

Peningkatan Kualitas Limbah Bulu Ayam Sebagai Bahan Pakan Ikan dengan Metode Fermentasi Menggunakan Bakteri

Enhance of Quality of Chicken Feather Waste Fermentation Using Bacteria

Yuli Andriani^{1*}, Rusky I. Pratama¹, Aisyah¹

¹ Universitas Padjadjaran (Prodi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran)

Jl. Raya Bandung Sumedang KM. 21, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45360

*Korespondensi email: yuli.andriani@unpad.ac.id

ABSTRAK

Limbah hasil peternakan salah satunya bulu ayam yang dapat digunakan sebagai pakan alternatif untuk meminimalisir biaya pengeluaran untuk pakan ikan. Pakan merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang pertumbuhan ikan sehingga butuh produksi yang sangat banyak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efisiensi pemanfaatan bulu ayam sebagai pakan alternatif. Bulu ayam berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu 80 - 90% dari bahan kering, melebihi kandungan protein kasar bungkil kedelai (42,5%) dan tepung ikan (66,5%). Potensi limbah bulu ayam di Indonesia kurang lebih sebanyak 167 ribu ton per tahun. Bulu ayam memiliki kandungan protein yang tinggi, tetapi protein bulu ayam merupakan jenis protein yang sulit dicerna oleh ikan karena tergolong protein keratin. Metode yang digunakan dalam mengolah limbah bulu ayam hingga menjadi pakan yaitu proses fermentasi yang melibatkan bakteri *Bacillus* yang dapat mendegradasi keratin. Fermentasi bulu ayam menggunakan bakteri dapat meningkatkan kadar protein kasar sebanyak 2-15%. Tepung bulu ayam fermentasi pada pakan dapat meningkatkan pertumbuhan ikan sebesar 2-5% lebih cepat.

Kata Kunci: Bakteri, Fermentasi, Limbah Bulu Ayam, Pakan Ikan, Protein

ABSTRACT

One of the waste products from livestock is chicken feathers which can be used as alternative feed to minimize costs for fish feed. Feed is a very important factor to support fish growth so it requires a lot of production. The aim of this research is to determine the efficiency of using chicken feathers as an alternative feed. Chicken feathers have the potential to be used as animal feed because they have a high protein content, namely 80 - 90% of dry matter, exceeding the crude protein content of soybean meal (42.5%) and fish meal (66.5%). The potential for chicken feather waste in Indonesia is approximately 167 thousand tons per year. Chicken feathers have a high protein content, but chicken feather protein is a type of protein that is difficult for fish to digest because it is classified as keratin protein. The method used to process

chicken feather waste into feed is a fermentation process involving *Bacillus* bacteria which can degrade keratin. Fermenting chicken feathers using bacteria can increase crude protein levels by 2-15%. Fermented chicken feather meal in feed can increase fish growth by 2-5% faster.

Key words: Bacteria, Chicken Feather Waste, Fermentation, Fish Feed, Protein

PENDAHULUAN

Pakan adalah faktor penting dalam usaha peternakan karena sebagian besar pertumbuhan dan perkembangan ikan bergantung pada pakan yang diberikan selain faktor genetik (Andriani *et al.*, 2018). Pakan yang biasa digunakan pada umumnya menggunakan sisa hasil pertanian, limbah dapur, limbah industri makanan, limbah pasar ataupun limbah peternakan yang memiliki kualitas yang rendah jika tidak diolah terlebih dahulu. Salah satu limbah peternakan adalah limbah bulu ayam memiliki nilai protein yang tinggi sehingga dapat dijadikan bahan pakan sumber protein bagi ikan (Pamungkas, 2011).

Menurut Aisenodni *et al.*, (2018) pakan komersial yang memiliki kualitas baik yang diproduksi oleh industri pakan saat ini memiliki harga yang relatif mahal, karena bahan-bahannya sebagian impor seperti tepung ikan dan tepung kedelai. Sementara dalam kebutuhan pakan dibutuhkan sekitar 60-70% dari biaya operasional. Oleh karena itu, satu hal yang harus dilakukan untuk mengurangi biaya produksi pakan adalah membuat pakan dari bahan-bahan limbah yang tidak bersaing dengan manusia dan mudah untuk mendapatkannya, salah satunya adalah tepung bulu ayam.

Bulu ayam merupakan hasil samping industri pemotongan ayam yang cukup potensial untuk digunakan sebagai alternatif bahan baku pakan ikan. Jumlah ayam yang dipotong meningkat setiap tahunnya sehingga ketersediaan bulu ayam akan tetap kontinu. Populasi ayam pedaging berbanding lurus dengan jumlah limbah yang dihasilkan oleh Rumah Potong Ayam (RPA) yang salah satunya berupa bulu ayam. Setiap harinya, limbah bulu ayam yang dihasilkan dari rumah pemotongan ayam sekitar 4-5% dari bobot hidup ayam pedaging dan rata-rata bobot ayam tersebut adalah 1,6 kg per ekor (Erlita *et al.*, 2016). Menurut data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan pada tahun 2019, produksi ayam ras pedaging di Indonesia mencapai 3.175.853 ton pada tahun 2017, 3.409.558 ton pada tahun 2018, dan 3.495.091 ton pada tahun 2019. Sehingga dengan jumlah produksi sebesar itu maka jumlah sampah bulu ayam yang dihasilkan kurang lebih sebanyak 167 ribu ton per tahun.

Limbah bulu ayam yang tidak termanfaatkan akan dibuang begitu saja dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap, selain itu dapat menjadi tempat bersarangnya penyakit dan dapat mengganggu kesehatan manusia yang berada di lingkungan rumah potong ayam (Periasamy & Subash, 2004). Dampak lain yaitu dapat menurunkan kualitas tanah karena limbah bulu ayam sangat sulit terdegradasi di lingkungan atau proses dekomposernya memerlukan waktu yang cukup lama. Hal ini dikarenakan sebagian besar proteinnya berupa keratin atau protein fibrous yang berupa serat (Mulia *et al.*, 2016).

Limbah bulu ayam yang telah dimanfaatkan diolah menjadi pupuk dan kerajinan tangan pada usaha *Home Industry* (Fachrezi *et al.*, 2023). Ada juga yang memanfaatkan limbah bulu sebagai bahan untuk shuttlecock dan lukisan. Bulu ayam juga berpotensi sebagai bahan pakan ikan karena bulu ayam memiliki kandungan protein yang tinggi (Rachmawati & Samidjan, 2017). Berdasarkan kandungan gizinya,

bulu ayam dapat dijadikan pakan hewan, salah satunya sebagai bahan pakan ikan (Imansyah, 2006). Penyusunan formulasi pakan ikan harus memperhatikan nutrisi yang diperlukan ikan pada umumnya, yaitu protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin (Putra *et al.*, 2022).

Meskipun bulu ayam memiliki kandungan protein yang tinggi, tetapi protein bulu ayam merupakan jenis protein yang sulit dicerna oleh ikan, karena tergolong protein keratin (Joshi *et al.*, 2007). Keratin adalah produk pengerasan jaringan epidermal seperti kuku, rambut, dan bulu yang tersusun atas protein serat (fibrous) (Sinoy *et al.*, 2011). Di samping itu, keratin tersusun atas 14% ikatan disulfida sehingga menjadi sangat stabil, kaku, dan tidak dapat dicerna dengan baik oleh enzim proteolitik seperti tripsin, pepsin, dan papain yang terdapat dalam organ pencernaan (Mulia *et al.*, 2014). Daya cerna protein keratin bulu ayam dalam organ pencernaan ikan tergolong rendah, karena daya cerna yang rendah tersebut menjadi satu kendala untuk menjadikan bulu ayam sebagai sumber protein pakan ikan. Oleh karena itu untuk meningkatkan kualitas bulu ayam, bulu ayam terlebih dahulu dijadikan tepung dan selanjutnya bulu ayam akan dilakukan proses fermentasi (Mulia *et al.*, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai pakan alternatif pada ikan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode deskriptif dengan melakukan studi literature (Melfianora, 2014). Pengambilan data dilakukan melalui *surfing internet* dari berbagai website jurnal online. Pada artikel ini, data bersumber dari sejumlah jurnal laporan riset dan artikel riset yang dipublikasi pada rentang waktu 2014-2024 di jurnal nasional dan internasional terindeks. Jenis literatur yang dikaji dalam penulisan ini adalah jurnal penelitian terkait fermentasi limbah bulu ayam menggunakan bakteri dalam pakan dengan kata kunci bakteri, fermentasi, pakan ikan dan limbah bulu ayam. Subjek hewan uji yang dibahas yaitu spesifik pada berbagai jenis ikan. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif komparatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bulu Ayam

Bulu ayam sangat potensial dijadikan bahan baku pakan ikan dan ternak, karena memiliki kandungan protein yang tinggi, mencapai 74,4-91,8% melebihi kandungan protein kasar bungkil kedelai (42,5%) dan tepung ikan (66,5%) (Adiati & Puastuti, 2004). Penelitian lain juga disebutkan bahwa bulu ayam yang belum diolah memiliki kadar protein kasar sebesar 98,68% (Supriyati *et al.*, 2000). Pada penelitian Zerdani *et al.*, (2004) melaporkan komposisi kimia tepung bulu ayam yang belum difermentasi adalah 81% protein, 1,2% lemak, 86% bahan kering, dan 1,3% abu. Selain itu, tepung bulu ayam juga mengandung mineral kalsium 0,19%, fosfor 0,04%, kalium 0,15% dan sodium 0,15% (Kim & Patterson, 2000).

Keratin merupakan salah satu protein struktural utama yang ditemukan dalam bulu ayam. Kesulitan dalam menguraikan bulu ayam disebabkan oleh struktur bulu yang sebagian besar terdiri dari protein serat keratin. Ikatan polipeptida pada keratin diperkuat oleh sejumlah ikatan disulfida (S-S). Hal ini yang membuat protein keratin sangat stabil, kaku, dan sulit diuraikan oleh enzim proteolitik konvensional seperti tripsin, pepsin, dan papain (Marzuki, 2015). Meskipun protein keratin bersifat tidak larut dan sulit didegradasi, keratin dapat didegradasi oleh enzim yaitu enzim keratinase. Keratinase dihasilkan oleh aktivitas keratinolitik mikroorganisme yang

memproduksi enzim keratinase yang berperan dalam mendegradasi substrat di sekitarnya.

Keratin sulit larut dengan pemanasan alkali dan tidak dapat dipecah oleh enzim pencernaan karena adanya ikatan disulfida yang terbentuk antara asam amino, yang membuat protein ini sulit dicerna. Selain ikatan disulfida, keratin juga memiliki ikatan lain, seperti ikatan ester, ionik, dan hidrogen. Sifat-sifat inilah yang menjadi faktor penghambat ketersediaan protein bulu ayam bagi ternak. Kondisi ini menjadi dasar Hal dilakukannya upaya untuk meningkatkan kualitas bulu ayam yaitu salah satunya dengan cara fermentasi (Mulia *et al.*, 2014).

Fermentasi Untuk Meningkatkan Kualitas Gizi Bulu Ayam

Definisi dan Mekanisme

Fermentasi adalah suatu proses untuk pemecahan senyawa organik menjadi lebih sederhana dengan bantuan bakteri atau mikroorganisme. Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimiawi dari senyawa organik seperti karbohidrat, protein, lemak, dan bahan organik lain baik dalam keadaan aerob maupun anaerob, melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba (Viniestra-Gonzalez, 1997). Enzim yang dihasilkan oleh mikroba dalam proses fermentasi dapat menguraikan serat pada bahan pakan, khususnya pakan ikan. Hasil dari proses ini adalah bahan pakan yang lebih mudah dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk mendukung pertumbuhan ikan (Rita *et al.*, 2022).

Fermentasi adalah proses perombakan bahan pakan dari struktur kompleks secara fisik, kimia, dan biologi, sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana dan daya cerna ternak lebih efisien (Kurniawan *et al.*, 2017). Proses fermentasi tentunya terdapat mikroorganisme yang berperan di dalamnya. Mikroorganisme yang dapat digunakan dalam proses fermentasi antara lain: khamir, kapang, dan bakteri. Fermentasi merupakan salah satu teknologi untuk meningkatkan kualitas pakan asal limbah, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan pakan dan mempunyai prospek untuk meningkatkan mutu gizi dari bahan-bahan yang bermutu rendah.

Proses Fermentasi

Pembuatan tepung bulu ayam dilakukan dengan cara pengumpulan bulu ayam kemudian dicuci hingga bersih dengan air mengalir. Hal ini dimaksudkan untuk memisahkan bulu ayam dari sisa-sisa darah maupun kotoran lain yang menempel. Bulu ayam yang sudah kering kemudian dijemur dibawah sinar matahari hingga benar-benar kering. Bulu ayam yang sudah kering kemudian digiling menggunakan mesin giling. Hasil yang diperoleh dari penggilingan berupa tepung bulu ayam (Mulia *et al.*, 2014)

Proses fermentasi dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan sterilisasi tepung bulu ayam pada suhu 121 °C, 1 kg/cm² selama 15 menit dengan tujuan untuk menghilangkan mikroorganisme ikutan atau mencegah terjadinya kontaminan oleh mikroorganisme lain. Kemudian sebanyak 2 gram tepung bulu ayam dicampurkan dengan masing-masing inokulum cair *B. subtilis* sebanyak 5, 10, dan 15 mL ke dalam Erlenmeyer pada pH 8,5 dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 55°C selama 72 jam. Hasil dari proses fermentasi diperoleh tepung bulu ayam yang disebut dengan hidrolisat bulu ayam (HBA) (Desi, 2002). Ciri-ciri proses fermentasi yang berhasil adalah berwarna kuning kecoklatan, bertekstur lembut, berbau agak menyengat dan menghasilkan uap yang akan terlihat pada plastik pembungkus.

Jenis Mikroba

Fermentasi limbah bulu ayam dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri yang sesuai dengan karakteristiknya yang mengandung keratin tinggi (mikroba keratinolitik). Mikroba keratinolitik adalah mikroorganisme yang menghasilkan enzim keratinase, yaitu protease spesifik yang dapat mendegradasi substrat yang mengandung keratin (Gambar 1 dan 2). Enzim keratinase ini bisa diproduksi oleh bakteri keratinolitik baik secara intraseluler maupun ekstraseluler (Onifade *et al.*, 1998). Umumnya, keratinase memiliki aktivitas optimal pada pH netral hingga alkali (pH 7,0-12). Beberapa spesies bakteri diketahui menghasilkan keratinase yang stabil terhadap panas, dengan aktivitas optimal pada rentang suhu 60-80°C.

Mikroorganisme pendegradasi keratin di antaranya adalah jenis bakteri *Bacillus* sp. (Tiwary & Gupta, 2012), seperti *Bacillus subtilis* (Madigan & Martinko, 2006). Bakteri ini mampu mendegradasi keratin pada bulu ayam karena menghasilkan enzim keratinolitik. Proses fermentasi dengan menggunakan inokulum *Bacillus* sp. dapat meningkatkan daya cerna dan mempengaruhi kualitas protein. Menurut Wulandari *et al.*, (2013), teknik hidrolisis secara fisikokimia dan biologis dapat meningkatkan daya cerna tepung bulu ayam. Secara umum, fermentasi berfungsi memperbanyak mikroorganisme yang menghasilkan enzim untuk menguraikan bahan yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna, sehingga dapat meningkatkan kualitas pakan serta menambah aroma atau cita rasa (Nurfuzianti *et al.*, 2021).



Gambar 1. Bakteri *Bacillus* sp
(Mulyasari *et al.*, 2015)



Gambar 2. Bakteri *Bacillus licheniformis*
(Wulandari & Purwaningsih, 2020)

Beberapa bakteri yang mampu mendegradasi bulu telah berhasil diisolasi dari tanah dan limbah unggas. Meskipun *Streptomyces* dan *Bacillus* mendominasi, penelitian menunjukkan bahwa keragaman bakteri pendegradasi bulu sangat luas (Lucas *et al.*, 2003). Selain itu, ada beberapa bakteri gram positif yang diketahui memiliki aktivitas keratinolitik, seperti *Arthrobacter* sp. (Lucas *et al.*, 2003),

Microbacterium sp. (Thys *et al.*, 2004), dan *Kocuria rosea* (Poopathi *et al.*, 2014). Selain itu, beberapa jenis kapang yang telah diisolasi dari tanah juga menunjukkan kemampuan aktivitas keratinolitik, seperti *Acremonium strictum*, *Microsporum gypseum*, *Chrysosporium indicum*, *Chrysosporium tropicum*, *Penicillium griseofulvum*, *Malbranchea sp.*, *Myceliophthora fergusii*, *Aspergillus sp.*, dan *Gymnoascus intermedius* (Kushwaha & Kumar, 2014).

Peningkatan Kualitas Bulu Ayam Melalui Fermentasi

Proses fermentasi akan meningkatkan kualitas pada bulu ayam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada fermentasi terjadi peningkatan protein dan penurunan serat kasar, sehingga bulu ayam menjadi lebih mudah dicerna oleh ikan. Fermentasi menggunakan berbagai bakteri sudah dilakukan oleh beberapa peneliti untuk meningkatkan kualitas bulu ayam (Tabel 1).

Tabel 1. Berbagai Perlakuan Fermentasi yang Dapat peningkatan kualitas bulu ayam

Jenis bakteri	Perlakuan	Hasil	Sumber
Fermentasi dengan <i>Bacillus subtilis</i>	Fermentasi dengan inokulum <i>B. subtilis</i> 5 mL, 10 mL, dan 15 mL	Perlakuan yang paling efektif adalah perlakuan dengan menggunakan inokulum 10 mL karena menghasilkan protein tertinggi yaitu 80,59%.	(Mulia <i>et al.</i> , 2016)
Fermentasi dengan <i>Bacillus licheniformis</i> B2560	perlakuan non fermentasi (kontrol), inokulum dengan 5 ml, 10 ml, dan 15ml.	Hasil terbaik terdapat pada perlakuan 10 ml, yaitu peningkatan kadar protein sebesar 84,08% Terjadi pula perubahan terhadap perubahan sifat organoleptik tepung bulu ayam seperti perubahan pada warna, tekstur dan aroma	(Mulia <i>et al.</i> , 2014)
Fermentasi <i>Bacillus subtilis</i>	P0 (kontrol, non fermentasi), P1 (fermentasi dengan inokulum <i>B. subtilis</i>	Perlakuan dengan penambahan inokulum 10 mL/2 g menghasilkan	(Mulia <i>et al.</i> , 2016)

Jenis bakteri	Perlakuan	Hasil	Sumber
	5 mL/2g tepung bulu ayam), P2 (fermentasi dengan inokulum <i>B. subtilis</i> 10 mL/2 g tepung bulu ayam), P3 (fermentasi dengan inokulum <i>B. subtilis</i> 15 mL/2g tepung bulu ayam).	protein kasar tertinggi yaitu 80,59% dengan peningkatan kadar protein kasar sebesar 7,03%. Kadar lemak 10,48, kadar abu 0,24, kadar serat 0,05 dan kadar air 68,02.	
<i>Bacillus licheniformis</i>	konsentrasi inokulum sebesar $6,5 \times 10^9$ koloni/ml dengan jumlah inokulum sebesar 10 ml.	Hasilnya menunjukkan bahwa setelah fermentasi, kadar protein kasar bulu ayam meningkat dari 95,17% menjadi 97,12%	(Desi, 2002)
<i>B. licheniformis</i> B2560	fermentasi dengan 15 ml inokulum	Peningkatan protein sebesar 5% dari 73,37% menjadi 78,53% setelah proses fermentasi.	(Mulia <i>et al.</i> , 2016)

Penggunaan Bulu Ayam Fermentasi Sebagai Pakan

Tepung ikan adalah bahan baku utama yang sering digunakan dalam pakan ikan. Tepung bulu ayam dapat menjadi alternatif pengganti tepung ikan karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Tabel 2 menyajikan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan tepung bulu ayam yang telah difermentasi terhadap pertumbuhan ikan.

Tabel 2. Hasil Penelitian Mengenai Penggunaan Bulu Ayam Fermentasi Sebagai Pakan

Pengolahan	Organisme	Dosis dalam Pakan	Hasil	Referensi
Silase Tepung Bulu Ayam	Ikan Nila Gift (<i>Oreochromis</i>	Substitusi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%	Penambahan silase tepung bulu ayam ke dalam pakan buatan	(Nurhayati <i>et al.</i> , 2017)

Pengolahan	Organisme	Dosis dalam Pakan	Hasil	Referensi
	<i>s niloticus</i>)	pada tepung ikan	memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan pemanfaatan pakan ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dengan dosis terbaik substitusi silase tepung bulu yang dapat diberikan pada pakan ikan nila yaitu sebanyak 25% dengan hasil sebesar $3,42 \pm 0,33\%$ per hari untuk laju pertumbuhan dan sebesar $78,32 \pm 1,71\%$ per hari untuk efisiensi pemanfaatan pakan.	
Fermentasi	Ikan bawal bintang	Penggunaan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% tepung bulu ayam fermentasi dalam pakan buatan	hasil penelitian menyebutkan bahwa perlakuan terbaik yaitu 15% penggunaan tepung bulu ayam fermentasi dalam pakan buatan yang menghasilkan pencernaan pakan 50,25 %, pencernaan protein 77,63 %, efisiensi pakan 58,56%, retensi protein 70,30%, laju pertumbuhan spesifik 3,20% dan kelulus hidupan 78,33%.	(Aisenodni <i>et al.</i> , 2018)
Fermentasi <i>Bacillus</i> sp	Ikan kakap putih (<i>Lates</i>	Perlakuan 0%, 5%, 10%, 15%,	Hasil pemanfaatan dari tepung	(Alghifari, 2018)

Pengolahan	Organisme	Dosis dalam Pakan	Hasil	Referensi
dari udang galah	<i>calcarifer</i> , Bloch)	dan 20% tepung bulu ayam hasil fermentasi	bulu ayam fermentasi pada pakan buatan benih kakap putih belum dapat dimanfaatkan dengan baik oleh benih ikan kakap putih secara optimal. Perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan pakan dengan tepung bulu ayam 20%. dengan nilai pencernaan 29,58%, nilai efisiensi pakan 20,86%, dengan nilai retensi 25,47%, laju pertumbuhan spesifik dengan nilai 2,34%.Sementara kelulushidupan terbaik didapat pada perlakuan 5% dengan nilai 33%	
Fermentasi bulu ayam	Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	Perlakuan dengan tepung bulu ayam fermentasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan perlakuan kontrol (tanpa tepung bulu ayam)	Penggunaan tepung bulu ayam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i>). Pertumbuhan mutlak tertinggi pada pemberian tepung bulu ayam fermentasi 20% sebesar 24,528±1,23g, sedangkan laju pertumbuhan relatife tertinggi pada	(Mama <i>et al.</i> , 2023)

Pengolahan	Organisme	Dosis dalam Pakan	Hasil	Referensi
			perlakuan 20% tepung bulu ayam fermentasi sebesar 0,071±0,004g. Dosis terbaik tepung bulu ayam fermentasi terdapat pada dosis 20%	
Substitusi tepung ikan dengan tepung bulu ayam fermentasi	Benih ikan baung (<i>mystus nemurus</i>)	Perlakuan kontrol (0%), 15%, 30%, 45%, 60%	Hasil yang diperoleh dari pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung bulu ayam fermentasi pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan benih ikan baung (<i>mystus nemurus</i>) substitusi 45% merupakan perlakuan terbaik dengan pertumbuhan rata-rata ukuran 7-8 cm dan berat rata-rata 4,30 ± 0,03 gr	Fitriyani 2021
Substitusi silase tepung bulu ayam dalam pakan buatan	Benih ikan gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>)	Perlakuan substitusi 0%, 25%, 50%, 75%, 100%.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan silase tepung bulu ayam ke dalam pakan buatan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan relatif, dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan gurami. Persentase terbaik yaitu dalam	(Wibowo <i>et al.</i> , 2018)

Pengolahan	Organisme	Dosis dalam Pakan	Hasil	Referensi
			substitusi tepung bulu ayam terhadap pakan buatan sebesar 25% silase tepung bulu ayam.	
Substitusi silase tepung bulu ayam dalam pakan buatan	Benih ikan lele (<i>Clarias gariepinus</i>)	Perlakuan substitusi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.	Hasil yang didapatkan substitusi tepung ikan dengan tepung bulu ayam memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan relatif, dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan lele. Komposisi terbaik dalam penambahan silase tepung bulu ayam terdapat pada dosis 75% tepung ikan dan 25% silase tepung bulu ayam.	(Kurniawan <i>et al.</i> , 2017)

KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai literatur yang diperoleh, proses fermentasi bulu ayam dengan menggunakan bakteri dapat meningkatkan kadar protein kasar hingga 2-15%. Penambahan tepung bulu ayam yang telah difermentasi ke dalam pakan memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ikan, dengan laju pertumbuhan yang meningkat 2-5% lebih cepat dibandingkan dengan pakan yang tidak mengandung tepung bulu ayam fermentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran atas sarana dan prasarana yang disediakan oleh universitas sehingga mendukung proses penulisan artikel-artikel ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiati, U., & Puastuti, W. (2004). *Bulu Ayam Untuk Pakan Ruminansia*. Balai Peternakan.
- Aisenodni, A. F., Adelina, A., & Suharman, I. (2018). The Utilization of Feather Meal Fermented Using *Bacillus* sp. from Giant Freshwater Prawn in diet for Silver Pompano (*Trachinotus blochii*, Lac) Fingerling. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 5(1), 1–13.
- Alghifari. (2018). *Pemanfaatan Tepung Bulu Ayam Fermentasi Menggunakan Bacillus sp Dari Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) Pada Pakan Buatan Benih Ikan Kakap Putih (Lates calcarifer, Bloch)*. Universitas Riau.
- Andriani, Y., Setiawati, M., & Sunarno, M. T. D. (2018). Kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami, *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801 yang diberi pakan dengan penambahan glutamin. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 1–11.
- Desi, M. (2002). *Aktivitas keratinase Bacillus licheniformis dalam memecah keratin bulu ayam*. Institut Pertanian Bogor.
- Erlita, D., Puspitasari, A., & Isband, T. (2016). REDUKSI LIMBAH RUMAH POTONG AYAM (RPA) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN RANSUM PAKAN BERPROTEIN Desi. *Prosiding SNST Ke-7 Tahun 2016*, 7–10.
- Fachrezi, R. R., Waskito, Z. T., & Ramadhan, M. R. (2023). *Pemanfaatan Limbah Padat Bulu Ayam pada Usaha Home Industry Rumah Pemotongan Ayam menjadi Kerajinan Tangan*. 4(1), 1–8.
- Hewan, D. J. P. dan K. (2019). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2019/ Livestock and Animal Health Statistics 2019*.
- Imansyah, B. (2006). Mendaur Ulang Limbah Jadi Konsumsi Ternak. In *Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran*.
- Joshi, Tejashwini, M. M., Revati, N., Sridevi, R., & Roma, D. (2007). *Isolation, Identification and Characterization of Feather Degrading Bacterium*. Department of Biotechnology. Department of Biotechnology.
- Kurniawan, A., Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2017). PENGARUH SUBSTITUSI SILASE TEPUNG BULU DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN EFISIENSI PEMANFAATAN PAKAN BENIH IKAN LELE (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology Online*, 6(2), 1–9.
- Kushwaha, A., & Kumar, A. (2014). Development of High Protein Biscuits from Cowpea (*Vigna unguiculata*) Flour. *International Journal of Basic and Applied Agricultural Research*, 12, 288–291.
- Lucas, F. S., Brpennimann, O., Febbaro, I., & Heeb, P. (2003). High Diversity Among Feather Degrading Bacteria from a Dry Meadow Soil. *Microbial Ecology*, 45, 282–290.
- Madigan, M. T., & Martinko, J. M. (2006). *Biology of Microorganisms*.
- Mama, M. L. I. A., Rebhung, F., & Salosso, Y. (2023). Penggunaan Tepung Bulu Ayam Fermentasi Sebagai Pakan Dalam Pemeliharaan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Akuatik*, 6(1), 1–9.
- Marzuki, A. (2015). *OPTIMASI PRODUKSI KERATINASE OLEH BAKTERI Bacillus SLII-I DALAM MEDIUM i*.
- Melfianora. (2014). PENULISAN KARYA TULIS ILMIAH DENGAN STUDI LITERATUR. In *UPT Balai Pelatihan Penyuluh Pertanian* (pp. 1–3).
- Mulia, D. S., Nartanti, Y., Maryanto, H., Purbomartono, C., Biologi, P., Keguruan, F.,

- Purwokerto, U. M., Raya, J., Waluh, D., Box, P. O., & Tel, P. (2014). Fermentation Chicken Feather Meal of *Bacillus licheniformis* B2560 Forimproving the Quality of Raw Fish Feed. In *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS* (pp. 234–240).
- Mulia, D. S., Yuliningsih, R. T., Maryanto, H., & Purbomartono, C. (2016). PEMANFAATAN LIMBAH BULU AYAM MENJADI BAHAN PAKAN IKAN DENGAN FERMENTASI *Bacillus subtilis*. *J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN*, 23(1), 49–57.
- Mulyasari, Melati, I., & Sunarno, M. T. D. (2015). Isolasi, seleksi, dan identifikasi bakteri selulolitik dari rumput laut. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1), 51–60.
- Nurfuzianti, R., Lubis, N., Kimia, D., & Analisis, F. (2021). REVIEW: PENGARUH PROSES FERMENTASI TERHADAP KANDUNGAN ASAM LAKTAT PADA MAKANAN FERMENTASI. 10(2), 1–6.
- Nurhayati, W., Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2017). PENGARUH SUBSTITUSI SILASE TEPUNG BULU AYAM DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PEMANFAATAN PAKAN IKAN NILA GIFT (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6, 248–254.
- Onifade, A. A., Al-Sane, N. a., Al-Musallam, A. A., & Al-Zarban, S. (1998). Potentials for Biotechnological Applications of Keratin-Degrading Microorganism and Their Enzymes for Nutritional Improvement of Feathers and Other Keratins as Livestock Feed Resources. *Biores Technol*, 66, 1–11.
- Pamungkas, W. (2011). Teknologi fermentasi, alternatif solusi dalam upaya pemanfaatan bahan pakan lokal. *Media Akuakultur*, 6(1), 43-48.
- Periasamy, A. H., & Subash, C. B. G. (2004). Keratinophilik Fungi of Poultry Fram and Father Dumping Soil In Tamil Nadu. In *University of Madras*.
- Poopathi, S., Thirugnanasambantham, K., Trust, E., Chinnasamy, M., & Kessavane, R. (2014). Purification and characterization of keratinase from feather degrading bacterium useful for mosquito control - A new report Purification and characterization of keratinase from feather degrading bacterium useful for mosquito control – A new report. *Tropical Biomedicine*, 31(1), 97–109.
- Putra, I., Aulia, A. H., Dwifani, A. P., Ramadani, D., Fitriansyah, F., Diva, F., Karimah, P., Indriartini, R. T., Tiffany, S., & Putri, W. K. (2022). PEMBUATAN PAKAN IKAN TENGCELAM DENGAN BAHAN BAKU LOKAL DI DESA SIMPANG BERINGIN Making Sinking Fish Feed from Local Ingredients in Simpang Beringin Village. 4(1), 5–8.
- Rachmawati, D., & Samidjan, I. (2017). Performan Pertumbuhan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Kelulushidupan Nila GIFT (*Oreochromis niloticus*) Melalui Substitusi Tepung Ikan dengan Silase Tepung Bulu Ayam dalam Pakan Buatan. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan III 2017*, 7, 239–247.
- Rita, E., Dewi, S., Nugroho, A. S., & Ulfah, M. (2022). *Jurnal Biologi Tropis Variations in Microbial Community on the Nutrient Content of Fermented Fish Feed Pellets with Tofu Waste*.
- Sinoy, S., Bhausahab, T. C. P., & Rajendra, P. P. (2011). Isolation and identification of feather degradable microorganism. *VSRD-TNTJ*, 2(3), 128–136.
- Thys, F.S., L., A., R., & P., H. (2004). Characterization of a protease of a feather-degrading Microbacterium sp. *Lett in Appl Microbiol*, 39, 181–186.
- Tiwary, E., & Gupta, R. (2012). *Journal of Bioprocessing & Biotechniques Rapid Conversion of Chicken Feather to Feather Meal Using Dimeric Keratinase from Bacillus licheniformis ER-15*. 2(4), 0–4. <https://doi.org/10.4172/2155->

9821.1000123

- Viniegra-Gonzalez, G. (1997). *Advances in Solid State Fermentation*. Kluwer Academic Publishers.
- Wibowo, W. P., Samidjan, I., & Rachmawati, D. (2018). Analisis Laju Pertumbuhan Relatif, Efisiensi Pemanfaatan Pakan Dan Kelulushidupan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Melalui Substitusi Silase Tepung Bulu Ayam Dalam Pakan Buatan. *Sains Akuakultur Tropis*, 2(1), 30–37.
- Wulandari, D., & Purwaningsih, D. (2020). IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI AMILOLITIK PADA UMBI *Colocasia esculenta* L. SECARA MORFOLOGI, BOKIMIA, DAN MOLEKULER. *Jurnal Bioteknologi Dan Biosains Indonesia*, 6(September 2018), 247–258.
- Wulandari, Hadi, W., & Rahayu, S. (2013). Kecernaan lemak dan energi konsentrat monogastrik berbasis hidrolisat tepung bulu ayam secara in vitro. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(2), 1.
- Zerdani, I., Faid, M., & Malki, A. (2004). Feather wastes digestion by new isolated strains *Bacillus* sp. in marocco. *African J. Biotech*, 3(1), 67–70.