

Review : Pengolahan Limbah Singkong sebagai Bahan Pakan Ayam Broiler

Ririn Angriani¹

¹Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

ririnangriani@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Review ini bertujuan untuk mengevaluasi pengolahan limbah singkong sebagai bahan pakan ayam broiler yang selanjutnya dapat dijadikan acuan dalam penggunaan limbah singkong pada pakan ayam broiler. Pengolahan limbah merupakan salah satu solusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan, serta dapat mengatasi dalam penyediaan bahan pakan ternak. Limbah singkong seperti kulit dan daun yang umum digunakan pada pakan ternak unggas. Kulit singkong bermanfaat sebagai sumber energi, dengan kandungan Total Digestible Nutrient (TDN) yaitu 79,8%, sedangkan daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein karena kandungan protein kasar daun singkong mencapai 19,82%. Kulit singkong terfermentasi sampai level 20% mampu meningkatkan nilai nutrisi serta mengoptimalkan penggunaan ransum dan income over feed cost ayam broiler. Selain itu, kulit singkong terfermentasi juga mampu meningkatkan pencernaan protein dan retensi nitrogen, meskipun kulit singkong belum mampu meningkatkan bobot relatif organ pencernaan ayam broiler. Selanjutnya, pada daun singkong terfermentasi juga mampu meningkatkan pencernaan, meskipun dalam penambahan daun singkong terjadi penurunan performa seiring dengan meningkatnya level. Namun, daun singkong sampai level 20% tidak beracun digunakan. Selain itu, penggunaan enzim juga dapat mengimbangi dampak buruk yang disebabkan oleh penggunaan daun singkong pada pakan. Daun singkong dengan enzim sampai level 3% tidak mengganggu organ pencernaan.

Kata Kunci: limbah agroindustri, daun singkong, kulit singkong, broiler

ABSTRACT

This review aims to evaluate the processing of cassava waste as a feed ingredient for broiler chickens which can then be used as a reference in the use of cassava waste in broiler chicken feed. Waste processing is one solution to reduce environmental pollution and can also solve the problem of providing animal feed ingredients. Cassava waste such as skin and leaves is commonly used in broiler feed. Cassava peels is useful as a source of energy, with a Total Digestible Nutrient (TDN) content of 79.8%. Cassava leaves can be used as a source of protein because the crude protein content of cassava leaves reaches 19.82%. Fermented cassava peels up to a level of 20% can increase the nutritional value and streamline the use of rations and income over feed costs broiler chickens. Fermented cassava peels is also able to increase protein digestibility and nitrogen retention, although cassava peels is not able to increase the relative weight of the digestive organs of broiler chickens. Fermented cassava leaves can also increase digestibility, although with the addition of cassava leaves there is a decrease in performance as the level increases. However, cassava leaves up to 20% non-toxic levels are used. The use of enzymes can also offset the negative impacts caused by the use of cassava leaves in feed. Cassava leaves with enzymes up to 3% do not disturb the digestive organs.

Keywords: agro-industrial waste, cassava leave, cassava peel, broiler

PENDAHULUAN

Singkong merupakan tanaman lokal Indonesia yang menjadi makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung. Berdasarkan Kementan (2018), produksi singkong mencapai 19,3 juta ton per tahun. Selain dimanfaatkan sebagai makanan, limbah dari hasil ikutan tanaman singkong seperti kulit, batang, dan daun juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Pengolahan limbah ini merupakan salah satu solusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan, serta dapat mengatasi dalam penyediaan bahan pakan ternak. Limbah singkong seperti kulit dan daun yang umum digunakan pada pakan ternak unggas. Kulit singkong bermanfaat sebagai sumber energi, dengan kandungan Total Digestible Nutrient (TDN) yaitu 79,8% (Khaeri *et al.* 2023). Daun singkong dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein karena kandungan protein kasar daun singkong mencapai 19,82% (Morgan dan Choct 2016).

Menurut Jamhidin *et al.* (2021), tepung kulit singkong sampai level 9% pada pakan ayam broiler dapat menjadi bahan pakan substitusi jagung dan dedak. Selain itu, tepung daun singkong dengan level

7,5% mampu meningkatkan produktivitas dan karkas ayam broiler (Noviadi dan Irwani 2017). Tepung daun singkong sampai level 3% tidak mengganggu kesehatan ayam (Ridla *et al.* 2023). Namun, dalam pemanfaatan limbah singkong ada beberapa faktor pembatas yaitu serat kasar tinggi dan adanya kandungan antinutrisi. Hal tersebut dapat menyebabkan limbah singkong tidak bisa dimanfaatkan secara optimal, sehingga menyebabkan pencernaan rendah. Menurut Oluwafemi dan Omaku (2017), adanya penurunan konsumsi pakan seiring dengan meningkatnya level tepung daun singkong dalam ransum.

Serat kasar terdiri dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selain serat kasar, karbohidrat terbagi menjadi *nitrogen free extraxt* atau BETN yang terdiri dari hemiselulosa, pectin, oligosakarida, starch, dan sugars. Bagian-bagian dari serat kasar dan BETN tersebut merupakan *non strach polysaccharides*. Serat kasar pada kulit singkong mencapai 15,82%, sedangkan daun singkong sebesar 12,89% (Morgan dan Choct 2016). Penggunaan serat kasar pada pakan ayam broiler maksimal 5-7% tergantung fase ayam (Direktorat pakan 2023). Hal tersebut dikarenakan unggas memiliki keterbatasan dalam memecah serat kasar. Serat kasar pada unggas berguna dalam membantu gerakan peristaltik usus, mencegah penggumpalan pakan pada seka, mempercepat laju digesta, dan memicu perkembangan organ pencernaan (Amrullah 2004). Salah satu cara mengatasi serat kasar yang tinggi pada pakan yaitu dengan penggunaan enzim *Non-Startch Polysaccharide* yang mampu menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida. Enzim *Non-Startch Polysaccharide* merupakan jenis multienzim yang komposisi dan daya cernanya berdasarkan polisakarida non pati. NSP terdiri dari β -glucanase, pectinase, protease, selulase, xylanase, mannanase, dan lain-lainnya (Dwinanti *et al.* 2023). Pemberian enzim *Non-Startch Polysaccharide* dapat menurunkan viskositas usus, sehingga dapat meningkatkan pencernaan (Schedle *et al.* 2016; Zduńczyka *et al.* 2020).

Selain serat kasar, kandungan antinutrisi dalam limbah singkong juga menjadi faktor pembatas dalam pemanfaatannya. Salah satu antinutrisi yang sangat berperan dalam limbah singkong yaitu asam sianida. Kandungan asam sianida pada kulit singkong yaitu 231 mg/kg dan daun singkong 183 mg/kg (Hermanto dan Fitriani 2018). Selain itu, pada penelitian Junior *et al.* (2019) bahwa asam sianida pada daun singkong segar dapat mencapai 560,9 mg/kg. Batas toleransi asam sianida pada ayam yaitu 0,5 – 3 mg/kg bobot badan (Hidayat 2009). Proses pengolahan pakan dapat menurunkan kandungan asam sianida. Menurut Madalla *et al.* (2016), proses pencacahan dan pengeringan dengan matahari mampu menurunkan 60% asam sianida. Selain itu, proses pelayuan menurunkan 58% asam sianida (Hang dan Preston 2005), pengeringan dengan oven juga bisa menurunkan 74,1-92,2 % (Junior *et al.* 2019), serta proses fermentasi dapat menurunkan sampai 99,74 % (Hermanto dan Fitriani 2018). Selain itu, dalam proses fermentasi juga dapat meningkatkan pencernaan protein dan menurunkan serat kasar (Santoso dan Aryani 2007). Review ini bertujuan untuk mengevaluasi pengolahan limbah singkong sebagai bahan pakan ayam broiler yang selanjutnya dapat dijadikan acuan dalam penggunaan limbah singkong pada pakan ayam broiler.

METODE

Review ini menggunakan metode sistematik review dengan teknik mengumpulkan data melalui studi literatur. Langkah pertama yaitu identifikasi literatur pada database akademik seperti Google Scholar, Scopus, PubMed, dan jurnal lainnya yang terkait. Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian literatur yaitu daun singkong, kulit singkong, limbah agorindustri pakan, pakan broiler, performa ayam broiler, nilai nutrisi limbah singkong, dan pencernaan ayam broiler. Selanjutnya, literatur yang didapatkan dilakukan seleksi untuk menyaring literatur yang relevan, berkualitas, dan berkaitan dengan topik review yang akan dilakukan. Literatur yang sudah dipilih kemudian dilakukan analisis, interpretasi, dan pemaparan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Daun Singkong terhadap Performa Ayam Broiler

Kulit singkong dimanfaatkan sebagai sumber energi. Penelitian Jamhidin *et al.* (2021), tepung kulit singkong sampai level 9% pada pakan ayam broiler dapat menjadi bahan pakan substitusi jagung dan dedak dengan nilai konversi ransum berkisar 1,91 – 2,07. Namun, tingginya level pemberian kulit singkong juga meningkatkan nilai konversi ransum. Sehingga, untuk mengatasi hal tersebut beberapa penelitian penggunaan kulit singkong pada pakan biasanya dilakukan proses fermentasi terlebih dahulu. Fermentasi adalah proses perubahan kimia pada suatu substrat organik yang dibantu oleh mikroba. Proses fermentasi mampu menurunkan kadar asam sianida sampai 99,74% (Hermanto dan Fitriani 2018), serta dapat meningkatkan pencernaan protein dan menurunkan serat kasar (Santoso dan Aryani 2007).

Hasil nilai nutrisi kulit singkong sebelum dan sesudah fermentasi disajikan pada Tabel 1. Menurut Khaeri *et al.* (2023) bahwa kulit singkong sebelum terfermentasi mengandung serat kasar 11,97% dengan protein kasar 5,51%, sedangkan kulit singkong terfermentasi mengandung serat kasar 8,43% dengan protein kasar 6,27%. Selain itu. Pada penelitian Hermanto dan Fitriani (2018) juga didapatkan bahwa kulit singkong segar mengandung 231 mg/kg asam sianida, 4,58% protein, dan 2,83% serat kasar, sedangkan kulit singkong terfermentasi mengandung 0,47 mg/kg asam sianida, 10,26% protein, dan 0,31% serat kasar. Lama proses fermentasi berpengaruh terhadap nilai nutrisi. Menurut Nurwahidah *et al.* (2022) bahwa kulit singkong terfermentasi dengan ragi tape yang disimpan selama 9 hari memberikan kualitas yang terbaik dengan kandungan nutrisi yaitu serat kasar 14,21% dan lemak kasar 1,79%.

Tabel 1. Nilai nutrisi kulit singkong sebelum dan sesudah fermentasi

Parameter	Sebelum fermentasi	Sesudah fermentasi	Sumber
Serat kasar	11,97%	8,43%	Khaeri <i>et al.</i> 2023
Protein kasar	5,51%	6,27%	Khaeri <i>et al.</i> 2023
Asam sianida	231 mg/kg	0,34 mg/kg	Hermanto dan Fitriani 2018
Protein kasar	4,58%	10,26%	Hermanto dan Fitriani 2018
Serat kasar	2,83%	0,31%	Hermanto dan Fitriani 2018
Serat kasar		14,21%	Nurwahidah <i>et al.</i> 2022
Lemak kasar		1,79%	Nurwahidah <i>et al.</i> 2022

Menurut Wolayan *et al.* (2023) bahwa kulit singkong terfermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* sampai level 20% mampu mengefisiensikan penggunaan ransum dan income over feed cost ayam broiler. Efisiensi ransum menggambarkan kemampuan ayam dalam memanfaatkan ransum, sedangkan nilai income over feed cost broiler didapatkan dari selisih pendapatan penjualan dengan biaya konsumsi ransum. Hal tersebut sejalan dengan Nurlaeni *et al.* (2022) bahwa fermentasi kulit singkong sampai level 10% dapat digunakan pada ransum ayam broiler. Berbeda dengan penelitian Putri *et al.* (2020) bahwa penambahan kulit singkong dengan bakteri asam laktat sampai level 150 ml/kg belum dapat meningkatkan pemanfaatan protein pada ransum ayam broiler. Pemanfaatan protein tersebut dilihat dari konsumsi protein, pencernaan protein, retensi nitrogen, dan massa protein daging. Namun, pada penelitian Putri *et al.* (2020) didapatkan bahwa pencernaan protein dan retensi nitrogen pada ransum dengan kulit singkong terfermentasi lebih tinggi dibandingkan ransum kontrol. Tinggi rendahnya nilai konsumsi protein dan pencernaan protein mempengaruhi jumlah retensi nitrogen (Saraswati *et al.* 2017). Hal tersebut dikarenakan jumlah protein yang dikonsumsi akan menentukan pemanfaatan nitrogen. Selain itu, kadar serat kasar yang tinggi dapat menurunkan retensi nitrogen karena nutrisi ransum yang susah dicerna (Putri *et al.* 2020). Penelitian Purwinarto *et al.* (2020) ditemukan bahwa kombinasi kulit singkong dan bakteri

asam laktat sampai level 150 ml/kg belum mampu meningkatkan bobot relatif organ pencernaan ayam broiler.

Pengaruh Penambahan Daun Singkong terhadap Performa Ayam Broiler

Daun singkong memiliki kandungan protein mencapai 19,82% (Morgan dan Choct 2016) dan nilai asam amino esensial terdiri atas threonine 4,4%; valine 5,6%; methionine 1,9%; isoleucine 4,5%; leucine 8,2%; phenylalanine 5,4%; dan lysine 5,9% (Phuc *et al.* 2000). Menurut Oluwafemi dan Omaku (2017), penggunaan daun singkong pada pakan tidak beracun sampai level 20%, namun adanya penurunan konsumsi pakan seiring dengan meningkatnya level tepung daun singkong dalam ransum broiler. Hal tersebut dikarenakan kandungan serat kasar yang tinggi dan asam sianida, sehingga menyebabkan pencernaan renah. Pencernaan rendah dapat diatasi dengan fermentasi atau penggunaan enzim.

Penelitian pada ayam broiler oleh Bhavna *et al.* (2024) ditemukan bahwa penambahan daun singkong fermentasi pada ayam fase grower terjadi penurunan konsumsi pakan dan bobot badan seiring dengan meningkatnya level daun singkong fermentasi, namun pencernaan protein kasar pada ayam lebih tinggi pada level penambahan 50 g/kg dibandingkan dengan 150 g/kg daun singkong fermentasi. Selain itu, konsumsi ransum pada ayam fase finisher meningkat seiring dengan level penambahan daun singkong fermentasi. Selain itu, penambahan daun singkong fermentasi sampai level 9% pada ayam broiler tidak memberikan perbedaan nyata pada terhadap bobot organ pencernaan, namun pada level 3% dan 6% mampu menurunkan bobot ventrikulus (Silitonga *et al.* 2023). Salah satu yang mempengaruhi perkembangan organ ventrikulus yaitu aktivitas kerja dalam mencerna serat kasar pakan (Mahmilia 2005).

Berdasarkan hasil Tabel 2 ditemukan bahwa penambahan daun singkong dengan enzim dapat menurunkan nilai konversi pakan. Enzim dapat mengimbangi dampak buruk yang disebabkan oleh penggunaan daun singkong pada pakan. Pada organ saluran pencernaan, daun singkong dengan enzim sampai level 3% tidak mengganggu organ pencernaan (^aAngriani *et al.* 2022). Penelitian Ridla *et al.* (2023) ditemukan bahwa daun singkong dengan enzim pada ayam broiler tidak mengganggu kesehatan dan meningkatkan nilai energi metabolis. Enzim *Non-Startch Polysaccharide* mampu mengatasi pakan yang memiliki serat kasar yang tinggi dan mengurangi efek negatif antinutrisi, sehingga meningkatkan pencernaan nutrisi. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Oluwafemi dan omaku (2017) bahwa penambahan enzim dapat membantu memecah dan mencerna daun singkong pada pakan. Enzim *Non-Startch Polysaccharide* mampu meningkatkan aktivitas amilase dan tripsin disaluran pencernaan (Yuan *et al.* 2008). Enzim amilase, protease, dan lipase disekresikan oleh pankreas berfungsi dalam memecah nutrisi pakan menjadi bentuk sederhana untuk diserap oleh tubuh. Enzim amilase berfungsi dalam membantu pemecahan pati, lipase membantu pemecahan lemak, dan tripsin membantu pemecahan protein. Selain itu, enzim *Non-Startch Polysaccharide* juga mampu meningkatkan pencernaan protein kasar dan aktivitas tripsin di pankreas dan usus halus (Yuan *et al.* 2017).

Tabel 2. Pengaruh penambahan tepung daun singkong dengan suplementasi enzim *Non-Startch Polysaccharide* dan protease pada pakan terhadap performa ayam broiler

Parameter	Tanpa Enzim	Enzim
Bobot badan (g)	799.08 ± 13.27	814.37 ± 12.63
Pertambahan bobot badan (g)	754.59 ± 13.41	770.77 ± 12.85
Konsumsi pakan (g)	1415,11 ± 32.18	1385.47 ± 28.95
Nilai konversi pakan	1,88 ± 0,03	1,78 ± 0,04
Mortalitas (%)	0.12 ± 0.19	0.07 ± 0.17

Sumber : ^aAngriani *et al.* (2022)

PENUTUP

Kesimpulan

Limbah singkong seperti kulit dan daun umum digunakan pada pakan ternak unggas. Kulit singkong berguna sebagai sumber energi, sedangkan daun singkong bisa digunakan sebagai protein. Pengolahan limbah singkong menjadi bahan pakan ternak mampu meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan, sehingga mampu meningkatkan performa pada ayam broiler. Selain itu, penggunaan kulit dan daun singkong sampai level 20% masih aman digunakan pada ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, I. K. (2004). *Nutrisi Ternak Broiler*. Bogor (ID): Lembaga Satu Gunung Budi.
- ^aAngriani, R., Hermana, W. & Ridla, M. (2022). Evaluation of Cassava Leaf Meal (*Manihot esculenta* Crantz) in Feed with Enzymes Supplementation on Broiler Performances. *E3S Web of Conferences*, 335, 00012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202233500012>.
- ^bAngriani, R., Hermana, W. & Ridla, M. (2022). The Effectiveness of Cassava Leaf Meal (*Manihot esculenta* Crantz) in Feed with Enzymes Supplementation on Broiler Digestive Organs. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 32(2), 264 – 273.
- Bhavna, A., Zindove, T. J., Iji, P. A., & Bakare, A. G. (2024). Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Sensory Evaluation of Broiler Chickens Fed Diets with Fermented Cassava Leaves. *Anim Biosci*, 37(7), 1225-1235.
- Direktorat Pakan. (2023). *Kumpulan SNI Pakan*. Jakarta:Kementrian Pertanian.
- Dwinanti, S. H., Zakaria, K., Amin, M., & Rarassari, M. A. (2023). Pemanfaatan Tepung *Lemna* sp. dan Enzim Non-Strach Polysaccharides (NSPs) pada Pakan Ikan Tambakan (*Helostoma temminckii*). *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 9(1), 1-8.
- Fasuyi, A. O. (2005). Nutrient Composition and Processing Effects on Cassava Leaf (*Manihot*
- Hang, D. T., & Preston, T. R. (2005). The effects of Simple Processing Methods of Cassava Leaf on HCN Content and Intake by Growing Pigs. *Livestock Res for Rural Develop*, 17(9).
- Hermanto, & Fitriani . (2018). Pengaruh Lama Proses Fermentasi terhadap Kadar Asam Sianida (HCN) dan Kadar Protein pada Kulit dan Daun Singkong. *JRTI*, 2(2), 169-180.
- Jamhidin, M. L., Indi, A., & Sandiah, N. (2021). Pengaruh Pemberian Tepung Kulit Singkong dalam Pakan terhadap Penampilan Ayam Broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 3(3), 349-352.
- Junior, E. N., Chistea, R. C., & Pena, R. S. (2019). Oven Drying and Hot Water Cooking Processes Decrease HCN Contents of Cassava Leaves. *Food Res Inter*, 119, 517-523.
- [KEMENTAN] Kementrian Pertanian. (2018). Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi, 2014 – 2018 Tersedia di: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>. Diakses pada 04 November 2024.
- Madalla, N., Agbo, N. W., & Jauncey, K. (2016). Evaluaton of Ground –Sundried Cassava Leaf Meal as Protein Source for Nile Tilapia *Oreochrois nilotica* (L) juvenile's diet. *Tanzania J of Agricultural Sci*, 15(1), 1-12.
- Khaeri, A., Agustini, A. L. D., & Atma, C. D. (2023). Analisa Kandungan Nutrisi pada Limbah Daun, Batang, dan kulit Singkong (*Manihot utilisima*) yang Difermentasi untuk Pakan Ternak Ruminansia. *Mandalika Veterinary Journal*, 3(1), 1-9.
- Mahmilia, F. (2005). Perubahan Nilai Gizi Tepung Eceng Gondok Fermentasi dan Pemanfaatannya Sebagai Ransum Ayam Pedaging. *JITV*, 10(2), 90–95.
- Morgan, N. K., & Choct, M. (2016). Cassava: Nutrient Composition and Nutritive Value in Poultry Diets. *Anim Nutr*, 2, 253-261.

- Noviadi, R., & Irwani, N. (2017). Produktivitas dan Karkas Broiler yang diberi Ransum Berbasis Tepung Daun Kassava dengan Penambahan Jintan Hitam (*Nigellasativa*). *Jurnal Kelitbang*, 5(1):1-7.
- Nurlaeni, L., Solehudin, Nabila, T. I., Wahyudin, Mansyur, & Setyawan, H. (2022). Review: Potensi Kulit Singkong sebagai Pakan Ternak Ayam Broiler. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 4(1), 19-26.
- Nurwahidah, J., Wardiman, B., & Syaggaf, A. W. (2022). Kualitas Kulit Singkong Fermentasi sebagai Pakan Ternak dengan Menggunakan Ragi Tape pada Level yang Berbeda. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(2), 140-144.
- Oluwafemi, R. A., & Omaku, G. (2017). Nutritional Evaluation of Cassava Leaf Meal based Diets on Broiler Starter Chicks Performance. *Inter J of Food Sci and Nutr*, 2(2), 42-45.
- Phuc, B. H. N., Ogle, B., & Lindeberg, J. E. (2000). Effect of Replacing Soybean Protein with Cassava Leaf Protein in Cassava Root Meal based Diets for Growing Pigs on Digestibility and N Retention. *Anim Feed Sci Tech*, 83, 223-235.
- Purwinarto, Suprijatna, E., & Kismiati, S. (2020). Pengaru Penambahan Kulit Singkong dan Bakteri Asam Laktat sebagai Aditif Pakan terhadap Profil Saluran Pencernaan Ayam Pedaging. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(1), 101-109.
- Putri, S. A., Suprijatna, E., & Mahfudz, D. (2020). Pengaruh Penambahan Aditif Pakan Berupa Kulit Singkong dan Bakteri Asam Laktat terhadap Pemanfaatan Protein Ransu Ayam Broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 15(3), 287-293.
- Ridla, M., Angriani, R., & Hermana, W. (2023). Impact of Cassava Leaf Meal as a Rice Bran Substitute and Enzyme Supplementation on Lymphoid Organ Weight and Digestibility in Broiler Chickens. *Buletin Peternakan*, 47(3), 184-189.
- Saraswati, Atmomarsono U, & Kismiati S. (2017). Pengaruh Sumber Protein Berbeda terhadap Laju Alir Pakan, Kecernaan Protein dan Retensi Nitrogen Ayam Lokal Persilangan. *JSPI*. 12(4):372-378. doi:10.31186/jspi.id.12.4.372-378.
- Silitonga, L., Wibowo, S., Yuanita, I., Ma'rifah, S., & Putriani, N. (2023). Pengaru Pemberian Tepung Daun Singkong (*Manihot utilisima* Pohl.) Fermentasi terhadap Bobot Karkas dan Organ Pencernaan Ayam Broiler. *Ziraa'ah*, 48(3), 394-404.
- Schedle, K., Humer, E., Leitgeb, R., Freudenberger, G., Ebner, K. M. & Schwarz, C. (2016). Inclusion of NSP-Hydrolysing Enzymes in Diets for Broiler Chicks Containing Increasing Contents of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS). *J of Land Management, Food and Environ*, 67(4), 185-198.
- Wolayan, F. R., Kumajas, N. J., & Rumerung, S. N. (2023). Pemanfatan Kulit Umbi Kayu Terfermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* dalam Ransum terhadap Efisiensi Ransum Broiler. *Zootec*, 43(2), 168-176.
- Yuan, J., Yao, J., Yang, F., Yang, X., Wan, X., Han, J., Wang, Y., Chen, X., Liu, Y., Zhou, Z., Zhou, N., & Feng, X. (2008). Effects of Supplementing Different Levels of a Commercial Enzyme Complex on Performance, Nutrient Availability, Enzyme Activity and Gut Morphology of Broilers. *Asian-Australas. J Anim Sci*, 21, 692–700.
- Yuan, L., Wang, M., Zhang, X., & Wang, Z. (2017). Effects of Protease and Non-starch Polysaccharide Enzyme on Performance, Digestive Function, Activity and Gene Expression of Endogenous Enzyme of Broilers. *PLoS ONE*, 12(3), e0173941
- Zduńczyka, Z., Jankowskib, J., Mikuliskib, D., Zduńczyka, P., Juśkiewicz, J., & Slominskic, B. A. (2020). The Effect of NSP-degrading Enzymes on Gut Physiology and Growth Performance of Turkeys Fed Soybean Meal and Peas-based Diets. *Anim Feed Sci and Technol*, 263, 114448.