

## FERMENTASI TEPUNG BULU AYAM MENGGUNAKAN TIGA JENIS RAGI BERBEDA

*Fermentation of Chicken Feather Flour Using Three Different Types of Yeast*

**Avelina Mercis, Maria Reni Darmiati, Riantus Nanaduk, Yohanes Hardin, Melkiades Falindo Mose, Maria Tarsisia Luju, dan \*Nautus Stivano Dalle**

*Prodi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Katolik Indonesia Santu Paulus Ruteng,  
Jalan Ahmad Yani, No 10, Ruteng 151016 NTT, Indonesia  
\*Correspondance Author: email: [ivandalle23@gmail.com](mailto:ivandalle23@gmail.com)*

### ABSTRACT

This study aims to determine the influence of the use of various kinds of yeast as a fermentation medium for chicken feather flour. The chicken feather waste used is broiler chicken feather waste from the Ruteng Inpres Market, Central Manggarai Regency. The method used in this study was an experimental method and the fermentation results were analyzed at the Feed Chemistry Laboratory of the Faculty of Animal Husbandry, Marine and Fisheries, Nusa Cendana University. The design used was a complete randomized design with 4 treatments and 3 tests. The treatment tested was R0: Chicken feather flour (CFF); R1: fermented chicken feather flour (FCFF) *Saccharomyces cerevisiae*; R2: TBAT *Amylomyce rouxii*; R3: FCFF *Rhizopus oligosporus*. Variables measured in this study are organoleptic tests in the form of aroma, texture and color as well as proximate tests to see the nutritional quality of chicken feather flour. The results showed that the treatment had a significant effect on reducing the nutritional content of chicken feather flour. Based on the results of this study, the best fermentation medium is to use baker's yeast.

**Keywords:** *Fermentation, yeast, chicken feather flour*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai macam ragi sebagai media fermentasi tepung bulu ayam. Limbah bulu ayam yang digunakan adalah limbah bulu ayam broiler yang berasal dari Pasar Inpres Ruteng, Kabupaten Manggarai Tengah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dan hasil fermentasi tersebut dianalisis di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah R0: Tepung bulu ayam (TBA); R1: tepung bulu ayam terfermentasi (TBAT) *Saccharomyces cerevisiae*; R2: TBAT *Amylomyce rouxii*; R3: TBAT *Rhizopus oligosporus*. Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah uji organoleptik berupa aroma, tekstur dan warna serta uji proksimat untuk melihat kualitas nutrisi tepung bulu ayam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap penurunan kandungan nutrisi tepung bulu ayam. Berdasarkan hasil penelitian ini media fermentasi terbaik adalah menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

**Kata Kunci:** *Fermentasi, ragi, tepung bulu ayam*

Mercis A, Darmiati R.M, Nanaduk R, Hardin Y, Mose F.M, Luju T.M, dan Dalle S.N. 2022. Fermentasi Tepung Bulu Ayam Menggunakan Tiga Jenis Ragi Berbeda. *Jambura Journal of Animal Science*. 5(1)69-76

© 2022 - Mercis A, Darmiati R.M, Nanaduk R, Hardin Y, Mose F.M, Luju T.M, dan Dalle S.N. Under the license CC BY-NC-SA 4.0

## PENDAHULUAN

Pakan adalah faktor penting dalam usaha peternakan karena sebagian besar pertumbuhan dan perkembangan ternak bergantung pada pakan yang diberikan selain faktor genetis. Menurut Ariana *et al.* (2014) pakan merupakan faktor biaya produksi tertinggi dalam usaha peternakan yaitu sekitar 55-85% dari total biaya produksi. Pakan yang biasa digunakan masyarakat di Nusa Tenggara Timur (NTT) 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 pasar dan peternakan adalah limbah bulu ayam memiliki nilai protein yang tinggi sehingga dapat dijadikan bahan pakan sumber protein bagi ternak. Oleh karena itu perlu digunakan bahan pakan yang murah harganya, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, kandungan nutrisinya baik dan mudah didapat seperti bulu ayam.

Limbah bulu ayam yang tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja di lingkungan sekitar pasar dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Dampak limbah bulu ayam begitu besar bagi lingkungan karena bulu ayam yang berserakan di lingkungan menimbulkan bau tidak sedap dan sumber penyebaran penyakit dan juga menimbulkan penurunan kualitas tanah karena sulit terdegradasi atau proses dekomposernya cukup lama (Erlita *et al.*, 2016). Bulu ayam berpotensi untuk 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%) (Adiati *et al.*, 2004). Namun meskipun kandungan protein tinggi protein bulu ayam merupakan jenis protein yang sulit dicerna, karena tergolong jenis protein keratin (Joshi *et al.*, 2007). Keratin merupakan produk pengerasan jaringan epidermal tubuh seperti kuku, rambut, dan

bulu yang tersusun atas protein serat (*fibrous*) yang kaya akan *sistein* dan *sistin* (Widiana *et al.*, 2020). Disaluran pencernaan, keratin tidak dapat dirombak menjadi protein tercerna sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak. 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 (Mazotto *et al.*, 2011). Agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan, bulu ayam harus diberi perlakuan, dengan memecah ikatan sulfur dari sistin dalam bulu ayam tersebut (Adiati *et al.*, 2004).

Keratin dapat dirombak dengan kelompok enzim protease. Keratinase termasuk kelompok enzim protease yang dapat menghidrolisis keratin dengan memecah ikatan sistin disulfide pada keratin, sehingga memainkan peranan penting dalam perombakan keratin menjadi protein sederhana (Fauziah *et al.*, 2019). Keratinase diproduksi oleh bakteri, misalnya genus *Bacillus*. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas bulu ayam, terlebih dahulu akan dijadikan tepung bulu ayam selanjutnya difermentasi.

Proses fermentasi bisa dijadikan sebagai upaya biologis untuk mengurangi, atau menghilangkan zat antinutrisi dari bahan pakan tertentu dengan penggunaan mikroorganisme. Proses fermentasi juga dapat meningkatkan nilai kecernaan, menambah rasa dan aroma, serta meningkatkan kandungan vitamin dan mineral (Suryani *et al.*, 2017). Media fermentasi yang biasanya digunakan adalah berbagai macam jenis ragi seperti ragi roti, ragi tape dan ragi tempe.

Fermentasi menggunakan berbagai macam ragi ini diharapkan mampu memutus mendegradasi keratin yang terdapat pada bulu ayam. Fermentasi pada dasarnya memperbanyak mikroorganisme yang menghasilkan enzim yang dapat merombak bahan yang sulit dicerna menjadi mudah dicerna sehingga dapat memperbaiki kualitas pakan, dan

menambah aroma atau flavor (Mulia *et al.*, 2016). Sebelum dilakukan fermentasi dilakukan pula proses pengukusan dan penggilingan bulu ayam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan fermentasi ragi dengan hasil terbaik pada tepung bulu ayam.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Tenda kecamatan Langke Rembong, kabupaten Manggarai, provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dari bulan Juni-Juli 2022 dihitung dari pengumpulan bahan, fermentasi dan di analisis proksimat di Laboratorium. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah bulu ayam broiler yang berasal dari Pasar Inpres Ruteng.

#### Pembuatan Tepung Bulu Ayam

Bulu ayam diperoleh dari tempat pemotongan ayam di Pasar Inpres dan Pasar Puni Ruteng, Kabupaten Manggarai. Bulu dibersihkan dari kotoran yang menempel, dijemur di bawah sinar matahari hingga kering, selanjutnya digiling menggunakan mesin penggiling hingga menjadi tepung dan siap untuk difermentasi.

Fermentasi tepung bulu dilakukan mengikuti petunjuk Dalle *et al.*, (2022). Tepung bulu ayam difermentasi sesuai perlakuan yang ditetapkan yakni menggunakan ragi roti, ragi tape, dan ragi Tempe. Tepung bulu ayam ditimbang sebanyak 1000g menggunakan timbangan elektrik SF-400; Kemudian tepung bulu ayam dimasukkan ke dalam ember dan dipisahkan berdasarkan perlakuan; Ragi roti, ragi tape dan ragi tempe ditimbang masing-masing sebanyak 50 gr dan 100 gr lalu dilarutkan dalam 300ml air pada wadah yang berbeda; Masing-masing larutan kemudian akan dicampurkan dengan tepung bulu ayam hingga homogen berdasarkan perlakuan; Wadah kemudian ditutup rapat dengan plastik dan disimpan di tempat kering dan tidak terkena sinar matahari langsung; Wadah berisi adonan disimpan di tempat yang tidak terkena sinar matahari agar bakteri

fermentasi tidak terbunuh, kemudian didiamkan selama 48 jam.

Variabel pada penelitian ini adalah uji organoleptik berupa uji warna, tekstur dan aroma serta uji analisis proksimat berupa perubahan Kadar nutrisi bahan kering, protein, lemak kasar, serat kasar dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN).

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing ulangan diulang sebanyak 3 kali hingga terdapat 12 unit percobaan.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

- $Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada perlakuan ke i, ulangan ke j
- $\mu$  = nilai tengah umum
- $T_i$  = pengaruh perlakuan ke i
- $\varepsilon_{ij}$  = pengaruh acak ke i dan ke j
- t = banyaknya perlakuan
- n = banyaknya ulangan

Perlakuan yang dimaksud terdiri dari:

R<sub>0</sub>: Tepung bulu ayam tanpa fermentasi

R<sub>1</sub>: Tepung bulu ayam terfermentasi ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*)

R<sub>2</sub>: Tepung bulu ayam terfermentasi ragi Tape (*Amylomyce rouxii*)

R<sub>3</sub>: Tepung bulu ayam terfermentasi ragi Tempe (*Rhizopus oligosporus*)

Data dianalisis menggunakan Analisis of Variance (ANOVA) menggunakan aplikasi Microsoft excel.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Warna

Uji organoleptik adalah suatu cara untuk mengetahui daya terima suatu produk oleh panca indra manusia. Uji ini digunakan untuk mengetahui respon panelis terhadap sifat mutu produk yang umum, misalnya warna, tekstur dan aroma (Anwar *et al.*, 2022). Tepung bulu ayam (R<sub>0</sub>) mempunyai warna putih tulang sedangkan tepung bulu ayam yang difermentasi (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>) sama-sama berwarna putih kecoklatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan berbagai macam ragi akan menghasilkan perubahan warna dari putih ke putih kecoklatan. Hal ini sesuai dengan pendapat Mulia *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa pemrosesan tepung

bulu ayam memberikan perubahan warna dari putih menjadi coklat akibat terjadinya reaksi browning (pencoklatan) yang ditandai juga dengan tingginya kadar  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan. Perubahan warna ini terjadi karena proses browning (reaksi pencoklatan) termasuk dalam reaksi pencoklatan enzimatik. Bakteri-bakteri yang bekerja selama fermentasi menghasilkan enzim yang dapat mengkatalisis dalam proses pencoklatan (Mulia et al., 2016).

### Tekstur

Tekstur diukur melalui keadaan fisik pakan yang dilihat dan diamati oleh panca indera manusia. Tekstur dari bulu ayam yang tidak difermentasi memiliki tekstur yang keras dan susah dihancurkan, mirip seperti serat tumbuhan kapuk randu. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Tiwary dan Gupta (2012) yang menjelaskan bahwa bulu ayam mempunyai salah satu produk penngerasan jaringan epidermal yang sifatnya keras dan kaku.

Tepung bulu ayam yang difermentasi memiliki tekstur yang sedikit berbeda dengan tepung bulu ayam yang tidak terfermentasi, yaitu lembut dan leleh mudah dihancurkan. Tekstur lembut tersebut diduga karena terjadinya perubahan sifat bahan pakan dari pemecahan oleh mikroorganisme yang berada didalam ragi (Mulia et al., 2016).

Aktivasi enzim memecahkan ikatan yang ada pada pati, lipid dan protein dan akan mengakibatkan perubahan tekstur pakan menjadi halus, lembut dan remah (Mahadi, 2016).

### Aroma

Aroma bahan pakan dapat dinilai dengan menggunakan indera penciuman. Hasil uji menunjukkan bahwa terjadi perbedaan antara tepung bulu ayam yang tidak terfermentasi dan tepung bulu ayam terfermentasi. Tepung bulu ayam memiliki aroma amis seperti bulu ayam yang telah mengering sedangkan perlakuan R1, R2 dan R3 memiliki aroma yang khas dan sedikit menyengat.

Mulia et al., (2016) menyatakan bahwa proses degradasi protein menghasilkan pepton, polipeptida asam amino, unsur N dan  $\text{NH}_3$  sehingga membuat aroma busuk. Tepung bulu ayam fermentasi menghasilkan bau yang berbeda dengan tepung bulu ayam non fermentasi disebabkan karena pengaruh kadar  $\text{NH}_3$  (amoniak) yang dihasilkan selama proses fermentasi.

### Uji Proksimat

Uji analisis proksimat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbohidrat, lemak, protein, kadar air, kadar abu dan kadar serat kasar pada pakan. Tabel analisis proksimat terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Proksimat Tepung bulu ayam dan tepung bulu ayam terfermentasi\*

Variabel Penelitian	R0 (TBA)	R1 (TBAT ragi roti)	R2 (TBAT ragi tape)	R3 (TBAT ragi tempe)
Bahan Kering (BK) **	90,30±1,16	23,79±1,10	27,26±1,45	26,63±1,63
Bahan Organik (BO, % BK) **	87,24±0,97	98,36±1,76	98,68±1,98	98,72±1,59
Protein Kasar (PK, % BK) **	88,13±0,93	82,29±1,52	79,62±0,53	77,82±0,79
Karbohidrat (CHO, % BK) **	4,761±0,59	13,35±0,65	15,51±0,75	20,065±0,92
Lemak Kasar (LK, % BK) **	4,00±0,20	2,71±0,89	3,55±0,24	0,833±0,61
Serat Kasar (SK, % BK) **	2,74±0,29	0,09±0,57	0,24±0,76	0,44±0,43
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN, % BK) **	2,32±0,69	13,25±1,34	15,26±0,40	19,23±0,37

Ket: \*Hasil analisis proksimat Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana, 2022.

\*\*Pengaruh perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ).

### **Bahan Kering (BK)**

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan bahan kering (BK) tepung bulu ayam. BK tepung bulu ayam terjadi penurunan yang sangat signifikan diduga disebabkan oleh adanya penambahan air pada saat fermentasi. Dugaan lainnya adalah proses metabolisme senyawa makromolekul menjadi senyawa yang lebih sederhana selama proses fermentasi.

Sari *et al.*, (2015) penggunaan fermentasi tepung bulu ayam memberikan respon yang positif terhadap Kadar bahan kering dan protein. Tepung bulu ayam yang terbentuk dari proses fermentasi memiliki kelebihan asam amino dalam jumlah asam amino leusin, isoleusin, dan valin yang bermanfaat dalam membantu sintesis protein mikroba dalam usus halus. Hal ini yang menjadi pembeda karena pada saat penelitian ini fermentasi tersebut kandungan air akan dilepaskan sehingga meningkatkan kandungan air dalam pakan (Mulia *et al.*, 2016). Panas yang dihasilkan pada saat fermentasi akan menghasilkan uap air dan akan terperangkap pada wadah fermentasi.

### **Protein Kasar (PK)**

Kandungan protein kasar (PK) tepung bulu ayam terjadi penurunan setelah difermentasi. Hal ini diduga disebabkan oleh turunnya kandungan BK pada tiap perlakuan, kandungan PK merupakan bagian dalam BK sehingga jika terjadi penurunan pada BK akan mengikuti turunnya kandungan PK. Hal ini berbeda dengan penelitian Erlita *et al.*, (2016) yang menunjukkan terjadi kenaikan kadar protein pada hasil perlakuan tepung bulu ayam secara enzimatik. Tepung bulu ayam tanpa perlakuan mempunyai kadar protein 80.97% dan kadar pencernaan protein sebesar 5.58% sedangkan setelah mendapat perlakuan enzimatik meningkat menjadi 83.22% dan 10.89%. Hasil penelitian ini sesuai dengan Muthmainna *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa penggunaan ragi sebagai media fermentasi menurunkan kadar protein yang

disebabkan oleh reaksi panas saat fermentasi sehingga membuat denaturasi protein. Denaturasi membuat protein dalam pakan menjadi rusak sehingga terjadi penurunan kadar protein (Sadli, 2014).

Afriani dan Hasan (2020) juga menyatakan bahwa kadar protein kasar bulu ayam meningkat setelah difermentasi sebanyak 2.95% menggunakan Bakteri *B. licheniformis*. Dugaan penurunan nilai protein dikarenakan jamur *rhizopus oligosporus* yang bersifat proteolitik dan berperan sebagai pemutusan protein menjadi unsur-unsurnya. Jamur ini akan mendegradasi protein menjadi dipeptida dan akan dilanjutkan menjadi senyawa  $NH_3$  atau  $NH_2$  yang menghilang setelah penguapan (Sayudi *et al.*, 2015).

### **Lemak Kasar (LK)**

Berdasarkan hasil analisis proksimat pada tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan lemak kasar (LK) pada tepung bulu ayam yang terfermentasi mengalami penurunan jika dibandingkan dengan tepung bulu ayam yang tidak difermentasi. Hal ini diduga karena penurunan BK yang sangat drastis sehingga membuat kandungan LK juga ikut menurun. Dugaan lainnya adalah kemampuan bakteri asam laktat dalam memecah lemak sebagai nutrisi dalam pertumbuhannya memiliki pengaruh yang berbeda-beda pada masing-masing perlakuan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Rahayu *et al.*, (2014) yang melaporkan bahwa perlakuan hidrolisis menggunakan autoklaf, NaOH-Na<sub>2</sub>S dan fermentasi dengan *Bacillus sp.* pada tepung bulu ayam menyebabkan penurunan kadar bahan kering, protein, lemak dan abu namun meningkatkan kadar serat tepung keratin. Hal ini disebabkan oleh bakteri yang terkandung dalam media fermentasi membutuhkan lemak untuk tumbuh, sesuai dengan pernyataan Muslikhah (2012) bakteri membutuhkan lemak untuk tumbuh. Bakteri ini tergolong dalam jenis bakteri lipolitik yaitu bakteri yang dapat melakukan pemecahan lemak menjadi

asam lemak atau gliserol. Contoh jenis bakteri ini yaitu *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Serratia*, dan *Micrococcus* (Amrullah et al., 2015).

Tumbuhnya bakteri dapat menghidrolisa pati dan selulosa dan menyebabkan fermentasi gula sedangkan bakteri lainnya dapat menghidrolisa lemak sehingga kadar lemak yang dihasilkan semakin rendah.

#### Serat Kasar (SK)

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kandungan penurunan kadar serat kasar (SK) tepung bulu ayam. Penurunan kandungan SK ini diduga karena peran mikroba *Saccharomyces cerevisiae* sebagai probiotik dalam memanfaatkan fraksi-fraksi serat kasar sebagai prebiotik/makanan bagi mikroba (Birkett dan Francis, 2010). Fraksi SK yang lebih banyak digunakan oleh mikroba *Saccharomyces cerevisiae* sebagai prebiotik adalah fraksi yang larut dalam air dan mudah dicerna (Ly, 2017). Hasil penelitian ini sejalan dengan Adelina et al., (2022) yang menggunakan media fermentasi *Bacillus Subtilis* mendapatkan hasil dimana cenderung menurun pada tiap perlakuan. Peran mikroba saat fermentasi yang sangat berpengaruh pada kadar serat kasar pada tepung bulu ayam karena serat merupakan

sumber makanan bagi mikroba (Ly et al., 2017).

#### Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)

Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) pada perlakuan menunjukkan peningkatan setelah difermentasi. Penurunan ini diduga karena BETN tersebut digunakan sebagai energi oleh mikroba dalam pertumbuhannya. Dalam aktivitasnya mikroba menggunakan sumber energi karbohidrat mudah dicerna (BETN) sebagai langkah awal untuk pertumbuhan dan berkembang biak. Adanya peningkatan aktivitas mikroba dalam mendegradasi substrat, maka akan mempengaruhi juga pemakaian energi (BETN) yang semakin banyak pula, sehingga dalam aktivitas mikroba yang tinggi dapat menurunkan kandungan BETN (Sari et al., 2015). Ly et al., (2017) Kandungan BETN pada bahan fermentasi akan ikut menurun jika kandungan bahan kering bahan fermentasi juga menurun. Selain itu, BETN juga digunakan oleh mikroba fermentasi jadi kandungan BETN juga ikut menurun.

#### KESIMPULAN

Media fermentasi terbaik dalam fermentasi tepung bulu ayam menggunakan ragi roti, dan menaikkan nilai protein dan menurunkan serat kasar dibanding ragi tape dan tempe.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adelina A., Feliatra F., Siregar Y I., Putra I., Suharman I. 2022. Use of chicken feather meal fermented with *Bacillus subtilis* in diets to increase the digestive enzymes activity and nutrient digestibility of silver pompano *Trachinotus blochii*. *F1000Research* 2021, 10 (25): 1-17.
- Adiati U., Puastuti W., Mathius IW. 2004. Peluang pemanfaatan tepung bulu ayam sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Jurnal Wartazoa* 14 (1): 39-44.
- Afriani D T., Hasan U. 2020. Analisis Proksimat Pakan Buatan Dengan Penambahan Hidrolisat Tepung Bulu Ayam Sebagai Sumber Protein Alternatif Bagi Ikan Nila (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA* 5 (2): 186-190.
- Amrullah F A., Liman., Erwanto. 2015. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbohidrat Pada Silase Limbah Sayuran Terhadap Kadar Lemak Kasar, Serat Kasar, Protein Kasar Dan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* Vol. 3(4): 221-227.

- Anwar C., Aprita I R., Irhami. 2022. Pemanfaatan Bekatul Dan Waktu Kukus Yangberbeda Terhadap Organoleptik Nugget Ayam. *Jambura Journal of Animal Science* 4 (2): 100-109.
- Ariana I N T., Puger A.W., Oka A.A., Sriyani N.L.P. 2014. Analisis ekonomi usaha ternak babi dengan pemberian sekam padi dalam ransum yang mengandung limbah hotel. *Majalah Ilmiah Peternakan* 17 : 2.
- Birkett, A. M. and C. C. Francis., 2010. Short-Chain Fructo-Oligosaccharide: A Low Molecular Weight Fructan. Chapter 2, Part I: Sources of Prebiotics. In *Handbook of Prebiotics and Probiotics Ingredients Health Benefits and Food Applications*. Edited by Cho S.S. and E. T. Finocchiaro. CRC Press. Taylor and Francis Group, Boca Raton London New York. Hal. 13-42.
- Dalle, N S., S Sembiring., dan E J L Lazarus. 2022. Effect of Including Fermented Feather Meal as Substitution of Concentrate in the Basal Diet with Different Levels on the Performance of Landrace Crossbred Pigs. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia* 17 (1): 44-50.
- Erlita D., Puspitasari A., Isbandi T. 2016. Reduksi Limbah Rumah Potong Ayam (Rpa) Sebagai Alternatif Bahan Ransum Pakan Berprotein. *Prosiding SNST ke-7 Tahun 2016*.
- Fauziah., Hayatal N., Kurniawan., Entuy., Mulia., Sundara Y., Onggawaluyo., Samidjo J. 2019. Uji Aktivitas Keratinase Jamur Trichophyton mentagrophytes Dengan Penambahan Keratin Substrat Bulu Domba Garut (*Ovis aries*). *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung* 11 (1): 344-349.
- Joshi S G., M M Tejashwini, N Revati, R Sridevi., D. Roma. 2007. Isolation, Identification and Characterization of Feather Degrading Bacterium. India: Department of Biotechnology.
- Ly J, Osfar Sjoftan, Irfan Hadji Djunaidi, dan Suyadi Suyadi. 2017. Effect of Supplementing *Saccharomyces Cerevisiae* into Low Quality Local-Based Feeds on Performance dan Nutrient Digestibility of Late Starter Local Pigs. *Journal of Agricultural Science dan Technology A* 7 (5). <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2017.05.006>.
- Mahadi I., Darmawati., Apriyani. 2016. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Susu Tempe Bubuk Sebagai Pengembangan Lkm (Lembar Kerja Mahasiswa) Materi Bioteknologi Pangan. *Jurnal Biogenesis* 13 (1): 1-10
- Mazotto A M., Coelho R.R., Cedrola S.M., De Lima M F., Couri S., de Paraguai, S E., Vermelho A B. 2011. Keratinase Production by Three *Bacillus* sp. Using Feather Meal and Whole Feather as Substrate in a Submerged Fermentation. *Research Article, Enzyme Research*. Rio de Jenairo.
- Mulia D S., Yuliningsih R T., Maryanto H., Purbomartono C. 2016. Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Menjadi Bahan Pakan Ikan Dengan Fermentasi *Bacillus Subtilis*. *Jurnal Manusia dan lingkungan* 23 (1): 49-57.
- Muslikhah S., Anam, C., Andriani, M. (2013). Penyimpanan tempe dengan metode modifikasi atmosfer (modified atmosphere) untuk mempertahankan kualitas dan daya simpan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3): 51-60.
- Rahayu S., Bata, M dan Hadi W. 2014. Substitusi Konsentrat Protein Menggunakan Tepung Bulu Ayam

- yang Diolah Secara Fisiko-Kimia dan Fermentasi Menggunakan *Bacillus* sp. Mts. Agripet 14 (1): 31-36.
- Sadli. (2014). Analisis kandungan karbohidrat lemak dan protein dari biji durian (*durio zibenthinus murr*) dengan variasi waktu fermentasi. Universitas Tadulako, Palu.
- Sari E P, Putri I S T P., Putri R A., Imanda S., Elfidasari D., Puspitasari R L. 2015. Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1 (1): 136-138.
- Sari M L., Ali. A I M., Sandi S., Yolanda A. 2015. Kualitas Serat Kasar, Lemak Kasar, dan BETN terhadap Lama Penyimpanan Wafer Rumput Kumpai Minyak dengan Perekat Karaginan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya* 4 (2): 35-40.
- Suryani Y., Hernaman I., Ningsih. 2017. Pengaruh Penambahan Urea Dan Sulfur Pada Limbah Padat Bioetanol Yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein Dan Serat Kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu* 5 (1): 13-17.
- Tiwarly E., dan Gupta, R., 2012. Rapid Conversion of Chicken Feather to Feather Meal Using Dimeric Keratinase from *Bacillus licheniformis* ER-15. *J. Bioprocess Biotechniq.* 2:4.
- Widiana A.R., Tonga Y., Mardewi N.K. 2020. Pertumbuhan Ayam Ras Pedaging Yang Diberi Ransum Mengandung Tepung Limbah Bulu Ayam. *Jurnal Warmadewa* 25 (02): 82-79.