tambahan lainnya untuk melengkapi kebutuhan nutrisi ikan. Selanjutnya diproses untuk menjadi pakan pellet sesuai dengan jenis dan ukuran mulut ikan (Sofia *et al.*, 2021).

Proses pembuatan pakan, pemilihan bahan baku sangat menentukan kualitas pakan. Kualitas pakan memiliki pengaruh besar terhadap kualitas dan mutu produksi ikan. Penentuan kualitas pakan bergantung pada kandungan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan ikan, serta kemudahan pakan untuk dicerna oleh ikan. Pakan yang

berkualitas juga harus bebas dari bahan-bahan yang dapat membahayakan tubuh ikan. Akan tetapi dalam prakteknya ketersediaan pakan buatan tetap terjaga, mengingat ketersediaan bahan baku tepung ikan dalam negeri sangat terbatas ataupun tersedia dengan harga yang cukup mahal (Sofia *et al.*, 2021)

Alternatif penggunaan bahan baku pakan yang bisa digunakan sumber protein nabati. Umumnya ada beberapa bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan antara lain bungkil kelapa, tepung lemna, dedak dan tepung sagu. Bahan nabati terdapat beberapa faktor yang membatasi pemanfaatan bahan baku nabati sebagai bahan baku pakan ikan yaitu adanya serat kasar beserta zat anti nutrisi (Simarmata *et al.*, 2024).

Fermentasi ialah teknik yang sudah umum diaplikasikan oleh para pembudidaya untuk mempertahankan dan meningkatkan kandungan nutrisi bahan baku pakan (Saselah *et al.*, 2023).

Fungsi dari fermentasi yaitu dapat menimalisir kandungan serat kasar, menambah kandungan protein, dan menurunkan kandungan zat anti-nutrisi pada bahan baku pakan. Proses ini dapat terjadi karena melibatkan mikroorganisme yang memecah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana contohnya senyawa organik (Simarmata et al., 2024).

Peningkatan kandungan protein pada bahan baku yang digunakan serta menurunkan serat kasar dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan larutan probiotik EM-4. EM-4 merupakan probiotik yang sudah populer digunakan baik dalam media budidaya atau dicampurkan kedalam pakan ikan. Larutan ini berwarna coklat dengan rasa manis dan aromatic. Kandungan produk ini ialah campuran kultur mikroorganisme fermentatif antara lain *Lactobacillus casei*/ bakteri asam laktat dan *Saccharomyces cerevisiae*/ ragi (Telaumbanua et al., 2023).

Penerapan fermentasi menggunakan EM-4 perlu juga memperhatikan lama fermentasi yang optimal. Waktu fermentasi pakan yang ditambahkan *Bosster Aquaenzym* dan EM4 terhadap peningkatan pertumbuhan ikan papuyu (*Anabas tesudineus*) yaitu pada perlakuan C dengan waktu fermentasi 7 hari (Yanti & Widaryati, 2021). Lama waktu fermentasi kulit pisang hari ke 10 memiliki kandungan protein sebesar 11,015% lebih besar dibandingkan dengan waktu fermentasi hari ke-6 dan ke-8 (Geno et al., 2023). Berdasarkan uraian sebelumnya, perlunya kajian penelitian mengenai perbedaan lama waktu fermentasi pakan nabati menggunakan larutan EM-4 terhadap kualitas fisik dan kimia pakan ikan.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli-September 2024. Proses pembuatan larutan fermentasi, pembuatan pakan, dan uji fisik pakan dilaksanakan di PBIAT (Pusat Budidaya Ikan Air Tawar) Polnustar. Untuk uji proksimat dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Malang.

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan adalah tepung lemna, dedak, bungkil kelapa, tepung sagu,

vitamin, minyak ikan dan EM4. Sedangkan Alat yang digunakan adalah blender, pencetak pelet, oven, loyang, centong nasi, toples plastik, terpal, pipa paralon, ayakan, kamera digital. Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan antara lain lama waktu fermentasi 1 hari (A), lama waktu fermentasi 3 hari (B), lama waktu fermentasi 5 hari (C), dan lama waktu fermentasi 7 hari (D).

Prosedur Penelitian

Pembuatan larutan fermentasi

Pembuatan pakan fermentasi dimulai dari membuat larutan EM-4. Cara mengaktifkan EM-4 yakni mencampurkan 30 mL EM-4 dengan gula merah sebanyak 30 gram kemudian ditambahkan 1 Liter air. Penggunaan gula merah bertujuan sebagai nutrisi bakteri. Campuran tersebut selanjutnya disimpan dalam kondisi aerob pada suhu kamar. Setelah disimpan selama 24 jam dicampurkan secara merata ke bahan pakan. Perbandingan antara bahan pakan dan larutan EM-4 adalah 3 (satuan mililiter) : 10 (satuan gram). Tahap selanjutnya adalah melakukan fermentasi dengan lama waktu 1 hari, 3 hari, 5 hari dan 7 hari.

Pembuatan pakan buatan

Tahapan selanjutnya adalah proses pembuatan pakan. Dalam penelitian ini menggunakan bahan baku bersumber dari bahan nabati. Pakan yang disusun menggunakan metode bujur sangkar dengan protein 30% sehingga diperoleh hasil sebagai berikut (Tabel 1). Tahap pembuatan pakan diawali dengan menyiapkan bahan baku pakan yang digunakan. Bahan-bahan tersebut antara lain tepung lemna, dedak, bungkil kelapa, tepung, minyak ikan dan vitamin. Selanjutnya penimbangan bahan baku sesuai dengan komposisi bahan baku (Tabel 1.). Setelah semua bahan tercampur dilakukan proses fermentasi dengan lama fermentasi sesuai dengan perlakuan. Setelah proses fermentasi selesai, pakan dicetak selanjutnya dikeringkan. Pakan yang telah kering, selanjutnya dilakukan pengujian fisik dan kimia.

Tabel 1. Komposisi pakan bahan baku

No	Bahan	Formulasi Pakan Buatan (%)
1	Tepung lemna	10
2	Bungkil kelapa	94
3	Dedak	2,7
4	Tepung sagu	2,7

5	Minyak ikan	0,58
6	Vitamin	0,02

Parameter uji

Pengambilan data parameter uji terdiri dari uji fisik dan uji kima pakan buatan :

Uji Kimia

Uji kimia berupa uji proksimat pakan ikan meliputi kandungan protein, lemak, karbohidrat, kadar air, serat, dan abu.

Uji fisik pakan

Parameter pengujian fisik pakan adalah uji daya tahan dalam air, daya apung, dan uji kekerasan pelet.

Uji daya apung

Uji awal ialah menguji kemampuan daya apung atau kecepatan tenggelam pakan ikan. Pengujian ini dilakukan dengan menjatuhkan lima buah pelet ke dalam gelas ukur 500 ml. Ketinggian air dalam wadah setinggi 20 cm. Waktu pelet menyentuh permukaan air sampai tenggelam di dasar gelas diamati dengan menggunakan stopwatch.(Puteri *et al.*, 2021). Daya apung peleti dideskripsikan dalam bentuk satuan detik.

Uji daya tahan dalam air

Uji ketahanan dilakukan dengan cara merendam pakan dalam air, kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan hingga pakan tersebut hancur (Aslamyah & Karim, 2013). Satuan daya tahan dinyatakan dalam menit.

Uji kekerasan pakan

Tingkat kekerasan pakan diukur dengan menempatkan 2 g pakan ke dalam pipet paralon setinggi 1 m. Setelah itu, pakan diberi beban seberat 500 g. Pakan kemudian diayak, dan tingkat kekerasan pelet dihitung berdasarkan persentase pakan yang tidak lolos ayakan. Persentase tersebut menunjukkan tingkat kekerasan pakan (Puteri *et al.*, 2021).

$$\text{Rumus tingkat kekerasan pakan (TK)} := \frac{\text{berat pakan yang tidak lolos ayakan (g)}}{\text{berat pakan awal (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan : TK = Tingkat kekerasan

Analisis data

Data-data hasil pengujian kemudian sajikan dalam bentuk tabel kemudian dijelaskan secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Uji fisik pakan

Pengujian mutu fisik pelet dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap pakan. Uji fisik pakan yang dilakukan antara lain daya apung/kecepatan tenggelam, daya tahan pakan dalam air atau kecepatan pecah, dan kekerasan pakan. Hasil pengamatan terlihat pada Tabel 2. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan diperoleh bahwa daya tahan dalam air pada semua perlakuan menunjukkan nilai yang hampir sama. Daya tahan dalam air menggambarkan ketahanan suatu pakan di air. Parameter ini merupakan hal yang penting untuk di pertimbangkan utama dalam menyusun suatu formulasi pakan. Apabila pakan buatan memiliki ketahanan pakan yang rendah, dapat menyebabkan pakan mudah hancur. Pakan yang mudah hancur menyebabkan pakan sulit dimakan oleh ikan (Aslamyah & Karim, 2013).

Nilai daya tahan dalam air pada perlakuan ini pada kisaran 15 menit. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan pakan yang terbuat dari tepung cacing tanah dapat bertahan pada kisaran 91-95 menit (Aslamyah & Karim, 2013). Lebih lanjut dikatakan kemampuan pakan untuk tidak mudah hancur dalam air dapat disebabkan oleh proses pembuatan pakan dan kehalusan bahan baku (Aslamyah & Karim, 2013). Kehalusan bahan baku akan berperan dalam proses pencampuran pakan. Semakin halus bahan yang digunakan maka ikatan antar partikel akan dipengaruhi. Hal tersebut menghasilkan pellet dengan kekerasan yang tinggi akibat terjadinya penekanan pada bahan (Mulia *et al.*, 2017).

Uji fisik pakan lainnya yang diuji adalah daya apung yang mana parameter ini menunjukkan kemampuan pakan ketika mengapung dalam air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan ikan yang difermentasi selama 3 hari menunjukkan daya apung lebih tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara pakan yang difermentasi selama 7 hari menunjukkan daya apung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 2).

Karakter fisik pakan fermentasi selama satu minggu dan dua minggu menghasilkan tekstur pakan yang lunak (Suwignyo *et al.*, 2015). Pakan ikan yang berkualitas harus memiliki kemampuan apung yang baik, bersifat homogen, tidak cepat lembek, dan tidak mudah hancur, sehingga ikan dapat memanfaatkannya secara maksimal (Mulia *et al.*, 2017). Selain itu, penggunaan perekat dapat memperkuat ikatan antar agregat pakan, yang mengurangi terbentuknya pori-pori. Hal ini akan memperlambat penyerapan air dan meningkatkan daya apung pakan (Mulia *et al.*, 2017).

Uji fisik lainnya yang dilakukan adalah pengujian kekerasan pakan, yang dilakukan dengan memberikan beban pada pellet hingga mencapai batas beban tertentu. Berdasarkan hasil uji fisik pakan (Tabel 2) terlihat kisaran kekerasan pada semua perlakuan berkisar 1-1,2%. Nilai pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kekerasan pakan menggunakan perekat tepung gaplek yang berkisar 74.50%-96.75% (Mulia *et al.*, 2017)

Pellet yang berkualitas harus memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan terbuat dari bahan baku yang halus. (Fahrizal & Ratna, 2020). Lebih lanjut dikatakan, proses pemanasan dalam pembuatan pakan akan menyebabkan gelatinisasi pati yang ada dalam campuran pakan sehingga mempengaruhi tekstur pakan sebelum dibuat

pellet (Puteri *et al.*, 2021). Selain itu, gelatinisasi akan menghasilkan pellet yang lebih kompak. Proses ini menyebabkan partikel bahan pakan menjadi berpori, meningkatkan daya ikat antar partikel, dan memungkinkan pakan menyerap lebih banyak cairan (Puteri *et al.*, 2021). Hasil ini dapat menjadi pertimbangan dalam pembuatan pakan berbahan dasar nabati untuk melakukan proses pemanasan seperti pengukusan sebelum proses peleting agar mendapatkan tingkat kekerasan pakan yang lebih baik.

Uji Proksimat Pakan

Pakan yang sudah diuji fisik kemudian dilakukan pengujian lanjutan yaitu uji proksimat. Uji proksimat yang dilakukan antara lain lemak, protein, karbohidrat, kadar abu, kadar air, dan serat kasar. Hasil uji proksimat tersaji pada Tabel 3. Hasil proksimat tersaji pada Tabel 3 diperoleh bahwa kisaran protein pada penelitian ini sebesar 29,41%-37,32%, lemak berkisar 7,74%-9,31%, karbohidrat berkisar 39,44%-45,29%, serat kasar berkisar 4,23%-5,41%, kadar abu berkisar 5,68%-6,41%, dan kadar air berkisar 9,59%-9,82%. Kandungan nutrisi seperti protein mengalami kenaikan sejalan dengan lamanya proses fermentasi. Sementara itu, kandungan lemak, karbohidrat, serat kasar, dan kadar abu mengalami penurunan sejalan dengan lamanya fermentasi. Untuk kadar air semua perlakuan menunjukkan nilai yang hampir sama.

Tabel 2. Hasil Uji Fisik Pakan

Perlakuan	Uji Fisik Pakan		
	Daya apung (detik)	Daya tahan dalam air (menit)	Kekerasan pakan (%)
Fermentasi 1 hari	04.39	15.01.32	1
Fermentasi 3 hari	07.91	15.20.83	1,2
Fermentasi 5 hari	03.01	15.12.08	1,1
Fermentasi 7 hari	02.83	15.23.26	1,2

Tabel 3. Hasil Uji Proksimat Pakan

Perlakuan	Kandungan Nutrisi (%)					
	Protein	Lemak	Karbohidrat	Serat Kasar	Kadar Abu	Kadar Air
Fermentasi 1 hari	29,41	9,31	45,29	5,41	6,41	9,59
Fermentasi 3 hari	31,68	8,59	43,98	5,19	5,96	9,79
Fermentasi 5 hari	34,62	8,06	41,75	4,83	5,83	9,74
Fermentasi 7 hari	37,32	7,74	39,44	4,23	5,68	9,82

Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium Kimia, Universitas Muhammadiyah Malang

Kadar protein

Peningkatan kadar protein pada pakan yang terfermentasi terjadi karena mikroorganisme dalam EM4 menghasilkan

enzim selulase dan protease yang dapat memecah ikatan protein. Selain itu, peningkatan protein juga disebabkan oleh mikroorganisme yang berkembang selama proses fermentasi (Sitinjak

et al., 2022). Hasil penelitian ini juga menunjukkan perbedaan kandungan protein yang disebabkan oleh perbedaan lama waktu fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kandungan protein yang dihasilkan (Geno *et al.*, 2023). Hasil ini sejalan dengan laporan penelitian yang menyebutkan bahwa lama pakan yang difermentasi selama 7 hari menunjukkan nilai protein 37,32% lebih tinggi dibandingkan dengan lama waktu fermentasi lainnya yaitu pada 1, 3 dan 5 hari. Perbedaan tersebut disebabkan oleh waktu fermentasi semakin panjang memberikan waktu lebih lama bagi mikroorganisme untuk mendegradasi bahan baku yang terdapat dalam pakan. Proses degradasi yaitu proses enzimatik yang memerlukan waktu relatif lama (Fitrihidajati *et al.*, 2015).

Kandungan Lemak

Berdasarkan hasil uji proksimat kandungan lemak antar perlakuan berkisar antara 7 - 9 %. Hasil ini sejalan dengan penurunan kadar lemak *Sargassum sp.*, dimana kadar lemak tanpa fermentasi lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi. Mekanisme penurunan kadar lemak dalam proses fermentasi diduga akibat aktivitas mikroorganisme (H. F. Nugraha *et al.*, 2023). Lemak berperan sebagai sumber utama energi serta berperan dalam struktur fungsi membran (Indirani *et al.*, 2024). Kebutuhan utama lemak dalam pakan ikan minimal 5% (Aprillia *et al.*, 2022). Nilai tersebut menunjukkan bahwa kandungan lemak pada pakan sudah memenuhi kebutuhan lemak.

Kandungan Karbohidrat dan Serat Kasar

Kandungan karbohidrat dalam pakan ikan terdapat dalam bentuk serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen atau BETN. BETN adalah bahan pakan yang dihitung berdasarkan komponen lainnya, seperti abu, protein, lemak kasar, dan serat kasar. Nilai BETN diperoleh dengan menjumlahkan nilai kandungan jumlah abu, serat kasar, protein, dan lemak kemudian dikurangkan dengan 100 (Aprillia *et al.*, 2022). Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan BETN seiring dengan bertambahnya lama fermentasi. Fermentasi adalah proses penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan aktivitas mikroorganisme. Proses ini menghasilkan

senyawa yang lebih mudah dicerna dan lebih sederhana daripada bentuk aslinya (Mose & Manganang, 2020).

Hasil yang ada menunjukkan bahwa semakin rendah kandungan serat kasar makin lama waktu fermentasi yang dibutuhkan. Bertambahnya kadar serat pada pakan maka energi yang tersedia semakin rendah. Kondisi ini disebabkan serat kasar tersebut tidak mampu menyediakan energi yang dapat digunakan oleh ikan (Aprillia *et al.*, 2022). Oleh karena itu, daya cerna ikan terhadap pakan menjadi rendah. Minimnya kandungan serat kasar yang dalam pakan dapat mempengaruhi aktivitas mikroba. Sementara itu, jumlah serat kasar yang terlalu tinggi akan menyebabkan menurunnya tingkat konsumsi pakan karena pakan yang sulit didegradasi oleh mikroba rumen (Sitinjak *et al.*, 2022). Lebih lanjut dikatakan perlakuan fermentasi dengan menggunakan mikroorganisme tertentu dapat mengurangi jumlah serta kasar, dapat meningkatkan kadar protein dan pencernaan dalam pakan semakin tinggi.

Kadar Air dan Kadar Abu

Kedua parameter ini memiliki peran penting bagi pertumbuhan ikan. Abu adalah sisa anorganik yang dihasilkan dari pembakaran bahan organik. Kadar abu mencerminkan jumlah mineral dalam suatu bahan, yang sering dianggap sebagai kotoran atau pencemaran. Ikan memerlukan mineral dalam jumlah kecil untuk mendukung proses pertumbuhannya (Aprillia *et al.*, 2022). Sementara kadar air berperan dalam menentukan masa simpan pakan karena mampu mempengaruhi perubahan enzimatik, perubahan fisik dan sifat fisiknya (Nugraha & Mikdarullah, 2020).

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, nilai kadar abu pada semua perlakuan pakan sudah sesuai dengan standar SNI yaitu syarat minimal kadar abu <15% (Aprillia *et al.*, 2022). Adanya peningkatan kadar air dan kadar abu setelah proses fermentasi. Hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba dalam memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi yang akan menghasilkan molekul air sebagai hasil sampingan. Lebih lanjut dikatakan setelah proses fermentasi kadar abu daun kelor cenderung naik dari 10,23% menjadi 10,86% (Hijir *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan lama fermentasi mempengaruhi kualitas kimia pakan tetapi tidak mempengaruhi kualitas fisik pakan. Berdasarkan kriteria kandungan nutrisi yaitu karbohidrat, lemak, protein, kadar abu, kadar air, dan serat kasar. Perlakuan dengan lama fermentasi 7 hari menghasilkan nilai protein tertinggi dengan nilai serat kasar terendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Nusa Utara atas dukungannya dalam mendanai pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Aprillia, R., Thaib, A., & Nurhayati, N. (2022). Analisis Proksimat Tepung Daun Indigofera zollingeriana Sebagai Suplemen Pakan Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal TILAPIA*, 3(1), 47–53. <https://doi.org/10.30601/tilapia.v3i1.2591>
- Aslamyah, S., & Karim, M. Y. (2013). Organoleptic, physical, and chemical tests of artificial feed for milk fish substituted by earthworm meal (*Lumbricus* sp.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2), 124. <https://doi.org/10.19027/jai.11.124-131>
- Fahrizal, A., & Ratna, R. (2020). Uji Fisik dan Uji Mikrobiologi Pakan Berbahan Limbah Ikan Asal Pangkalan Pendaratan Ikan Klaligi Kota Sorong. (*JRPK*) *Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan*, 2(1), 124–134.
- Fitrihidajati, H., Ratnasari, E., Isnawati, & Soeparno, G. (2015). Kualitas Hasil Fermentasi Pada Pembuatan Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). In *Biosaintifika; Journal of Biology & Biology Education* (Vol. 7, Issue 1). <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v7i1.3535>
- Geno, Y. J., Dahoklory, N., & Rebhung, F. (2023). Pengaruh Lama Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Aquatik*, 6(1), 58–66. <https://doi.org/10.35508/aquatik.v6i1.9869>
- Hijir, M., Gazali, A., Zaeni, A., Rasidun, L. O., & Efendi, R. (2024). *Potensi Daun Kelor (Moringa oleifera) sebagai Bahan Substitusi Pakan Ikan Komersial untuk Aplikasi Nutrisi Bagi Ikan Nila Merah (Oreochromis sp.)*.
- Indirani, Y., Ulaan, M., Mose, I. N., & Saselah, T. J. (2024). *Pengelolaan dan Budidaya Ikan Nila Di Lingkungan Salin* (1st ed.). Padang: U ME Publishing.
- Mose, N. I., & Manganang, Y. A. P. (2020). Respon Pertumbuhan Ikan Bawal (*Colossoma Macropomum*) Yang Diberi Pakan Tepung Lemna (*Lemna Minor*) Hasil Fermentasi. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 16(1), 59–62. <https://doi.org/10.14710/ijfst.16.1.59-62>
- Mulia, D. S., Wulandari, F., & Maryanto, H. (2017). Uji Fisik Pakan Ikan Yang Menggunakan Binder Tepung Gaplek. *Jurnal Riset Sains Dan Teknologi*, 1(1), 37–44.
- Nugraha, A., & Mikdarullah, M. (2020). Kadar Proksimat Pada Tepung Sargassum Sp. Terfermentasi. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 18(1), 33. <https://doi.org/10.15578/blta.18.1.2020.33-36>
- Nugraha, H. F., Putra, A. N., & 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.
- Puteri, R. E., Sa'adah, R., Selly Ratna Sari, Fitriatsani farda, & Safitri, E. I. (2021). Karakteristik Fisik Pakan Ikan Buatan dengan Substitusi Manure Ayam. *Clarias : Jurnal Perikanan Air Tawar*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.56869/clarias.v2i1.226>
- Saselah, J., Manganang, Y. A. P., Mose, N. I., Melupite, B., & Tempomona, Y. (2023). Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Yang Diberi Pakan Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 9(2), 11–15. <https://doi.org/10.54484/jit.v9i2.504>

- Simarmata, D. P., Kusdianto, H., & Rizal, S. (2024). *Pengaruh Konsentrasi EM4 Yang Berbeda Pada Fermentasi Bungkil Inti Sawit Penyusun Pakan Terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. 9(2), 142–153. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i2.213>
- Sitinjak, C., Sukarti, K., & Andi, N. (2022). Fermentasi Dedak Padi (*Oryza sativa*L) Dan TepungKulit Pisang Kepok(Musa paradisiaca) Dengan EM4 Terhadap Pertumbuhan Populasi Moina sp. *J. Aquawarman.*, 8(1), 26–34.
- Sofia, A., Nugroho, B. E. L., Maulana, M. A., Silviawati, P. A., Ramadhan, S., & Sari, Y. (2021). Aplikasi Bioteknologi Dalam Pembuatan Silase Ikan Rucah Melalui Fermentasi Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.35308/ja.v5i1.3887>
- Suwignyo, B., Munawaroh, L. L., & Budisatria, I. G. S. (2015). Effect of material and fermentation time on quality and digestibility of complete feed, average daily gain of bligon goat and Farmer's income. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 40(1), 23–30. <https://doi.org/10.14710/jitaa.40.1.23-30>
- Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan Probiotik Em4 Pada Media Budidaya Ikan: Review. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36–42. <https://doi.org/10.30598/tritonvol19issue1page36-42>
- Yanti, F., & Widaryati, R. (2021). Perbedaan Lama Waktu Fermentasi Pakan Komersial yang Ditambahkan Boster Aquaenzym dan Em4 pada Pertumbuhan Ikan Betok (*Anabas testudineus*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 10(2), 51–56