

TINJAUAN LITERATUR: POTENSI FERMENTASI BY PRODUCT PERIKANAN DENGAN BAKTERI ASAM LAKTAT UNTUK PENGELOLAAN LIMBAH BERKELANJUTAN

LITERATURE REVIEW: THE POTENTIAL OF FISHERY BY PRODUCT FERMENTATION WITH LACTIC ACID BACTERIA FOR SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT

Yuli Andriani*, Rusky I Pratama, dan Aisyah

Program Studi Perikanan Universitas Padjadjaran

*e-mail: yuli.andriani@unpad.a.id

ABSTRAK

Limbah perikanan merupakan salah satu masalah lingkungan yang signifikan karena volume yang tinggi dan potensi pencemarannya. Salah satu pendekatan yang berpotensi untuk mengatasi masalah ini adalah melalui fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Fermentasi ini tidak hanya mengurangi dampak lingkungan dari limbah, tetapi juga memungkinkan pengolahan limbah menjadi produk bernilai tambah seperti pakan ikan dan pupuk organik. Artikel ini merupakan tinjauan literatur yang bertujuan untuk mengevaluasi potensi fermentasi limbah perikanan menggunakan BAL dalam mendukung pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Berbagai penelitian yang membahas proses fermentasi, jenis bakteri, serta produk-produk akhir yang dihasilkan akan dianalisis. Hasil tinjauan ini menunjukkan bahwa fermentasi dengan BAL memiliki efektivitas yang baik dalam menurunkan kandungan polutan organik, meningkatkan stabilitas mikroba, serta menghasilkan produk yang dapat dimanfaatkan dalam sektor perikanan dan pertanian. Dengan demikian, pendekatan ini menawarkan solusi inovatif dalam pengelolaan limbah perikanan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci : *ekosistem perikanan; industri perikanan; keberlanjutan lingkungan; nutrisi ikan; proses fermentasi.*

ABSTRACT

Fishery waste is a significant environmental issue due to its large volume and potential pollution. One promising approach to address this problem is lactic acid bacteria (LAB) fermentation. Fermentation minimizes the environmental burden caused by waste and transforms it into valuable products like fish feed and organic fertilizers. This article is a literature review evaluating the potential of fishery waste fermentation using LAB to support sustainable waste management. Various studies discussing the fermentation process, types of bacteria, and the final products produced will be analyzed. The review results show that fermentation with LAB effectively reduces organic pollutants, enhances microbial stability, and creates products that can be utilized in the fishery and agricultural sectors. Thus, this approach offers an innovative solution for environmentally friendly and sustainable fishery waste management.

Keywords: *environmental sustainability; fermentation process; fisheries ecosystem; fisheries industry; fish nutrition.*

PENDAHULUAN

Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat melimpah. Produk perikanan tidak hanya dipasarkan dalam bentuk segar,

tetapi juga diolah menjadi produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi. Salah satu tantangan utama dalam industri pengolahan ikan adalah pengelolaan limbah, yang meliputi tulang, kulit, sirip, kepala, sisik, dan jeroan ikan. Limbah ini dapat dihasilkan dari aktivitas perikanan hulu (budidaya) maupun hilir (pengolahan, distribusi, dan pemasaran). Dalam proses produksinya, industri perikanan menghasilkan limbah dalam jumlah besar, baik dalam bentuk padat maupun cair. Limbah padat umumnya terdiri dari tulang, kepala, jeroan, dan ikan yang tidak dimanfaatkan sebagai produk utama. Sementara itu, limbah cair biasanya berasal dari air sisa pencucian di unit pengolahan ikan yang sering kali dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut. Jika limbah perikanan ini tidak dikelola dengan baik, maka dapat menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan.

Menurut Abun (2006) limbah perikanan memiliki kandungan potensial seperti protein dan komponen lainnya yang dapat diolah melalui proses kimiawi maupun biologis untuk menghasilkan produk yang lebih berguna dan bernilai ekonomi tinggi. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh para pembudidaya ikan adalah tingginya harga pakan serta keterbatasan ketersediaannya di pasaran. Kondisi ini terjadi karena pakan yang disimpan dalam waktu lama rentan mengalami penguraian oleh mikroorganisme, yang kemudian memicu proses oksidasi dan meningkatkan kadar senyawa beracun di dalamnya (Fahrizal et al., 2022).

Limbah ikan memiliki kandungan gizi yang berpotensi untuk diolah menjadi tepung ikan atau bahan pakan (Fahrizal & Ratna, 2018). Tepung yang dihasilkan dari limbah kepala ikan teri memiliki kandungan protein sekitar 44%, sementara pakan ikan yang diolah dari limbah serupa mengandung protein sebesar 29% (Mahrus et al., 2018). Pakan dengan kandungan protein tinggi cenderung memiliki harga yang lebih mahal karena sebagian besar bahan bakunya masih bergantung pada impor. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan bahan pakan alternatif yang memiliki kandungan nutrisi yang memadai, mudah diperoleh, dan tidak bersaing dengan kebutuhan pangan manusia (Cahya et al., 2022).

Pengelolaan limbah perikanan merupakan aspek penting dalam menjaga keberlanjutan industri perikanan, mengingat volume limbah yang dihasilkan cukup besar dan berpotensi mencemari lingkungan. Limbah perikanan yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan masalah pencemaran, contohnya yaitu degradasi kualitas tanah dan air, serta gangguan ekosistem perairan. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah fermentasi limbah perikanan menggunakan bakteri asam laktat (BAL). BAL memiliki peran penting dalam proses fermentasi karena mampu menguraikan senyawa

organik dan mengurangi kandungan polutan, sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah seperti pakan ikan dan pupuk organik. Meskipun demikian, tantangan utama dalam pengelolaan limbah perikanan meliputi keterbatasan teknologi, biaya, dan infrastruktur yang dibutuhkan untuk skala industri. Artikel ini bertujuan untuk meninjau potensi fermentasi limbah perikanan dengan menggunakan BAL sebagai solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pengelolaan limbah perikanan.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan studi pustaka yang melibatkan tinjauan dari berbagai jurnal ilmiah. Studi literatur merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan dan mengevaluasi hasil penelitian yang relevan dengan topik tertentu. Pada penulisan ini, fokus kajian literatur adalah jurnal yang membahas fermentasi limbah perikanan menggunakan bakteri dalam pakan, dengan kata kunci seperti bakteri, fermentasi, pakan ikan, limbah perikanan, dan silase. Subjek hewan uji yang akan dibahas yaitu spesifik pada berbagai jenis ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah Perikanan: Sumber dan Dampak Lingkungan

Limbah perikanan terdiri dari limbah perikanan cair, padat dan gas. Dalam pengolahan limbah perikanan menggunakan fermentasi oleh bakteri biasanya menggunakan limbah perikanan padat yang terdiri dari isi perut ikan atau jeroan, insang, dan ikan rucah. Menurut Andhikawati & Permana, (2023) limbah padat dari proses pengolahan, seperti isi perut dan insang, dapat diolah menjadi pakan ternak melalui proses fermentasi. Selain dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif, limbah organik seperti kepala, insang, dan isi perut juga dapat diubah menjadi pakan ternak dan pupuk organik (Irawan et al., 2021).

Limbah organ dalam ikan, seperti jeroan, kepala, dan bagian lain yang tidak dimanfaatkan, dapat memberikan dampak signifikan terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pembuangan limbah ikan secara langsung ke badan air dapat menyebabkan peningkatan bahan organik dalam air (Ningrum, 2021). Proses dekomposisi bahan organik ini mengonsumsi oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen dan mengakibatkan kematian biota air (Alfatihah et al., 2021). Selain itu, peningkatan nutrisi dari limbah ikan dapat memicu eutrofikasi, yaitu ledakan pertumbuhan alga yang berpotensi merugikan ekosistem perairan. Limbah ikan yang membusuk di lingkungan terbuka akan menghasilkan bau tidak sedap (Dewi, 2021). Hal ini dapat mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar dan menurunkan kualitas udara.

Limbah organ dalam ikan dapat menjadi media pertumbuhan bagi patogen atau parasit yang berbahaya. Jika limbah ini tidak ditangani dengan benar, patogen tersebut dapat menyebar ke lingkungan dan menginfeksi organisme lain, termasuk manusia. Penumpukan limbah ikan di dasar perairan dapat mengubah struktur habitat benthik, yang berdampak negatif pada organisme yang hidup di dasar perairan dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

Limbah organ dalam ikan memiliki kandungan enzim proteolitik yang tinggi dan dimanfaatkan sebagai pakan ternak melalui proses fermentasi. Pada penelitian Nenabais et al., (2016), mengenai jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) menyatakan jeroan ikan merupakan limbah perikanan yang mengandung enzim proteolitik tinggi, terutama pada bagian usus dan pilorikaeka. Pilorikaeka (*pyloric caeca*) adalah struktur berbentuk kantung yang terletak di bagian usus pada beberapa jenis ikan, berfungsi untuk meningkatkan daya serap nutrisi (Purwaningsih et al., 2013). Salah satu cara yang dilakukan masyarakat untuk mengolah jeroan ikan cakalang adalah melalui proses fermentasi. Sedangkan, pada penelitian Nurhayati et al., (2023), komposisi kimia bagian dalam ikan sidat (*Anguilla bicolor*) berdasarkan hasil analisis yaitu menunjukkan protein 14.89%, abu 0.24%, kadar air 64.20%, dan lemak 20.40%. Selain itu, jeroan ikan juga memiliki karakteristik mengandung enzim protease endogenous yang terdapat pada berbagai macam bagian jeroan ikan seperti di saluran pencernaan ikan atau usus, lambung, dan hati. Jenis – jenis enzim tersebut diantaranya enzim tripsin, pepsin, dan kimotripsin.

Limbah insang ikan memiliki karakteristik kandungan protein yang cukup tinggi. Insang juga memainkan peran penting dalam proses pertukaran gas. Insang ikan terbentuk dari lengkungan tulang rawan yang mengeras, dengan beberapa filamen insang di dalamnya. Setiap filamen insang memiliki banyak lamela, rigi-rigi insang (*gill rakers*) yang berfungsi untuk menyaring air, serta lengkung insang (*archus branchialis*). Sementara itu, labirin terdiri dari tunika mukosa dan tunika submukosa. Menurut Jumiaty et al., (2021), komposisi kimia insang ikan Kurisi (*Nemipterus japonicus*) yaitu abu 10.36%, karbohidrat 2.18%, lemak 1.94%, air 69.9%, protein 15.6% dan Salah satu bagian yang tidak digunakan untuk pengolahan makanan adalah insang. Limbah ini masih mengandung sisa daging di antara bagian-bagiannya, sehingga memungkinkan untuk diolah menjadi tepung ikan yang dapat menjadi sumber protein hewani dalam pakan ternak (Zulfan & Zulfikar, 2020).

Limbah hasil perikanan lainnya yang dapat dimanfaatkan melalui proses fermentasi adalah silase ikan yang terbuat dari ikan rucah. Ikan rucah (bycatch) adalah

jenis ikan yang tidak menjadi target utama nelayan. Silase ikan adalah produk semi-cair yang digunakan untuk mengawetkan ikan dengan menambahkan bakteri asam laktat, yang akan mengubah sumber karbohidrat seperti gula menjadi asam laktat melalui proses fermentasi (Roma et al., 2023). Secara umum silase ikan yang baik mempunyai rasa dan bau asam. Warna silase ikan tetap sesuai dengan warna bahan sebelum penambahan bahan pembuat silase, yang berarti tidak terjadi perubahan warna selama proses fermentasi.

Kandungan Nutrisi Limbah Perikanan

Hasil dari limbah perikanan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pakan ikan. Limbah perikanan salah satunya yaitu ikan rucah, ikan rucah memiliki kandungan protein sekitar 28-29% dan kandungan lemak sekitar 4-5%. Handajani, (2015) menunjukkan bahwa etelah difermentasi dengan probiotik dan molase 20% selama 14 hari, kadar protein ikan rucah meningkat menjadi 45,76%. Sementara itu, kandungan lemaknya mencapai 5,84%.

Fahri et al., (2014) menyatakan silase jeroan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mengandung protein sebanyak 51,67%. Bahan ini dapat menggantikan hingga 50% protein tepung ikan dalam pakan ikan nila GIFT. Pada tingkat penggantian tersebut, pertumbuhan ikan tetap optimal dan efisiensi pakan tetap tinggi. Dengan demikian, silase jeroan ikan nila dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam formulasi pakan ikan. Berdasarkan penelitian Fahri et al., (2014), silase ikan rucah memiliki kandungan protein yang lebih tinggi, yaitu 57,49%, dibandingkan dengan pakan buatan. Hal ini menunjukkan bahwa produk silase ikan memiliki potensi besar untuk dijadikan pakan ikan, yang dapat mendukung pertumbuhan ikan secara lebih cepat.

Mekanisme Fermentasi Limbah Perikanan dengan Bakteri Asam Laktat

Fermentasi adalah proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Prinsip dasar fermentasi adalah mengubah bahan yang sulit dicerna menjadi bahan yang lebih mudah dicerna, seperti mengubah selulosa menjadi gula sederhana yang mudah diserap, dengan bantuan mikroorganisme. Enzim yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan nilai nutrisi, mempercepat pertumbuhan, serta meningkatkan daya cerna serat kasar, protein, dan nutrisi lain dalam pakan (Amarwati et al., 2015). Fermentasi memiliki beberapa manfaat, di antaranya adalah mengubah bahan organik kompleks seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna, mengubah rasa dan aroma yang tidak disukai menjadi lebih disukai, serta

mensintesis protein (Andriani et al., 2021). Andriani & Pratama, (2022) menyatakan hasil fermentasi sangat dipengaruhi oleh bahan pakan yang digunakan sebagai substrat, jenis mikroba atau inokulum yang diterapkan, serta kondisi lingkungan yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut.

Proses fermentasi ini diterapkan dalam pengolahan silase limbah ikan, yaitu penguraian senyawa-senyawa kompleks pada bagian tubuh ikan menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim, baik yang berasal dari tubuh ikan itu sendiri maupun dari mikroorganisme lain (Handajani, 2015). Bakteri yang digunakan dalam proses ini adalah bakteri asam laktat, yang menghasilkan enzim protease. Enzim ini dapat memecah protein menjadi polipeptida, yang kemudian akan dipecah menjadi polipeptida yang lebih sederhana, dan akhirnya menjadi asam amino. Asam amino ini dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk memperbanyak diri. Peningkatan jumlah koloni mikroba selama fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar suatu bahan, karena mikroba tersebut merupakan sumber protein sel tunggal (Agustono et al., 2011).

Penambahan bakteri asam laktat selama proses fermentasi dapat mengurangi kandungan serat kasar. Bakteri ini mampu menghasilkan enzim selulase yang berfungsi menguraikan dan memecah ikatan lignoselulosa serta lignohemiselulosa. Oleh karena itu, durasi fermentasi menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Setelah kultur bakteri asam laktat dibuat, proses pembuatan silase ikan rucah dilakukan dengan memanfaatkan bakteri tersebut. Proses ini membutuhkan tambahan karbohidrat untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat. Malaka & Laga, (2005) menyatakan bahwa arbohidrat yang larut dalam air akan difermentasi oleh bakteri asam laktat, menghasilkan asam laktat, CO₂, etanol, dan asam lainnya melalui proses heterofermentatif. Asam yang dihasilkan selama fermentasi ini menyebabkan penurunan pH silase, sehingga meningkatkan daya tahan silase. Penambahan larutan asam laktat pada ikan juga dapat memicu degradasi lemak, yang mengakibatkan penurunan kadar air dan lemak dalam silase. Selama fermentasi, bakteri asam laktat berkembang biak dengan cepat, sehingga proses respirasi aerobik berlangsung lebih intensif.

Setelah proses fermentasi dilakukan pada limbah perikanan maka terdapat peningkatan kualitas pada bahan baku untuk pakan ikan. Peningkatan kualitas pada bahan baku tersebut dapat terlihat dari tingginya kandungan protein yang ada pada bahan baku. Hasil limbah perikanan berpotensi untuk dijadikan bahan baku pakan ikan, mengingat tingginya protein yang terkandung tinggi. Berikut ini adalah tabel dari beberapa sumber yang didapatkan terkait peningkatan kualitas limbah perikanan melalui proses fermentasi.

Tabel 1. Peningkatan kualitas limbah perikanan dengan fermentasi
Table 1. Improving the quality of fishery waste with fermentation

No.	Pengolahan/ Processing	Perlakuan/ Treatment	Hasil/ Results	Referensi/ Reference
1.	Fermentasi dengan bakteri asam laktat/ <i>Fermentation with lactic acid bacteria</i>	Terdapat tiga perlakuan penambahan larutan asam laktat: A (10%), B (15%), dan C (20%), dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali/ <i>There were three treatments with the addition of lactic acid solution: A (10%), B (15%), and C (20%), with each treatment repeated three times.</i>	Penambahan asam laktat 15% dan 20% menghasilkan kandungan gizi silase yang baik, dengan kadar protein tertinggi sebesar 13,01% pada penambahan asam laktat 20%/ <i>Adding 15% and 20% lactic acid produced good silage nutritional content, with the highest protein content of 13.01% with 20% lactic acid.</i>	(Wahidah et al., 2018)
2.	Fermentasi dengan bakteri asam laktat/ <i>Fermentation with lactic acid bacteria</i>	Terdapat empat perlakuan dengan variasi level molase dan waktu fermentasi: P1 (20% molase, 7 hari fermentasi), P2 (20% molase, 14 hari fermentasi), P3 (30% molase, 7 hari fermentasi), dan P4 (30% molase, 14 hari fermentasi). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan/ <i>There were four treatments with variations in molasses levels and fermentation time: P1 (20% molasses, 7 days of fermentation), P2 (20% molasses, 14 days of fermentation), P3 (30% molasses, 7 days of fermentation), and P4 (30% molasses, 14 days of fermentation). Each treatment was repeated three times.</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan protein tertinggi silase biologis diperoleh dengan probiotik + molases 20% dan waktu fermentasi 14 hari, menghasilkan protein sebesar 45,76%. Sementara itu, kandungan lemak terbaik sebesar 5,84% diperoleh pada perlakuan probiotik + molase 30% dengan fermentasi selama 14 hari. Kombinasi probiotik + molases 20% dan fermentasi 14 hari direkomendasikan untuk menghasilkan silase ikan dengan kandungan gizi optimal/ <i>The results showed that the highest protein content of biological silage was obtained with probiotics + 20% molasses and a fermentation time of 14 days, producing a protein of 45.76%. Meanwhile, the best fat content of 5.84% was obtained in the treatment of probiotics + 30% molasses with fermentation for 14 days. Combining probiotics + 20% molasses and 14 days of fermentation is recommended to produce fish silage with optimal nutritional content.</i>	(Handajani, 2015)
3.	Fermentasi dengan Probiotik yang mengandung bakteri <i>Lactobacillus</i> dan <i>Acetobacter</i> / <i>Fermentation with Probiotics containing Lactobacillus and Acetobacter</i>	Terdapat empat perlakuan dosis probiotik (0%, 6%, 9%, dan 12%) dan tiga perlakuan waktu fermentasi (3, 7, dan 14 hari), dengan masing-masing perlakuan diulang tiga kali ($4 \times 3 \times 3$)/ <i>There were four probiotic dose treatments (0%, 6%, 9%, and 12%) and three fermentation time</i>	Pemberian dosis probiotik dan waktu fermentasi berbeda pada limbah padat surimi Itoyori meningkatkan kadar protein kasar (56,087% menjadi 69,966%), lemak kasar (4,507% menjadi 5,177%), dan kadar abu (9,227% menjadi 10,055%), serta menurunkan kadar air (11,450% menjadi 9,610%). Perubahan ini dipengaruhi oleh aktivitas bakteri proteolitik dalam probiotik yang mampu memecah protein/ <i>The administration of different probiotic doses and</i>	(Rohmah et al., 2017)

No.	Pengolahan/ Processing	Perlakuan/ Treatment	Hasil/ Results	Referensi/ Reference
	bacteria.	treatments (3, 7, and 14 days), with each treatment repeated three times (4 × 3 × 3).	fermentation times on Itoyori surimi solid waste increased the crude protein content (56.087% to 69.966%), crude fat (4.507% to 5.177%), and ash content (9.227% to 10.055%), and decreased the water content (11.450% to 9.610%). These changes are influenced by the activity of proteolytic bacteria in probiotics that can break down proteins.	
4.	Fermentasi dengan <i>Lactobacillus acidophilus</i> / Fermentation using <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Fermentasi dilakukan untuk membuat saus ikan dari ikan minnows (<i>Phoxinus phoxinus</i>)/ Fermentation is done to make fish sauce from minnows (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	Inhibitor peptida dari HMG-CoA reductase yang berfungsi menghambat aktivitas enzim HMG-CoA reduktase, yaitu enzim kunci dalam jalur biosintesis kolesterol/ A peptide inhibitor of HMG-CoA reductase, which functions to inhibit the activity of the HMG-CoA reductase enzyme, a key enzyme in the cholesterol biosynthesis pathway.	Rinto et al. 2017
5.	Fermentasi dengan/ Fermentation with: <i>Enterococcus gallinarum</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Streptococcus</i> spp dan <i>Lactobacillus brevis</i>	Fermentasi dilakukan dengan bahan dasar kulit, kepala, kerangka, dan usus ikan kakap laut (<i>Lates calcarifer</i>)/ Fermentation uses sea bass's skin, head, skeleton, and intestines (<i>Lates calcarifer</i>).	Hasil dari proses fermentasi dapat menghasilkan minyak yang memiliki berbagai manfaat, seperti sebagai sumber nutrisi, bahan tambahan dalam pakan, atau sebagai bahan baku untuk produk bernilai tambah lainnya/ The fermentation process results can produce oil that has various benefits, such as a source of nutrition, an additive in feed, or as a raw material for other value-added products.	Ozyurt et al. 2018

Sumber/ Source : Handajani, 2015; Marti-Quijal et al., 2020; Rohmah et al., 2017; Wahidah et al., 2018

Penggunaan Limbah Perikanan Fermentasi Sebagai Pakan

Pakan merupakan komponen terbesar dalam biaya produksi budidaya perikanan, mencapai 60%-70% (Salamah & Zulpikar, 2020). Permintaan pakan meningkat seiring berkembangnya budidaya perikanan, namun harga bahan pakan konvensional seperti tepung ikan dan bungkil kedelai berfluktuasi dan masih diimpor (Pamungkas & KOMPIANG, 2011). Oleh karena itu, diperlukan bahan baku pakan alternatif yang tersedia secara lokal, seperti limbah ikan yang melimpah dan berkelanjutan. Fermentasi limbah ikan dengan bakteri asam laktat (BAL) dapat meningkatkan kandungan protein, memecah senyawa kompleks menjadi nutrisi yang lebih mudah diserap, dan menghasilkan pakan berkualitas tinggi (Basmal, 2010). Berikut

disajikan tabel dari beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan limbah perikanan fermentasi terhadap pertumbuhan ikan.

Tabel 2. Penggunaan limbah perikanan fermentasi sebagai pakan
Table 2. Use of fermented fishery waste as feed

No.	Pengolahan/ Processing	Organisme/ Organism	Dosis dalam Pakan/ Dosage in Feed	Hasil/ Result	Referensi/ Reference
1	Penggantian Jeroan Ikan Tuna yang Terfermentasi dengan Tepung Ikan dalam Pembuatan Pakan/ <i>Replacement of Fermented Tuna Offal with Fish Meal in Feed Production.</i>	Benih Ikan Patin (<i>Pangasius sp.</i>)/ <i>Catfish Seeds</i> (<i>Pangasius sp.</i>)	Perlakuan dengan variasi penggantian tepung ikan: 0% (tepung ikan 100%), 10% (tepung ikan 90%), 20% (tepung ikan 80%), dan 30% (tepung ikan 70%)/ <i>Treatments with variations in fishmeal replacement: 0% (100% fishmeal), 10% (90% fishmeal), 20% (80% fishmeal), and 30% (70% fishmeal).</i>	Substitusi tepung fermentasi jeroan ikan tuna dengan tepung ikan dapat diterapkan dalam pembuatan pakan pellet untuk pembesaran benih ikan patin. Penggunaan tepung jeroan ikan tuna yang difermentasi menunjukkan hasil positif pada pertumbuhan dan pemanfaatan pakan. Substitusi 20% menghasilkan tingkat kelulushidupan yang tinggi dan rasio konversi pakan terbaik 1,54g/g pada dosis 18,5%, serta rasio efisiensi protein terbaik 2,28g/g pada dosis 20%. Dosis ini menghasilkan pertumbuhan terbaik dibandingkan dengan dosis 0%, 10%, dan 30%/ <i>Substituting fermented tuna offal flour with fish meal can be applied to make pellet feed to enlarge catfish seeds. Fermented tuna offal flour showed positive results on growth and feed utilization. Substitution of 20% resulted in a high survival rate, the best feed conversion ratio of 1.54g/g at a dose of 18.5%, and the best protein efficiency ratio of 2.28g/g at 20%. This dose resulted in the best growth compared to doses of 0%, 10%, and 30%.</i>	(Marantika, 2017)
2	Substitusi Fermentasi Limbah Padat Surimi Ikan Swanggi (<i>Priacanthus</i>	Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias sp.</i>)/ <i>Catfish</i> (<i>Clarias sp.</i>)	Terdapat empat jenis perlakuan dengan lima ulangan pada masing-masing perlakuan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi fermentasi limbah padat surimi pada tepung ikan tidak berpengaruh signifikan terhadap retensi protein ikan	(Aunurrofiq et al., 2017)

No.	Pengolahan/ Processing	Organisme/ Organism	Dosis dalam Pakan/ Dosage in Feed	Hasil/ Result	Referensi/ Reference
	<i>macracanthu</i>) Pada Tepung Ikan Lele/ <i>Substitution of Fermentation of Solid Waste Surimi of Swanggi Fish (Piracanthus macracanthu) in Catfish Flour</i>		Substitusi fermentasi limbah padat ikan surimi swanggi pada P0, P1, P2 dan P3 adalah 0%, 25%, 50% dan 75%/ <i>There are four types of treatments with five replications in each treatment. Substitution of solid waste fermentation of surimi swanggi fish in P0, P1, P2 and P3 are 0%, 25%, 50% and 75%.</i>	lele ($p > 0,05$), namun berpengaruh signifikan terhadap retensi lemak ikan lele ($p < 0,05$). Pemeliharaan kualitas air pada media ikan lele meliputi suhu 26-28°C, oksigen terlarut 5-8 mg/l, pH 7-8, dan amonia 0-1,5 mg/l/ <i>The results showed that the substitution of surimi solid waste fermentation in fish meal did not have a significant effect on catfish protein retention ($p > 0.05$) but had a substantial impact on catfish fat retention ($p < 0.05$). Maintenance of water quality in catfish media includes a temperature of 26-28°C, dissolved oxygen 5-8 mg/l, pH 7-8, and ammonia 0-1.5 mg/l.</i>	
3	Substitusi Fermentasi Silase Ikan Rucah Pada Pakan Buatan Benih Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)/ <i>Substitution of Fermented Fish Silage in Artificial Feed for Carp (Cyprinus carpio) Seeds</i>	Benih Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)/ <i>Goldfish Seed (Cyprinus carpio)</i>	Penelitian ini menerapkan 4 perlakuan, yaitu pakan buatan yang ditambahkan silase ikan rucah dengan dosis 0%, 5%, 10%, dan 15%/ <i>This study applied four treatments: artificial feed added with trash fish silage at doses of 0%, 5%, 10%, and 15%.</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan dosis silase ikan rucah yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$)/ <i>The study results showed that adding different doses of trash fish silage had a very significant effect ($P < 0.01$).</i>	(Erfanto et al., 2013)
4	Penggunaan Limbah Jeroan Ikan Nila Sebagai Pengganti Tepung Ikan dalam Pakan Ikan Nila GIFT (<i>Oreochromis sp.</i>)/ <i>Use of Tilapia Offal Waste as a Substitute for</i>	Ikan Nila Gift (<i>Oreochromis sp.</i>)/ <i>Gift Tilapia Fish (Oreochromis sp.)</i>	Penelitian ini menguji 5 kombinasi pakan yang berbeda, yaitu: A (100% Tepung ikan + 0% Silase jeroan nila), B (75% Tepung ikan + 25% Silase jeroan nila), C (50% Tepung ikan + 50% Silase jeroan nila), D (25% Tepung ikan + 75% Silase jeroan nila), dan E (0% Tepung	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang menggantikan tepung ikan dengan silase jeroan ikan nila sebanyak 0%, 25%, dan 50% menghasilkan konsumsi pakan, pertumbuhan rata- rata individu, dan efisiensi pakan yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan silase limbah jeroan nila sebesar 75% dan 100% ($P < 0,05$)/ <i>The results of the study showed that feed that replaced fish meal with</i>	(Purba, R.M. 2001).

No.	Pengolahan/ Processing	Organisme/ Organism	Dosis dalam Pakan/ Dosage in Feed	Hasil/ Result	Referensi/ Reference
	<i>Fish Meal in GIFT Tilapia Feed (Oreochromis sp.)</i>		ikan + 100% Silase jeroan nila/ <i>This study tested five different feed combinations, namely: A (100% Fish meal + 0% Tilapia offal silage), B (75% Fish meal + 25% Tilapia offal silage), C (50% Fish meal + 50% Tilapia offal silage), D (25% Fish meal + 75% Tilapia offal silage), and E (0% Fish meal + 100% Tilapia offal silage).</i>	<i>tilapia offal silage of 0%, 25%, and 50% resulted in better feed consumption, average individual growth, and feed efficiency compared to the use of tilapia offal waste silage of 75% and 100% (P<0.05).</i>	
5	Substitusi Fermentasi Jeroan Ikan Patin dalam Pembuatan Ransum Pakan untuk benih ikan lele (<i>Clarias sp.</i>)/ <i>Substitution of Fermented Patin Fish Offal in Making Feed Rations for Catfish Seeds (Clarias sp.)</i>	Benih ikan lele (<i>Clarias sp.</i>)/ <i>Catfish seeds (Clarias sp.)</i>	Penelitian ini menggunakan tiga perlakuan komposisi pakan, yaitu: A (25% tepung ikan + 75% silase jeroan ikan patin), B (50% tepung ikan + 50% silase jeroan ikan patin), dan C (75% tepung ikan + 25% silase jeroan ikan patin)/ <i>This study used three feed composition treatments, namely: A (25% fish meal + 75% catfish offal silage), B (50% fish meal + 50% catfish offal silage), and C (75% fish meal + 25% catfish offal silage).</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan jeroan ikan patin pada pakan tidak berpengaruh signifikan terhadap kelangsungan hidup ikan lele. Kualitas air selama penelitian juga tetap mendukung pertumbuhan benih ikan lele/ <i>The results of the study showed that the addition of catfish innards to the feed did not have a significant effect on the survival of catfish. Water quality during the study also supported the growth of catfish seeds.</i>	(Ratnasari et al., 2020)
6	Penggantian silase ikan rucah sebagai bahan tambahan dalam pakan komersial untuk benih ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>)/ <i>Replacement of trash fish silage as an</i>	Benih Ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>)/ <i>Tilapia Fish Seed (Oreochromis Niloticus)</i>	Penelitian ini melibatkan empat perlakuan, yaitu perlakuan A dengan pakan komersial (kontrol), perlakuan B dengan pakan komersial yang ditambah silase 1%, perlakuan C dengan pakan komersial yang ditambah silase 5%, dan perlakuan D dengan pakan komersial	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan D (pakan 300 gr + silase 10%) menghasilkan laju pertumbuhan relatif (RGR) 3,95%, pertumbuhan mutlak 34,61 gram, efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) 67,85%, dan kelulushidupan ikan (SR) 96,67%. Pertumbuhan mutlak berpengaruh nyata ($P > 0,05$)/ <i>The results showed that treatment D (300 gr feed + 10% silage) produced a</i>	(Sania et al., 2023).

No.	Pengolahan/ Processing	Organisme/ Organism	Dosis dalam Pakan/ Dosage in Feed	Hasil/ Result	Referensi/ Reference
	<i>additive in commercial feed for Nile tilapia (Oreochromis Niloticus) fry</i>		yang ditambah silase 10%/ <i>This study involved four treatments: treatment A with commercial feed (control), treatment B with commercial feed supplemented with 1% silage, treatment C with commercial feed supplemented with 5% silage, and treatment D with commercial feed supplemented with 10% silage.</i>	<i>relative growth rate (RGR) of 3.95%, absolute growth of 34.61 grams, feed utilization efficiency (EPP) of 67.85%, and fish survival (SR) of 96.67%. Absolute growth had a significant effect ($P > 0.05$).</i>	

Sumber/ Source: Aunurrofiq et al., 2017; Erfanto et al., 2013; Marantika, 2017; Purba, R.M. 2001; Ratnasari et al., 2020; Sania et al., 2023

Tantangan dan Peluang dalam Pengelolaan Limbah Perikanan dengan Fermentasi

Pengelolaan limbah perikanan melalui fermentasi menghadapi sejumlah tantangan, baik dari segi teknologi maupun ekonomi. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan teknologi yang tersedia untuk melakukan fermentasi dalam skala besar, terutama di negara-negara berkembang (Agustin, 2022). Teknologi yang digunakan untuk fermentasi limbah perikanan memerlukan infrastruktur yang memadai, seperti fasilitas pengolahan khusus dan sistem kontrol mikroba yang canggih (Sayani et al., 2024). Biaya investasi awal untuk mendirikan fasilitas fermentasi juga relatif tinggi, sehingga menjadi hambatan bagi banyak industri kecil dan menengah untuk mengadopsi teknologi ini (Darwis & Rachman 2013). Selain itu, proses fermentasi memerlukan manajemen limbah yang baik dan berkelanjutan, termasuk pengumpulan, penyortiran, dan pemrosesan limbah, yang dapat meningkatkan biaya operasional.

Di sisi lain, peluang pengembangan fermentasi limbah perikanan cukup besar, terutama dalam konteks pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan nilai tambah ekonomi. Potensi pengembangan industri fermentasi dalam skala besar dapat mengurangi ketergantungan pada bahan baku impor untuk pakan ikan dan pupuk organik. Dengan semakin meningkatnya permintaan akan produk ramah lingkungan, industri perikanan dapat mengintegrasikan proses fermentasi ke dalam rantai nilai mereka untuk menghasilkan produk bernilai tambah seperti pakan ikan berprotein tinggi dan pupuk organik. Pengembangan ini juga sejalan dengan tren global menuju ekonomi sirkular, di mana limbah diubah menjadi sumber daya yang bermanfaat. Dengan

dukungan kebijakan pemerintah, peningkatan akses teknologi, dan pengembangan infrastruktur, fermentasi limbah perikanan memiliki potensi untuk menjadi solusi inovatif yang berkelanjutan di sektor perikanan dan pertanian.

KESIMPULAN

Berdasarkan tinjauan literatur yang dilakukan, fermentasi limbah perikanan menggunakan bakteri asam laktat (BAL) memiliki potensi besar sebagai pendekatan dalam pengelolaan limbah berkelanjutan. Proses fermentasi ini tidak hanya efektif dalam mengurangi kadar polutan organik, tetapi juga mampu menghasilkan produk bernilai tambah seperti pakan ikan dan pupuk organik, yang berpotensi meningkatkan nilai ekonomi dari limbah perikanan. Selain itu, penggunaan bakteri asam laktat terbukti mampu meningkatkan stabilitas mikroba dan mempercepat proses dekomposisi bahan organik dalam limbah perikanan. Implementasi teknologi ini secara luas dapat memberikan dampak positif bagi sektor perikanan dan pertanian. Oleh karena itu, fermentasi dengan BAL dapat menjadi solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam pengelolaan limbah perikanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Rektor Universitas Padjadjaran atas sarana dan prasarana yang telah diberikan untuk pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun. (2006). Efek Pengolahan Secara Kimiawi dan Biologis Terhadap Kandungan Gizi dan Nilai Energi Metabolis Limbah Ikan Tuna (*Thunnus Atlanticus*) pada Ayam Broiler. *Jurnal Bionatura*, 8(3), 280–291.
- Afrianto, E., & Liviawaty, E. (2005). *Pakan Ikan*. Kanisius.
- Agustin, R. (2022). *Tantangan dan Potensi Pengelolaan Sampah Organik Skala Rumah Tangga dan Komunitas untuk Penguatan Sistem Pangan Kota Yogyakarta*.
- Agustono, Herviana, W., & Nurhajati, T. (2011). Kandungan Protein Kasar Dan Serat Kasar Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) yang difermentasi dengan *trichoderma viride* sebagai bahan pakan alternatif pada formulasi pakan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Kelautan*, 4(1).
- Amarwati, H., Subandiyono, & Pinandoyo. (2015). Pemanfaatan Tepung Daun Singkong (Manihot utilisima) Yang Difermentasi Dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4, 51–59.
- Andhikawati, A., & Permana, R. (2023). Penyuluhan dan Diseminasi Pemetaan Sumber

- Potensi Limbah Padat Pengolahan Hasil Perikanan di Kecamatan Cijulang, Pangandaran. *Farmers: Journal of Community Services*, 04(1), 6–10.
- Andriani, Y., Hutapea, A. A., Zidni, I., Lili, W., & Wiyatna, M. F. (2021). Literature review on fermentation factors of restaurant organic waste affecting feed quality. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 10 (December), 277–283. <https://doi.org/10.13170/depik.10.3.23163>
- Andriani, Y., & Pratama, R. I. (2022). Probiotic application in fermentation fish feed materials : a review. *Indonesian Journal of Tropical Aquatic*, 5(2), 88–95.
- Aunurrofiq, A., Prayogo, & Arief, M. (2017). Substitusi Fermentasi Limbah Padat Surimi Ikan Swanggi (*Priacanthus macracanthus*) Pada Tepung Ikan Terhadap Retensi Protein Dan Retensi Lemak Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(3).
- Basmal, J. (2010). Teknologi Pembuatan Pupuk Organik Cair Kombinasi Hidrolisat Rumput Laut Sargassum sp. dan Limbah Ikan. *Jurnal Squalen*, 5(2), 59–66.
- Cahya, M. D., Andriani, Y., & Haetami, K. (2022). Application of fermented product feed to growth performance of fish : a review. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 11(June), 333–340. <https://doi.org/10.13170/depik.11.3.26361>
- Erfanto, F., Hutabarat, J., & Arini, E. (2013). Pengaruh Substitusi Silase Ikan Rucah Dengan Persentase Yang Berbeda Pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Effect. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2, 26–36.
- Fahri, M., Raharjo, E. I., Hasan, H., Fakultas, A., Kelautan, I., Pontianak, U. M., Pengajar, S., Perikanan, F., Pontianak, U. M., Pengajar, S., Perikanan, F., & Pontianak, U. M. (2014). Pemanfaatan Silase Jeroan Ikan Nila Sebagai Sumber Bahan Penyusun Pakan Buatan Pada Benih Ikan Biawan(*Helostoma temminckii*). *Jurnal Ruaya*, 4, 44–48.
- Fahrizal, A., & Ratna. (2018a). Analisa Proksimat Pellet Berbahan Limbah Ikan. *Median*, X, 31–38.
- Fahrizal, A., & Ratna. (2018b). Pemanfaatan Limbah Pelelangan Ikan Jembatan Puri Di Kota Sorong Sebagai Bahan Pembuatan Tepung Ikan Utilization Waste of Castle Bridge Fish Auction in Sorong City As a Material for Making Fish Meal. *Gorontalo Fisheries Journal*, 1(2), 10–21.
- Handajani, H. (2015). Peningkatan kualitas silase limbah ikan secara biologis dengan memanfaatkan bakteri asam laktat. *Jurnal Gamma*, 9, 31–39.
- Irawan, F., Novita, Y., & Soeboer, D. A. (2021). Di PPN Palabuhanratu Waste from Fishing Activities in Palabuhanratu Fishing Port (PPN Palabuhharatu). *Marine Fisheries*, 11(1), 61–73.
- Jumiati, Rahmaningsih, S., & Sudioanto, A. (2021). Mutu Kerupuk Limbah Insang Ikan KuriSI (*Nemipterus japonicus*) Ditinjau Dari Analisis Proksimat. *Jurnal Teknologi Pakan*, 15(1), 1–11.

- Mahrus, A., Eko, E., & Nuning Mahmudah, N. (2018). Proses Pengolahan Ikan Teri (*Stolephorus* sp.) dan Pemanfaatan Limbahnya Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan Dalam Mendukung Konsep Zero Waste. *Jurnal Perikanan*, 8(1), 47–54.
- Malaka, R., & Laga, A. (2005). Isolasi Dan Identifikasi *Lactobacillus bulgaricus* Strain Ropy Dari Yoghurt Komersial. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(1), 50–58.
- Marantika, A. K. (2017). Pengaruh Substitusi Jeroan Ikan Tuna Terfermentasi Dengan Tepung Ikan Dalam Formulasi Pakan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Patin (*Pangasius* sp.). *Jurnal IKA*, 15(1), 21–36.
- Nenabais, F., Fatimah, F., & Kamu, V. S. (2016). Karakteristik Terasi Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L) Berdasarkan Hasil Uji Organoleptik. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(1), 1–6.
- Nurhayati, T., Wirayudha, R. H., & Suptijah, P. (2023). KARAKTERISTIK PEPTON DARI LIMBAH JEROAN IKAN SIDAT. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26, 1–12.
- Ratnasari, I., Maryani, & Nursiah. (2020). Penambahan Silase Jeroan Ikan Patin Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias* sp .). *Jurnal Akuakultur Sungai Dan Danau*, 5(2), 44–49. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v5i2.64>
- Rohmah, A., Joesidawati, M. I., & Spanton, P. I. (2017). Pengaruh Pemberian Probiotik Komersial Dan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda Pada Limbah Surimi Sebagai Alternatif Tepung Ikan. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat II*.
- Roma, S. P. U., Frans U. Datta, & Detha, A. I. R. (2023). Pengujian Mutu Silase Ikan Tembang yang Ditambahi Bakteri Asam Laktat (Konsentrasi 20%) Tepung Jagung Dengan Atau Tanpa Larutan Urea. *Jurnal Veterinier Nusantara*, 6(3), 1–9.
- Wahidah, S., Idris, A. P. S., & Nawawi. (2018). Kajian Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat Dalam Pembuatan Silase Ikan Rucah. *Jurnal Agrokompleks*, 17(2), 18–23.
- Zulfan, & Zulfikar. (2020). Performa Ayam Broiler yang Diberi Bahan Pakan Fermentasi Campuran Jagung , Dedak , dan Tepung Limbah Ikan Leubim Sebagai Substitusi Sebagian Ransum Komersil. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 23, 92–103.