

Kualitas Fisik dan pH Ampas Sagu Melalui Pengolahan Amoniasi dan Biofermentasi Menggunakan Ragi Tempe

(Physical Quality and pH of Sago Dregs Through Ammoniation and Biofermentation Processing Using Tempe Yeast)

Afsitin Joan Tatra^{1*}, Wa Laili Salido¹, Ristina¹

¹ Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Jl. Pemuda No 339. Tahoa, Kec. Kolaka, Kab. Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia 93561

* *Corresponding author:* afsitinjt@gmail.com

Abstrak. Ampas sagu dapat menjadi alternatif pakan sumber serat pada ternak ruminansia karena kandungan serat kasar yang cukup tinggi tetapi kandungan protein yang rendah membutuhkan pengolahan untuk dapat meningkatkan kualitasnya. Pengolahan kombinasi pada penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik dan pH dari ampas sagu yang diolah melalui biofermentasi menggunakan ragi tempe dan amoniasi. Penelitian ini menggunakan ampas sagu yang telah dikeringkan hingga mencapai kadar air 50% dengan rancangan percobaan acak lengkap dengan 5 perlakuan yang terdiri dari P0 (Ampas sagu tanpa perlakuan), P1 (Ampas sagu dengan penambahan 5% Urea), P2 (P1 ditambah ragi tempe 2 gr/kg), P3 (P1 ditambah ragi tempe 3 gr/kg), dan P4 (P1 ditambah ragi tempe 4 gr/kg) yang masing-masing perlakuan 4 ulangan yang di inkubasi selama 3 hari pada suhu ruang dengan parameter yang diamati yaitu warna, aroma tekstur dan pH. Hasil sidik ragam kualitas fisik yang dihasilkan pada penelitian ini berdasarkan aroma dan tekstur tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) pada semua perlakuan dengan aroma yang tidak asam, tidak busuk dan tekstur yang padat tidak menggumpal dan tidak berlendir sedangkan untuk warna P1 berbeda sangat nyata ($P < 0.01$) dari perlakuan lainnya yaitu terjadi perubahan warna dari warna asli ampas sagu yang cokelat muda menjadi coklat. Perlakuan pada penelitian ini memberi pengaruh yang sangat nyata ($P < 0.01$) pada nilai pH semua perlakuan dimana nilai pH P2 lebih rendah dan bersifat asam dibandingkan dengan pH perlakuan lain yang lebih tinggi dengan kisaran dari netral ke basa.

Kata Kunci : Ampas sagu, biofermentasi, amoniasi, ragi tempe

Abstract. Sago dregs can be an alternative feed source of fiber in ruminants because the crude fiber content is quite high but the low protein content requires processing to improve its quality. The combination processing in this study aims to determine the physical quality and pH of sago dregs processed through biofermentation using tempe yeast and ammoniation. This study uses sago dregs that have been dried to reach 50% moisture content with a complete randomized experimental design with 5 treatments consisting of P0 (Sago dregs without treatment), P1 (Sago dregs with the addition of 5% Urea), P2 (P1 plus 2 gr/kg tempe yeast), P3 (P1 plus 3 gr/kg tempe yeast), and P4 (P1 plus 4 gr/kg tempe yeast), each treatment with 4 replicates incubated for 3 days at room temperature with observed parameters namely color, odor, texture and pH. The results of variance analysis of the physical quality produced in this study based on aroma and texture were not significantly different ($P > 0.05$) in all treatments with an odor that was not sour, not rotten and a solid texture that was not lumpy and not slimy, while for the color P1 was significantly different ($P < 0.01$) from the other treatments, there was a change in color from the original color of light brown sago dregs to brown. The treatment in this study gave a very significant effect ($P < 0.01$) on the pH value of all treatments where the pH value of P2 was lower and acidic compared to the pH of other treatments which was higher with a range from neutral to alkaline.

Keywords : Sago Dregs, biofermentation, ammoniation, tempe yeast

1. Pendahuluan

Ampas sagu merupakan hasil akhir dari proses pengolahan tepung sagu yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Proses pengolahan tepung sagu akan menghasilkan ampas sagu dengan perbandingan 1 : 6 yang artinya satu kilogram tepung sagu yang dihasilkan menyisakan 6 kilogram ampas sagu [1]. Ampas sagu yang tidak dimanfaatkan dapat menjadi limbah yang mencemari lingkungan terutama sungai yang menjadi dangkal karena umumnya pengolahan tepung sagu terdapat dialiran sungai. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi limbah dari pengolahan tepung sagu yaitu dengan memanfaatkan ampas sagu menjadi pakan terutama untuk ternak ruminansia karena ampas sagu masih mengandung bahan organik yang cukup tinggi terutama kandungan serat kasar yang merupakan salah satu nutrisi yang sangat dibutuhkan oleh ternak ruminansia sebagai sumber energi mikroba dalam rumen.

Pemanfaatan ampas sagu sebagai pakan ternak dapat diberikan secara langsung kepada ternak atau diolah terlebih dahulu. Pengolahan ampas sagu sebelum diberikan dilakukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi ampas sagu terutama kandungan protein kasar karena ampas sagu hanya memiliki kandungan protein kasar berkisar 2.1% [2], sehingga dibutuhkan metode pengolahan yang dapat meningkatkan kualitas nutrisi ampas sagu terutama kandungan protein kasar. Pengolahan pakan dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu pengolahan fisik, pengolahan kimia, pengolahan biologi atau kombinasi dari pengolahan fisik, kimia dan biologi. Pengolahan fisik diantaranya pemanasan, penggilingan, pemotongan dan lain-lain, pengolahan kimia diantaranya amoniasi yaitu penambahan urea, penambahan asam-asam organik dan penambahan alkali (natrium hidroksida, kalsium hidroksida), pengolahan biologi diantaranya penambahan enzim, bakteri, dan jamur [3][4].

Pengolahan kombinasi sudah sering dilakukan untuk menghasilkan hasil pengolahan yang lebih baik. Pada pengolahan ampas sagu pengolahan kombinasi sudah dilakukan diantaranya dengan menggunakan pengolahan kimia dengan penambahan urea atau amoniasi yang dikombinasikan dengan pengolahan biologi. Pengolahan kimia pada ampas sagu secara amoniasi atau penambahan urea yang dikombinasikan dengan pengolahan biologi menggunakan mikroorganisme jamur seperti *Aspergillus Niger*, jamur tiram putih, *Rhizopus*, *Sp* sudah sering digunakan tetapi jenis-jenis jamur ini jika dalam bentuk murni susah untuk diperoleh apalagi bagi petani-petani sagu yang ada dipedesaan sehingga penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ragi tempe yang merupakan hasil perbanyakan dari jamur *Rhizopus Oligosporus* yang menghasilkan spora yang diawetkan dalam keadaan kering bersama medium tempat tumbuh jamur tersebut [5] yang mudah diperoleh dan harganya lebih terjangkau sedangkan penambahan urea atau amoniasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan protein kasar dari ampas sagu.

Kualitas suatu pakan dapat dilihat dari kualitas fisik, kimia dan biologi. Kualitas fisik atau organoleptik yang umum diukur adalah warna, aroma, dan tekstur, kualitas kimia adalah mengukur pH dan kandungan nutrisi dari suatu pakan sedangkan kualitas biologis adalah pengukuran pencernaan bahan pakan baik secara *in vitro*, *in sacco* dan *in vivo*. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas pakan secara fisik yaitu warna, aroma, tekstur dan pH ampas sagu yang diolah secara kimi dan biofermentasi karena kualitas fisik dapat menunjukkan keberhasilan suatu pengolahan pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik dan pH ampas sagu yang diolah melalui proses biofermentasi dengan ragi tempe dan amoniasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan ampas sagu yang berasal dari Desa Simbune Kabupaten Kolaka Timur, aquadest, urea, ragi tempe, mikroorganisme lokal (MOL) dengan alat yang digunakan terpal, timbangan, kompor, panci, toples 1 liter, pH meter.

2.1. Prosedur

2.1.1. Fermentasi Ampas Sagu

Ampas sagu yang diambil dari Desa Simbune dikeringkan dibawah sinar matahari menggunakan alas terpal sampai kadar air $\pm 50\%$. Ampas sagu yang telah dikeringkan dikukus terlebih dahulu selama 30 menit untuk mensterilkan ampas sagu dari organisme-organisme lain sebelum dilakukan perlakuan dengan ragi. Ampas sagu yang telah dingin setelah proses pengukusan diberi tambahan urea sebanyak 5% dari bobot ampas sagu dan ragi tempe 2 gr/kg, 3gr/kg, 4 gr/kg. Ampas sagu dengan penambahan urea dan ragi tempe masing-masing perlakuan dimasukkan kedalam toples 1 liter sambil dipadatkan. Toples yang telah diisikan sampel ditutup rapat sehingga tidak ada udara yang dapat masuk dan diinkubasi selama 3 hari [6].

2.1.2. Kualitas Fisik

Ampas sagu yang telah diinkubasi selama 3 hari untuk ragi tempe dan 21 hari untuk MOL dibuka dan diambil sampel sebanyak 5 gr dari masing-masing sampel untuk dianalisis kualitas fisik secara organoleptik oleh panelis tidak terlatih dengan indikator kualitas fisik sesuai dengan Tabel 1.

2.1.3. Analisis pH

Ampas sagu yang akan dianalisis pH ditimbang dan ditambahkan aquadest dengan perbandingan 1:10 kemudian diblender untuk menghomogenkan sampel dan dianalisis pH menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu.

Tabel 1. Standar penilaian kualitas fisik ampas sagu fermentasi

Indikator	Karakteristik	Score
Warna	Coklat muda	3-3.9
	Coklat	2-2.9
	Coklat Tua	1-1.9
Aroma	Asam	3-3.9
	Tidak asam/tidak busuk	2-2.9
	Busuk	1-1.9
Tekstur	Padat (remah-remah, tidak menggumpal, tidak berlendir	3-3.9
	Sedikit lembek (agak berlendir dan menggumpal	2-2.9
	Lembek (berair, menggumpal dan berlendir	1-1.9

Sumber: Hanifah et al [7]

2.1.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan masing-masing perlakuan menggunakan 4 ulangan dan rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap. Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari

P0 : Ampas sagu tanpa perlakuan

P1 : Ampas sagu + 5% urea

P2 : Ampas sagu + 5% urea + Ragi 2 gr/kg

P3 : Ampas sagu + 5% urea + Ragi 3 gr/kg

P4 : Ampas sagu + 5% urea + Ragi 4 gr/kg

2.1.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam ANOVA dan hasil yang berbeda nyata akan diuji lanjut menggunakan uji lanjut DUNCAN

3. Hasil dan Pembahasan

Kualitas fisik merupakan salah satu indikator yang selalu digunakan untuk melihat keberhasilan pengolahan fermentasi pakan karena kualitas fisik dapat mengindikasikan keberhasilan suatu proses ensilase. Kualitas fisik yang diamati terdiri dari warna, aroma, tekstur dan pH dari pakan yang difermentasi. Kualitas fisik ampas sagu melalui pengolahan biofermentasi dan amoniasi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Kualitas fisik ampas sagu biofermentasi ragi tempe dan amoniasi

Perlakuan	Parameter		
	Warna	Aroma	Tekstur
P0	3.40 ^a	2.77	3.53
P1	2.13 ^b	2.47	3.13
P2	3.14 ^a	2.75	3.16
P3	3.03 ^a	2.62	3.21
P4	3.18 ^a	2.71	3.28

Ket : angka yang diikuti superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ($P < 0.01$)

3.1. Warna

Warna merupakan indikator yang umum digunakan untuk melihat kualitas fisik dari proses fermentasi. Warna hasil fermentasi pakan yang menyerupai dengan warna setelah fermentasi mengindikasikan bahwa terjadi proses fermentasi yang baik [8] [9]. Hasil sidik ragam menunjukkan penambahan ragi tempe memberi pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap warna ampas sagu. Skor warna pada penelitian ini berkisar dari 3.4 – 2.13 yaitu dari warna coklat muda sampai warna coklat. Penambahan ragi tempe mampu mempertahankan warna ampas sagu tetap coklat muda seperti ampas sagu tanpa perlakuan sedangkan ampas sagu yang hanya ditambahkan urea tanpa ragi tempe terjadi perubahan warna dari warna coklat muda menjadi warna coklat. Hal ini dapat terjadi diduga karena jamur pada ragi tempe mempercepat penggunaan oksigen pada proses fermentasi ampas sagu pada P2, P3 dan P4 sedangkan pada P1 hanya perlakuan penambahan urea sehingga penggunaan oksigen pada proses respirasi terjadi lebih lambat sehingga warna ampas sagu berubah menjadi coklat. Perubahan warna pada proses fermentasi dapat terjadi akibat proses respirasi aerobik yang masih berlangsung akibat masih adanya oksigen [10].

3.2. Aroma

Silase yang terfermentasi dengan baik tidak memiliki aroma yang kuat karena asam laktat dan asam-asam organik yang terbentuk pada proses fermentasi hampir tidak berbau tetapi aroma khas seperti bau cuka yang tercium ketika produk fermentasi dibuka dari kemasan berasal dari asam asetat yang mempunyai konsentrasi terbanyak kedua setelah asam laktat dan mempunyai sifat cepat menguap sehingga tercium aroma asam ketika kemasan fermentasi dibuka [11]. Hasil sidik ragam menunjukkan penambahan ragi tidak memberi pengaruh yang nyata ($P > 0.05$) terhadap aroma pada penelitian ini, dengan skor aroma berkisar dari 2.47 – 2.77 yang mempunyai karakteristik aroma tidak asam dan tidak busuk, hal ini dapat terjadi karena berkembangnya mikroorganisme basil yang merupakan mikroorganisme yang pertama berkembang pada proses fermentasi setelah proses pembusukan aerobik yang disebabkan adanya penambahan ragi tempe yang menyebabkan aroma yang terjadi tidak asam seperti pada produk fermentasi lainnya karena ragi yang merupakan bahan yang mengalami pembusukan aerobik yang melibatkan suhu yang tinggi sehingga menyebabkan aroma yang terbentuk seperti bau tanah dan memiliki pH yang tinggi [12].

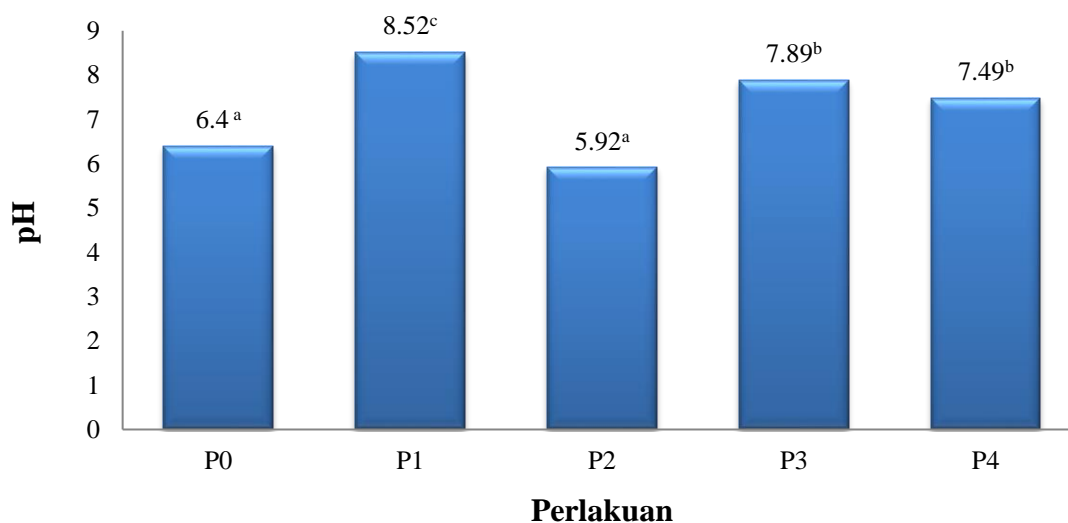
3.3. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu parameter kualitas fisik dari pakan fermentasi yang dapat membuat suatu produk fermentasi bisa dikatakan berkualitas baik atau buruk [13]. Hasil sidik ragam pada penelitian ini menunjukkan perlakuan penambahan ragi tempe tidak memberi pengaruh yang nyata ($P > 0.05$) terhadap tekstur dengan nilai skor tekstur pada penelitian ini berkisar 3.13 – 3.53 yang mempunyai karakteristik padat (remah-remah, tidak menggumpal, tidak berlendir). Tekstur padat, tidak menggumpal dan tidak berlendir pada penelitian ini diduga terjadi karena kandungan air pada ampas sagu yang digunakan dikurangi terlebih

dahulu menjadi 50% dengan cara dijemur di bawah panas matahari karena kadar air mempengaruhi suatu tekstur pakan fermentasi [9]. Pakan atau bahan pakan yang difermentasi dengan kadar air yang tinggi menghasilkan tekstur yang basah dan kadar air 50% pada bahan pakan mampu meningkatkan bahan kering, protein kasar, bahan organik [12].

3.4 Derajat keasaman (pH)

Derajat asam atau pH merupakan salah satu uji sederhana dan tercepat untuk menguji kualitas silase dan dapat digunakan untuk menentukan keberhasilan suatu produk fermentasi [8]. Nilai pH ampas sagu yang diolah melalui biofermentasi menggunakan ragi tempe dan amoniasi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Nilai pH ampas sagu biofermentasi ragi temped an amoniasi

Hasil sidik ragam pH pada penelitian ini (gambar 1) menunjukkan perlakuan penambahan ragi memberi pengaruh yang sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap pH ampas sagu. Nilai pH P2 sangat nyata berbeda terhadap P1, P3 dan P4 tetapi tidak berbeda nyata terhadap P0 dan nilai pH P3 dan P4 tidak berbedanya nyata diantara keduanya tapi berbeda nyata terhadap P1. Nilai pH penelitian ini berkisar 5.92 -8.52, dengan pH terendah pada ampas sagu yang ditambahkan ragi tempe sebanyak 2gr/kg (P2) dan pH tertinggi terdapat pada ampas sagu yang hanya diberi tambahan urea tanpa ragi tempe (P1). Tingginya nilai pH pada P1 (8.52) karena hanya diberi tambahan urea sehingga yang terjadi hanya proses amoniasi yang memiliki pH yang tinggi atau bersifat basa, pH tinggi juga diperoleh pada penelitian amoniasi jerami padi dengan pH yang diperoleh berkisar 8.7 – 8.9 [13] dan 7.96 – 8.80 [14].

Nilai pH P3 dan P4 berbeda nyata lebih tinggi dari pada P1. P3 dan P4 berkisar di pH netral yaitu 7.49 – 7.89, hal ini dapat terjadi karena ragi tempe yang diberikan lebih banyak dibandingkan P1 yang diduga ragi tempe dalam jumlah 3 gr/kg dan 4 gr/kg menyebabkan lebih banyak jamur yang terbentuk dan terjadi peningkatan aktivitas proteolitik kapang yang menyebabkan protein dari urea yang ditambahkan pada P3 dan P4 akan diuraikan oleh jamur menjadi asam-asam amino sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan yang diikuti dengan meningkatnya nilai pH [15], sedangkan pada P1 dengan penambahan ragi tempe sebanyak 2 gr/kg tidak terjadi peningkatan aktivitas proteolitik kapang sehingga pH P1 menjadi lebih rendah atau asam. Nilai pH pada P1 masih cukup tinggi bila dibandingkan dengan nilai pH ampas sagu yang difermentasikan dengan penambahan EM4 tanpa urea yaitu 3.4 – 3.5 [16] tetapi tidak

terlalu berbeda dengan nilai yang diperoleh pada pengolahan kombinasi jerami padi yang diberi perlakuan penambahan urea dengan EM4 dan MOL yang mempunyai nilai pH berkisar 5.54 -5.69 [17]. Masih tingginya pH pada P1 diduga karena adanya penambahan urea yang membuat kandungan nitrogen meningkat sehingga proses fermentasi tidak berjalan dengan baik karena adanya kapasitas penyangga (*Buffering capacity*) misalnya pada pakan yang mempunyai kandungan protein dan abu yang tinggi [10][18].

4. Kesimpulan

Kualitas fisik ampas sagu yang diolah melalui proses biofermentasi ragi tempe dan amoniasi berdasarkan aroma dan tekstur tidak berbeda disemua perlakuan sedangkan untuk warna perlakuan P1 tanpa penambahan ragi tempe terjadi perubahan warna dari warna asli ampas sagu yang coklat muda menjadi coklat. P2 mempunyai pH yang bersifat asam dibandingkan dengan P1, P3 dan P4 dengan nilai pH 5.92, sehingga P2 berdasarkan kualitas fisik pakan fermentasi mempunyai warna, aroma, tekstur dan nilai pH yang asam mendekati standar fermentasi pakan yang baik

5. Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sembilanbelas November (USN) Kolaka dan Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan USN Kolaka yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan subangsi dalam pengumpulan data penelitian.

6. Daftar Pustaka

- [1] Haedar dan Jasman. 2017. Pemanfaatan Hasil ikutanSagu (Metroxylon Sagu) sebagai Bahan Dasar Pakan Unggas. Jurnal Equilibrium. Vol. 6, No. 1, hal. 5-13.
- [2] Sangadji, I., Patty, C.W, dan Salamena, J.F. 2019. Kandungan Serat Kasar Ampas Sagu Hasil Fermentasi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan penambahan urea. Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman. Vol 7(1):20-25
- [3] Sarnklong, C., J.W. Coneja, W. Pellikaan, and W.H. Hendriks. 2010. Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: a review. Asian Australas. J. Anim. Sci. 23:680-692.
- [4] Jayanegara, A., Ayinda, R.S.K., and Laconi, E.B. 2017. Urea Treatment of rice straw at elevated temperature and pressure : Effect on fiber content , rumen fermentation and digestibility. Journal of The Indonesian Tropical Animal Agriculture. 42(2) : 81-87
- [5] Surbakti, E.S.P., Duniaji, A.S, dan Nocianitri, K.A. 2022. Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Pertumbuhan *Rhizopus oligosporus* DP02 Bali dalam Pembuatan Ragi Tempe. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan: 11 (1) 2022 92-99
- [6] Nuraini, V., Puyanda, I.R., Kunciati, W.A.S, dan Margareta, L.A. 2021. Perubahan kimia dan mikrobiologi tempe busuk selama fermentasi. Jurnal Agroteknologi. Vol. 15 (2) : 127-137
- [7] Hanifah,W., Febrina, D., Elviryadi., Jati, P.Z, dan Fatah, A. 2023. Physical Quality of Sago Waste Silage with Different Concentrations of Cattle's Rumen Liquid. Jurnal Peternakan, 20(2) : 57-64
- [8] Falola, O.O., Alasa, M.C, and Babayemi, O.J. 2013. Assessment of Silage Quality and Forage Acceptability of Vetiver Grass (*Chrysopogon zizanioides* L. Roberty) Ensiled with Cassava Peels by Wad Goat. Pakistan Journal of Nutrition 12 (6) :529 – 533

- [9] Marhamah, S.U., Akbarillah, T., dan Hidayat, H. 2019. Kualitas nutrisi pakan konsentrat fermentasi berbasis bahan limbah ampas tahu dan ampas kelapa dengan komposisi yang berbeda serta tingkat akseptabilitas pada ternak kambing. *J Sain Peternakan Indones* 14:145–153
- [10] Christi, R.F., Rochana, A., dan Hernaman, I. 2018. Kualitas Fisik dan Palatabilitas Konsentrat Fermentasi dalam Ransum Kambing Perah Peranakan Etawa. *Jurnal Ilmu Ternak* : 18 (2) : 121-125
- [11] Kung, L., Shaver, R.D., Grant, R.J., dan Schmidt, R.J. 2018 Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J Dairy Sci* 101: 4020–4033
- [12] Miksusanti, M., Sandi, S., Yosi, F., Sahara, E., dan Rofiq, N. 2019. The the change of nutrients rations quality of feed fermented with different moisture content. *Indones J Environ Manage Sustain* 3:47–53
- [13] Yuan, H., Zhang, Y., Li, X., Meng, Y., Liu, C., Zou, D, and Liu, Y. 2014. Effect of ammoniation pretreatment at Low moisture content on anerobic digestion performance of rice straw. *Bioresources*, 9(4) : 6707 – 6718
- [14] Yuan, H., Guan, R., Wachemo, A.C., Zhang, Y., Zuo, X, and Li, X. 2019. Improving physicochemical characteristics and anaerobic digestion performance of rice straw via ammonia pretreatment at varying concentration and moisture levels. *Chinese Journal of Chemmical Engineering, CJCHE*-01536; No of Pages 7
- [15] Yusuf, A.I., Nazaruddin., dan Amaro, M. 2021. Analisis Mutu Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Tempe Kedelai dengan Penambahan Sari Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*) pada Proses Perendaman Kedelai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, Vol 7 Nomor 2 : 41 – 52
- [16] Allaily, A., Samadi, dan Fitriani, A. 2023. Kualitas ampas sagu yang difermentasi menggunakan EM4 untuk pakan ternak terhadap pH, populasi BAL dan total bakteri. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 25(2) :150 -155
- [17] Husnaeni, H., Tatra, A.J, dan Bahari, D.I. 2024. Pengaruh Teknologi Amofer terhadap kualitas fisik dan pH jerami padi organik dan anorganik. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 7(2) : 96 - 107
- [18] Despal., Permana, I.G., Safarina, S.N dan Tatra, A.J. Penggunaan Berbagai Sumber Karbohidrat Terlarut Air untuk Meningkatkan Kualitas Silase Daun Rami. *Media Peternakan*, April 2011, hlm. 69-76