

**PROFIL NUTRISI DAN MIKROBIOLOGIS SILASE JEROAN IKAN CAKALANG TERFERMENTASI BERDASARKAN VARIASI MOLASE SEBAGAI KANDIDAT BAHAN PAKAN BERNILAI TAMBAH**

*Nutritional And Microbiological Profile Of Fermented Skipjack Tuna Viscera Silage Based On Molasses Variations As A Candidate For Value-Added Feed Ingredients*

IGP Gede Rumayasa Yudana, Fitroh Dwi Hariyoto, Hetty M. P. Ondang, Nova M. Tumanduk, Itje D. Wewengkang, Fidel Ticoalu, Mohamad Akbar, Fernando Wowiling, Dyah A. Rakhmayeni, Dessy A. Natalia, dan Amelia Z. Abdillah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Sulawesi utara, Indonesia*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi profil nutrisi dan mikrobiologis silase jeroan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terfermentasi berdasarkan variasi penambahan molase sebagai kandidat bahan pakan bernilai tambah. Penelitian dilaksanakan pada bulan September hingga November 2025 di Workshop Pengolahan Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung. Bahan baku jeroan cakalang difermentasi selama 14 hari menggunakan probiotik sebagai sumber bakteri asam laktat (BAL) dengan variasi penambahan molase sebanyak 10%, 20%, dan 30%. Parameter yang diuji meliputi protein kasar, lemak kasar, Angka Lempeng Total (ALT), total BAL, dan keberadaan *Salmonella*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan level molase cenderung menurunkan kandungan protein dan menghasilkan variasi nilai lemak kasar pada produk silase. Aktivitas mikrobiologis menunjukkan bahwa BAL lebih tinggi pada perlakuan molase 30%, sedangkan ALT relatif stabil pada seluruh perlakuan. Seluruh sampel dinyatakan aman karena negatif *Salmonella*. Secara keseluruhan, silase jeroan cakalang terfermentasi dengan level molase 10% memberikan profil nutrisi dan mikrobiologis yang lebih optimal dibanding perlakuan lainnya, sehingga potensial digunakan sebagai kandidat bahan pakan bernilai tambah dalam mendukung pemanfaatan limbah perikanan secara berkelanjutan.

Kata kunci: silase cakalang; molase; nutrisi; mikrobiologi; nilai tambah

**ABSTRACT**

*This study aims to evaluate the nutritional and microbiological profiles of fermented skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) entrails silage based on variations in molasses addition as a candidate for value-added feed ingredients. The study was conducted from September to November 2025 at the Processing Workshop of the Bitung Marine and Fisheries Polytechnic. The skipjack tuna entrails raw material was fermented for 14 days using probiotics as a source of Lactic Acid Bacteria (LAB) with molasses added at levels of 10%, 20%, and 30%. The parameters tested included crude protein, crude fat, Total Plate Count (TPC), total LAB, and the presence of *Salmonella*. The results showed that increasing the molasses level tended to decrease the protein content and produced variations in crude fat values in the silage product. Microbiological activity showed that LAB was higher in the 30% molasses treatment, while TPC was relatively stable in all treatments. All samples were declared safe for because they were *Salmonella*-negative. Overall, fermented skipjack tuna entrails silage with a molasses level of 10% provided a more optimal nutritional and microbiological profile than other treatments, making it a potential candidate for value-added feed ingredients in supporting the sustainable utilization of fishery waste.*

*Keywords: skipjack tuna silage; molasses; nutrition; microbiology; value-added*

## **PENDAHULUAN**

Pemanfaatan limbah ikan menjadi bagian penting dari strategi pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan guna mencapai zero waste pada seluruh rantai nilai perikanan. Limbah ikan seperti isi perut, kepala, dan sisik umumnya kurang dimanfaatkan secara optimal dan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan bila dibuang langsung ke laut atau darat (La Apu, 2021). Limbah ikan, seperti ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), terdiri dari kepala, tulang, kulit, dan jeroan, kaya protein, lemak, dan mineral (Handajani, 2014). Salah satu pendekatan untuk mengurangi limbah adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku produk bernilai tambah, seperti pakan ternak dan pakan akuakultur, yang menekankan pemanfaatan sumber daya laut secara efisien, produktif, dan ramah lingkungan sekaligus meningkatkan keuntungan ekonomi masyarakat pesisir sejalan dengan prinsip blue economy (Trenggono et al., 2025). Pengolahan limbah ikan inovatif melalui fermentasi atau silase memberikan peluang untuk mengubah limbah menjadi produk fungsional yang ekonomis dan berkelanjutan (Makodompit & Minarti, 2025).

Hasil penelitian Nithya & Suresh (2025) menunjukkan bahwa silase limbah ikan memiliki nilai nutrisi kompetitif sebagai bahan baku pakan, dengan kandungan protein yang dapat mencapai puluhan persen dan kualitas mikrobiologis yang baik setelah proses pengawetan melalui fermentasi. Proses pembuatan silase umumnya melibatkan fermentasi Bakteri Asam Laktat (BAL), seperti *Lactobacillus* sp., yang bekerja di bawah kondisi anaerob untuk menghasilkan asam laktat sehingga menurunkan pH dan mengawetkan bahan tersebut, sambil menjaga atau bahkan meningkatkan ketersediaan nutrisi melalui hidrolisis protein dan lipid (Toppe & Olsen, 2024). Penelitian lain juga menegaskan bahwa keberadaan asam organik dan LAB dalam silase dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan

karena kontribusinya sebagai probiotik alami (Maksimenko et al., 2024). Dengan demikian, penggunaan substrat fermentasi seperti molase sebagai sumber karbohidrat dapat memengaruhi dinamika fermentasi dan pada akhirnya menentukan kualitas nutrisi serta mikrobiologis silase yang dihasilkan.

Kota Bitung di Sulawesi Utara dikenal sebagai sentra produksi ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Seiring dengan peningkatan pengelolaan ikan cakalang, limbah yang dihasilkan juga semakin tinggi. Limbah seperti jeroan berpotensi diolah menjadi produk bernilai tambah seperti silase. Meskipun penelitian mengenai silase ikan telah banyak dilakukan, namun demikian data ilmiah yang mengkaji secara sistematis pengaruh variasi molase terhadap profil nutrisi dan mikrobiologis silase jeroan cakalang masih minim tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai karakteristik nutrisi (protein, lemak) dan mikrobiologis (TPC, BAL, dan *Salmonella*) pada silase jeroan cakalang yang difermentasi dengan beberapa level molase, sehingga dapat dinilai kelayakannya sebagai kandidat bahan pakan bernilai tambah dalam kerangka ekonomi biru dan pengelolaan limbah perikanan berkelanjutan.

## **BAHAN DAN METODE**

### *Lokasi dan Waktu Penelitian*

Penelitian dilaksanakan selama bulan September hingga November 2025 bertempat di workshop pengolahan produk perikanan Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung untuk persiapan dan pembuatan silase. Pelaksanaan penelitian meliputi uji coba pembuatan silase untuk menemukan formulasinya hingga diketahui komposisi yang sesuai. Jeroan (isi perut) ikan cakalang diperoleh dari beberapa unit pengolahan ikan, tempat pelelangan, dan Pasar Winenet di Kota Bitung. Pengujian kandungan protein, lemak, dan mikrobiologi dilakukan di Badan Standardisasi dan Pengujian Jasa Industri (BSPJI) Manado.

### Alat dan Bahan

Bahan utama dalam pembuatan silase yaitu jeroan (isi perut) ikan cakalang, sementara bahan tambahan berupa molase murni, garam kristal, dan Probiotik EM-4 sebagai sediaan Bakteri Asam Laktat (BAL), serta akuades untuk pembersihan jeroan. Peralatan yang digunakan antara lain ember plastik dilengkapi tutup, pisau, blender dan chopper untuk menghaluskan jeroan ikan cakalang.

### Pembuatan Silase

Pembuatan silase dilakukan secara mikrobiologis melalui fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL). Sejumlah 1 kg jeroan ikan cakalang dicuci bersih menggunakan akuades, dipotong dan cincang halus menggunakan pisau, chopper, dan blender untuk selanjutnya dikering-anginkan. Jeroan yang telah halus hingga teksturnya menyerupai bubur dimasukkan ke dalam ember dan ditambahkan 100 ml larutan NaCl 20%, 50 ml probiotik EM-4, serta molase sesuai perlakuan yakni 10% (A), 20% (B), dan 30% (C). Langkah terakhir yaitu mengaduknya secara merata hingga homogen, menutup ember dan mendiampkannya hingga 14 hari, dengan pengadukan ringan setiap 4 hari untuk menjaga distribusi mikroba sekaligus pengecekan pH.

### Analisis Data

Data yang diperoleh berupa hasil pengujian protein dan lemak kasar dianalisis secara statistik menggunakan Uji ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh variasi molase terhadap kandungan protein dan lemak kasar. Data hasil uji berupa Angka



Gambar 1. Penyimpanan Silase dengan Fermentasi BAL selama 14 Hari

*Figure 1. Silage Storage with LAB Fermentation for 14 Days*

Lempeng Total, jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL), serta keberadaan Salmonella digunakan sebagai data deskriptif dan dibahas bersama dengan kandungan protein dan lemak kasar. Data diolah menggunakan aplikasi SPSS v.26 dan software Ms. Excell.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL

#### *Silase dengan Variasi Molase*

Jeroan ikan cakalang yang dijadikan silase melalui fermentasi BAL selama 14 hari berupa silase cair dengan warna hampir serupa untuk ketiga perlakuan yakni merah kecokelatan, dengan bau asam. Gambar 2 berikut menunjukkan hasil silase dari jeroan ikan cakalang.

Silase yang diperoleh melalui fermentasi selama 14 hari tidak sepenuhnya terurai, namun terdapat padatan jeroan selain bentuk cair. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil uji fisik dan pH silase jeroan ikan cakalang.

#### *Hasil Uji Protein dan Lemak Kasar*

Pengujian kandungan protein dan lemak kasar dilakukan sebanyak 3 kali (ulangan) untuk mendapatkan keandalan dan reliabilitas data. Berdasarkan hasil uji protein, penambahan 10% molase mendapatkan nilai tertinggi yaitu 14,61% diikuti oleh perlakuan B dan C. Pada parameter lemak kasar, perlakuan B (20% molase) mendapatkan hasil tertinggi dengan nilai 7,52% diikuti oleh C dan A. Gambar 3



Gambar 2. Penampakan Silase dengan Variasi Molase: A) 10%; B) 20%; dan C) 30%

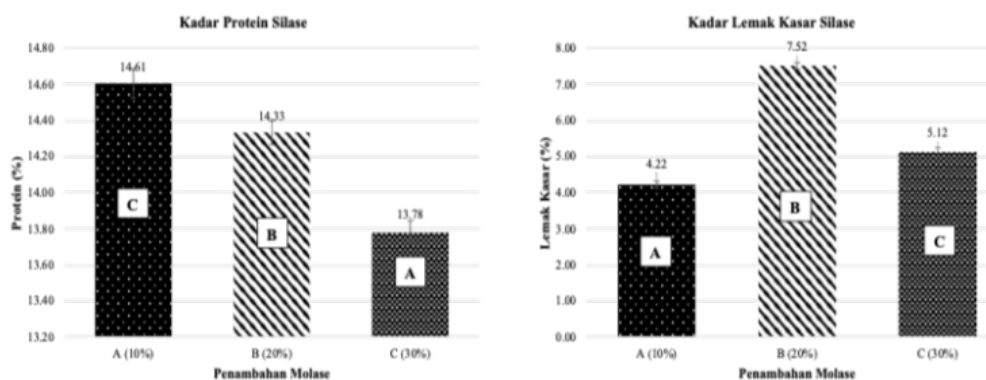
*Figure 2. Appearance of Silage with Molasses Variations: A) 10%; B) 20%; and C) 30%*

berikut menampilkan hasil uji protein dan lemak kasar silase jeroan ikan cakalang.

Tabel 1. Hasil uji fisik dan pH silase ikan cakalang terfermentasi

Table 1. Results of physical and pH tests of fermented skipjack tuna silage

Hari	Perlakuan	Parameter		
		Warna	Bau	pH
Hari ke-3	A (10% Molase)	Warna kemerahan-oranye	Busuk, tidak menyengat	4,8
	B (20% Molase)	Merah gelap	Asam sedikit busuk	4,6
	C (30% Molase)	Cokelat kemerahan pekat	Asam pekat	4,5
Hari ke-7	A (10% Molase)	Merah kecoklatan terang	Hampir tidak ada bau	4,4
	B (20% Molase)	Cokelat gelap pudar	Asam	4,3
	C (30% Molase)	Cokelat gelap pekat	Asam pekat	4
Hari ke-14	A (10% Molase)	Merah kecoklatan	Menyengat, ada bau asam	4,3
	B (20% Molase)	Cokelat kemerahan terang	Asam fermentasi	4,4
	C (30% Molase)	Cokelat pekat	Sangat asam	3,8



Gambar 3. Grafik Kandungan Protein (A) dan Lemak Kasar (B) dalam % (huruf yang berbeda dalam bagan menunjukkan beda nyata hasil antar perlakuan)

Figure 3. Graph of Protein (A) and Crude Fat (B) Content in % (different letters in the chart indicate significant differences in results between treatments)

Hasil Uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh variasi penambahan molase terhadap kadar protein dan lemak kasar silase jeroan ikan cakalang. Parameter protein dan lemak kasar yang diuji mendapatkan nilai signifikansi  $< 0,05$ , sehingga dapat dilanjutkan pada Uji Duncan untuk mengetahui perbedaan nyata hasil antar perlakuan. Berdasarkan hasil Uji Duncan, setiap perlakuan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar protein silase jeroan ikan cakalang, demikian halnya pada parameter lemak kasar. Penambahan 10, 20, dan 30% molase memberikan pengaruh yang berbeda signifikan terhadap kandungan protein dan lemak kasar, dimana penambahan 10% molase mampu memberikan protein terbaik sebesar  $14,61 \pm 0,08\%$  sementara penambahan 20% molase menghasilkan

lemak kasar tertinggi yaitu  $7,52 \pm 0,09\%$ .  
**Hasil Uji Mikrobiologi**

Uji mikrobiologi dilakukan untuk memastikan bahwa proses fermentasi silase berlangsung secara aman dan menghasilkan produk yang stabil serta layak digunakan sebagai bahan pakan. Selama fermentasi, keberhasilan penurunan pH dan dominasi bakteri asam laktat harus diikuti oleh penekanan mikroorganisme pembusuk maupun patogen, sehingga pemeriksaan parameter seperti Angka Lempeng Total (ALT), jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL), dan keberadaan Salmonella menjadi penting untuk menilai keamanan dan kualitas silase. Pengujian ini juga memberikan gambaran mengenai keberhasilan proses fermentasi, efektivitas molase sebagai substrat fermentatif, serta kemampuan silase

untuk bertahan dalam penyimpanan tanpa mengalami pembusukan atau kontaminasi, sehingga menjamin bahwa produk akhir aman, higienis, dan sesuai standar pakan. Tabel 2

di bawah ini menunjukkan hasil pengujian mikrobiologis silase jeroan ikan cakalang yang diperoleh dari Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Manado.

Tabel 2. Hasil uji mikrobiologis silase jeroan ikan cakalang

Table 2. Microbiological test results of skipjack tuna offal silage

Parameter Uji	Perlakuan Molase			Metode Uji
	A (10% Molase)	B (20% Molase)	C (30% Molase)	
ALT (koloni/g)	4,42 x 10 <sup>7</sup>	3,51 x 10 <sup>7</sup>	4,21 x 10 <sup>7</sup>	SNI 2332.3:2015
<i>Salmonella</i>	Negatif	Negatif	Negatif	SNI 01-2332.2-2006
Bakteri Asam Laktat (koloni/g)	1,29 x 10 <sup>7</sup>	4,54 x 10 <sup>7</sup>	5,83 x 10 <sup>7</sup>	IK-4.18 Pengujian Total BAL pada Produk Perikanan

## PEMBAHASAN

### *Kandungan Protein Silase dan Manfaat sebagai Bahan Pakan Alternatif*

Uji mikrobiologi Variasi kadar protein silase jeroan ikan cakalang menunjukkan tren penurunan dari 14,61% (10% molase) menjadi 14,33% (20%) dan 13,78% (30%), yang menggambarkan efek pengenceran serta aktivitas proteolitik selama fermentasi. Kandungan protein pada silase jeroan ikan cakalang yang berkisar antara 13,78–14,61% mencerminkan bahwa meskipun terjadi sedikit penurunan protein akibat peningkatan konsentrasi molase, nilai tersebut masih bernilai nutrisi cukup tinggi untuk dijadikan bagian dari ransum pakan budidaya. Limbah ikan yang difermentasi menjadi silase tetap mempertahankan nilai nutrisi yang bermanfaat, terutama protein yang merupakan komponen esensial dalam pertumbuhan organisme budidaya (Serdiati et al., 2022). Jeroan ikan diketahui memiliki kandungan protein cukup tinggi, umumnya mengandung 16,72%, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif (Toppe & Olsen, 2024). Nurhayati et al. (2013) dalam penelitiannya melaporkan bahwa kandungan protein dalam isi perut ikan sebesar 15,48%. Namun demikian, jeroan ikan tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama sehingga membutuhkan penanganan lebih lanjut seperti pengolahan silase untuk tetap mempertahankan

kandungannya (Putri et al., 2024).

Penggunaan silase sebagai bahan pakan dapat memberikan daya serap nutrisi yang cukup tinggi dan tidak mengganggu parameter pertumbuhan organisme target seperti udang atau ikan mas, sehingga menunjukkan bahwa protein dari limbah ikan terfermentasi tetap berkontribusi terhadap kebutuhan asam amino dasar yang diperlukan (Safir et al., 2024). Kebutuhan nutrisi organisme budidaya dalam pakan ikan air tawar seperti nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*) umumnya diformulasikan dengan protein 25–35% untuk mendukung pertumbuhan optimal. Penggunaan silase jeroan ikan cakalang sebagai bahan pakan dapat berperan sebagai komponen substitusi sumber protein rendah biaya dalam formulasi, terutama jika dikombinasikan dengan bahan pakan lain yang lebih tinggi protein seperti tepung ikan atau bungkil kedelai. Bawono et al. (2015) melaporkan bahwa penggunaan silase dalam pakan tidak memberikan perbedaan nyata terhadap retensi protein, yang menunjukkan bahwa silase dapat mempertahankan fungsinya sebagai penyumbang protein dalam pakan ikan budidaya. Pendekatan ini membantu mengurangi ketergantungan pada bahan pakan komersial yang mahal sekaligus memanfaatkan sumber daya lokal yang berlimpah secara ekonomis dan berkelanjutan.

### *Kandungan Lemak Kasar dalam Pakan*

Kadar lemak kasar silase jeroan ikan cakalang menunjukkan variasi yang cukup mencolok antar perlakuan, yaitu 4,22% pada 10% molase, meningkat menjadi 7,52% pada 20% molase, dan kembali menurun menjadi 5,12% pada 30% molase. Peningkatan kadar lemak pada penambahan molase 20% mengindikasikan bahwa level tersebut menghasilkan kondisi fermentasi yang optimal untuk disrupsi jaringan dan pelepasan fraksi lipid, sehingga kandungan lemak terukur lebih tinggi (Santana et al., 2023). Namun, penyediaan molase dalam jumlah lebih besar (30%) mendorong fermentasi yang lebih intens sehingga dapat mempercepat hidrolisis lipid oleh enzim endogen dan mikroorganisme, menghasilkan penurunan kadar lemak kasar. Fagbenro & Jauncey (1994) menemukan adanya fermentasi limbah ikan menyebabkan penurunan fraksi lipid karena pemecahan lemak menjadi asam lemak bebas dan senyawa volatil, terutama pada kondisi fermentasi yang sangat aktif.

Lemak merupakan sumber energi utama bagi ikan yang dapat meningkatkan efisiensi pakan jika tersedia dalam jumlah cukup, karena ikan tidak perlu menggunakan protein sebagai energi (Sulistyoningsih, 2015). Kadar lemak yang terlalu rendah dapat menyebabkan ikan menggunakan protein untuk energi, sehingga pertumbuhan melambat dan konversi pakan menjadi kurang efisien (Suprihadi et al., 2023). Sebaliknya, kadar lemak yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penumpukan lemak visera, penurunan kesehatan hati, dan gangguan metabolisme lipid, terutama pada ikan air tawar (Jayanti et al., 2018). Sebagian besar ikan budidaya membutuhkan kisaran 5–12% lemak dalam pakan untuk mendukung pertumbuhan optimal tanpa menyebabkan kelebihan lipid tubuh (NRC, 2020). Dengan demikian, kandungan lemak silase jeroan ikan cakalang pada penelitian ini masih berada dalam batas aman dan fungsional sebagai komponen energi dalam pakan ikan. Selain itu, fermentasi dapat meningkatkan fraksi lemak yang lebih mudah dicerna, dan

berpotensi dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi (Vidotti et al., 2003). Silase jeroan ikan cakalang dengan kandungan lemak 4-7% dalam penelitian ini memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif untuk mendukung formulasi pakan berkelanjutan.

#### *Kandungan Mikrobiologi dan Peranannya*

Hasil pengujian mikrobiologi menunjukkan bahwa jumlah Angka Lempeng Total (ALT) pada ketiga perlakuan silase jeroan ikan cakalang berada pada kisaran  $3,51 \times 10^7$  hingga  $4,42 \times 10^7$  koloni/g. Nilai ini masih tergolong umum pada produk fermentasi karena proses silase melibatkan aktivitas mikroba yang memecah bahan baku, terutama ketika terdapat penambahan sumber energi seperti molase (Andriani & Aisyah, 2025). Salmonella terdeteksi negatif pada seluruh perlakuan, menunjukkan bahwa proses fermentasi berjalan dengan kondisi pH dan aktivitas anti mikroba yang memadai untuk menghambat bakteri patogen (Cortés-Sánchez et al., 2024). Produksi asam organik selama fermentasi mampu menciptakan lingkungan tidak kondusif bagi bakteri enterik, sehingga keamanan produk silase tetap terjaga.

Jumlah Bakteri Asam Laktat (BAL) menunjukkan peningkatan seiring meningkatnya konsentrasi molase, masing-masing  $1,29 \times 10^7$ ,  $4,54 \times 10^7$ , dan  $5,83 \times 10^7$  koloni/g untuk perlakuan 10%, 20%, dan 30% molase. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa tambahan molase menyediakan substrat yang lebih optimal bagi pertumbuhan BAL sehingga mempercepat pembentukan asam laktat, yang selanjutnya dapat menurunkan pH dan meningkatkan stabilitas silase (Sofia et al., 2021). Dominasi BAL merupakan indikator keberhasilan fermentasi, karena kelompok bakteri ini berperan penting dalam pengawetan biologis melalui produksi metabolit anti mikroba, seperti bakteriosin dan asam organik, yang dapat menghambat mikroflora pembusuk (Kim et al., 2022). Hasil ini menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi molase lebih tinggi menghasilkan

kondisi fermentasi yang lebih stabil dan secara mikrobiologis lebih aman. Parameter mikrobiologi berperan penting untuk memastikan proses fermentasi menghasilkan pakan alternatif yang aman, stabil, dan didominasi mikroba menguntungkan sehingga mampu menekan patogen, meningkatkan kualitas biologis, dan memperpanjang masa simpan produk (Prihanto et al., 2024).

## KESIMPULAN

Silase jeroan ikan cakalang dengan penambahan molase 10-30% menunjukkan karakteristik nutrisi, keamanan mikrobiologis, dan kualitas fisik yang mendukung pemanfaatannya sebagai bahan pakan alternatif. Kandungan protein berkisar 13,78-14,61%, dengan lemak kasar 4,22-7,52%, menunjukkan bahwa proses fermentasi tidak menurunkan nilai nutrisi secara signifikan. Keamanan produk terjamin karena *Salmonella* tidak terdeteksi pada semua perlakuan, sementara dominasi bakteri asam laktat ( $1,29 \times 10^7$ – $5,83 \times 10^7$  koloni/g) serta pH rendah (3,8-4,4) menegaskan terjadinya fermentasi yang stabil dan mampu menghambat mikroba pembusuk. Perubahan warna dan bau yang semakin pekat serta asam sejalan dengan intensitas fermentasi, terutama pada penambahan molase 30%. Secara keseluruhan, kombinasi nilai nutrisi yang memadai, kondisi mikrobiologis yang aman, dan karakteristik fermentatif yang stabil menunjukkan bahwa silase jeroan ikan cakalang memiliki potensi kuat sebagai kandidat bahan pakan alternatif yang ekonomis dan berkelanjutan. Penambahan 10% molase dapat dipertimbangkan sebagai formulasi silase jeroan ikan cakalang optimal yang memiliki nutrisi seimbang.

## DAFTAR PUSTAKA

Andriani, Y., & Aisyah, A. (2025). Making Silage of Trash Fish Using Bacteria Asam Lactate. *GPH-International Journal of Agriculture and Research*, 8(7), 31–41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16941021>

- Bawono, W. B., Rahardja, B. S., & Prayogo, P. (2015). Substitusi Silase secara Kimiawi Limbah Padat Surimi Ikan Swaggi (*Priacanthus macracanthus*) pada Tepung Ikan terhadap Retensi Energi dan Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(2), 177–182.
- Cortés-Sánchez, A. D. J., Jaramillo-Flores, M. E., Díaz-Ramírez, M., Espinosa-Chaurand, L. D., & Torres-Ochoa, E. (2024). Biopreservation and the Safety of Fish and Fish Products, the Case of Lactic Acid Bacteria: A Basic Perspective. *Fishes*, 9(8), 303. <https://doi.org/10.3390/fishes9080303>
- Fagbenro, O. A., & Jauncey, K. (1994). Chemical and nutritional quality of dried fermented fish silages and their nutritive value for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animal Feed Science and Technology*, 45(2), 167–176. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90024-8)
- Handajani, H. (2014). Peningkatan Kualitas Silase Limbah Ikan Secara Biologis Dengan Memanfaatkan Bakteri Asam Laktat. *JURNAL GAMMA*, 9(2), 31–39.
- Jayanti, Z. D., Herpandi, H., & Lestari, S. D. (2018). Pemanfaatan Limbah Ikan Menjadi Tepung Silase dengan Penambahan Tepung Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Fishtech - Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 86–97.
- Kim, Y. J., Youk, S., & Song, C. S. (2022). Effectiveness of Administering a Mixture of Lactic Acid Bacteria to Control *Salmonella* ser. Enteritidis Infections in Broilers. *Animals*, 12(3), 374. <https://doi.org/10.3390/ani12030374>
- La Apu, R. G. (2021). Pemanfaatan Limbah Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebagai Bahan Substitusi Tepung Ikan pada Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 13–24. <https://doi.org/10.55678/jikan.v1i2.528>

- Makodompit, A., & Minarti, M. (2025). Inovasi Pengolahan Ikan dalam Perspektif Ekonomi Biru. *Imajinasi : Jurnal Ilmu Pengetahuan, Seni, Dan Teknologi*, 2(2).
- Maksimenko, A., Belyi, L., Podvolotskaya, A., Son, O., & Tekutyeva, L. (2024). Exploring Sustainable Aquafeed Alternatives with a Specific Focus on the Ensilaging Technology of Fish Waste. In *Fermentation* (Vol. 10, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/fermentation10050258>
- Nithya, G., & Suresh, R. (2025). Nutritive Value of Fish Waste Silage Meal. *Archives of Current Research International*, 25(7), 247–255. <https://doi.org/10.9734/acri/2025/v25i71328>
- National Research Council (NRC). (2020). *Nutrient Requirements of fish and shrimp*. Washington, DC.
- Nurhayati, T., Desniar, & Suhandana, M. (2013). Pembuatan pepton secara enzimatis menggunakan bahan baku jeroan ikan tongkol. *JPHPI*, 16(1).
- Piasari, R., Soeprijadi, L., & Saputra, R. S. H. (2025). Penerapan Good Manufacturing Practice (Gmp) Dan Sanitation Standar Operating Procedure (Ssop) Pada Proses Pengolahan Tekwan Ikan Tenggiri (*Scomberomorus guttatus*).
- Prihanto, A. A., Umam, N. I., & Bangun, J. D. G. (2024). Unveiling the Secrets of Indonesian fermented Fish: Characteristics of lactic acid bacteria, roles, and potential in product development. In *Food Bioscience* (Vol. 61). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104629>
- Putri, D. S., Miranti, S., Wulandari, R., Muzahar, M., Yulianto, T., Bakkara, O. R., Irawan, H., & Zubandi, Z. (2024). Evaluation of Nutritional Content of Fermented Fish Visceral Silage using Sorbic Acid and Effective Microorganism (EM4). *BIO Web of Conferences*, 134, 1–6. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413406020>
- Safir, M., Bayan, F. F., Mangitung, S. F., Rusaini, & Rahman, S. A. (2024). Pengaruh Penambahan Silase Hasil Samping Pengolahan Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada Pakan Terhadap Performa Pertumbuhan Udang Vaname (*Penaeus vannamei*). *JAGO TOLIS : Jurnal Agrokompleks Tolis*, 5(1), 33–39. <https://doi.org/10.56630/jago.v5i1.718>
- Santana, T. M., Dantas, F. de M., Monteiro Dos Santos, D. K., Kojima, J. T., Pastrana, Y. M., De Jesus, R. S., & Gonçalves, L. U. (2023). Fish Viscera Silage: Production, Characterization, and Digestibility of Nutrients and Energy for Tambaqui Juveniles. *Fishes*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/fishes8020111>
- Serdiati, N., Safir, M., Tobigo, D. T., & Mansyur, K. (2022). Pembuatan Silase Limbah Ikan Patin Menjadi Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2).
- 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), 10–16. <https://doi.org/10.35308/ja.v5i1.3887>
- Sulistyoningsih, M. (2015). Pengaruh pemberian silase limbah ikan terhadap kadar protein daging dan lemak daging broiler sebagai upaya peningkatan kualitas pangan. *Prosiding Seminar Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 378–382. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010235>
- Suprihadi, S., Thaib, A., Nurhayati, N., & Handayani, L. (2023). Potensi limbah perikanan sebagai alternatif sumber kalsium alami: sebuah kajian. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(2), 163–171. <https://doi.org/10.29103/aa.v10i2.9755>
- Toppe, J., & Olsen, R. L. (2024). Fish silage production by fermentation - A manual on how microbial fermentation can turn fish waste into a valuable feed ingredient or fertilizer. In *Fish silage production by fermentation*. FAO.

- <https://doi.org/10.4060/cd0799en>  
Trenggono, S. W., Meilano, I., Latief, H., Simamora, D. C., Sabina, A., Arthantiani, F. Y., & Radiarta, I. N. (2025). Developing a marine and fisheries blue economy index for Indonesia: A comprehensive assessment framework. *Sustainable Futures*, 10, 101440. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2025.101440>
- Vidotti, R. M., Viegas, E. M. M., & Carneiro, D. J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology*, 105(1–4), 199–204. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00056-7)