

DERAJAT HIDROLISIS PROTEIN LIMBAH ROTI YANG DIINKUBASI DENGAN LAMA WAKTU BERBEDA UNTUK PENINGKATAN KANDUNGAN NUTRISI PAKAN IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)

Ahmad¹, Murni^{1*}, Andi Khaeriyah¹

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Makassar

*e-mail korespondensi: murni@unismuh.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui derajat hidrolisis protein yang diinkubasi dalam cairan rumen sapi dengan lama waktu yang berbeda terhadap kualitas limbah roti. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2016. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 9 satuan percobaan. Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis dengan menggunakan analisis varian, sesuai dengan rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata derajat hidrolisis protein (PK) optimal diperoleh pada perlakuan C (18 jam) sebesar 14,05%, disusul perlakuan B (12 jam) sebesar 1,25% dan terendah pada perlakuan A (6 jam). Rata-rata kandungan BETN meningkat sekitar 48-51%, nilai tersebut memenuhi kebutuhan karbohidrat ikan nila. Rata-rata kadar serat kasar dan kadar lemak kasar mengalami penurunan dengan waktu inkubasi 6 jam.

Kata kunci : Cairan rumen sapi, derajat hidrolisis protein, ikan nila, limbah roti

Abstract

This study aims to determine the degree of protein hydrolysis in bread waste incubated in cow rumen fluid for different durations. The research was conducted from March to April 2016. A Completely Randomized Design (CRD) was used with 3 treatments and 3 repetitions, resulting in 9 experimental units. The data obtained from this study will be analyzed using variance analysis, according to the CRD. The results showed that the highest average degree of protein hydrolysis (PH) was achieved in treatment C (18 hours) at 14.05%, followed by treatment B (12 hours) at 1.25%, and the lowest in treatment A (6 hours). The average non-fiber carbohydrate content increased by approximately 48-51%, meeting the carbohydrate requirements for tilapia. The average crude fiber and crude fat content decreased with a 6-hour incubation period.

Keywords: Cow rumen fluid, protein hydrolysis degree, tilapia, bread waste

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha budidaya ikan. Oleh sebab itu, pakan harus berkualitas dengan kuantitas yang tepat sesuai dengan kebutuhan ikan untuk menentukan kelangsungan hidup dan percepatan pertumbuhan (Angriani *et al.*, 2020). Para pembudidaya ikan masih dihadapkan pada rendahnya tingkat pencernaan pakan pada ikan khususnya pada larva ikan, sehingga pertumbuhannya rendah (Rambet *et al.*, 2016). Untuk itu, diperlukan bahan yang mampu meningkatkan pencernaan ikan dan meningkatkan produksi.

Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan pemberian pakan buatan yang bahan bakunya berasal dari limbah roti yang

diinkubasi dengan cairan rumen. Proses inkubasi merupakan salah satu upaya dalam memaksimalkan pemanfaatan limbah sayur sebagai bahan baku pakan ikan melalui proses metabolisme dimana enzim dari mikroorganisme melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisis dan reaksi kimia lainnya terjadi perubahan kimia pada substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu (Basri, 2017; Jusadi dan Utomo, 2013).

Selanjutnya dijelaskan Jusadi dan Utomo, (2013); Murni *et al.*, (2021), bahwa tujuan fermentasi adalah memanfaatkan kerja mikroorganisme dalam menghidrolisis bahan-bahan yang berserat kasar menjadi bahan-bahan yang mudah dicerna seperti karbohidrat dan protein. Mikroorganisme yang

dimanfaatkan dapat berbentuk 'probiotik' (bakteri, jamur, khamir atau campurannya) atau dapat berupa 'produk fermentasi' atau produk ekstrak dari suatu proses fermentasi (Farliansyah, 2020).

Limbah roti merupakan salah satu alternatif bahan baku pakan sumber protein asal nabati yang tinggi dan jumlahnya melimpah, sehingga diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku pakan yang ekonomis (Narisetty *et al.*, 2021). Namun kendala yang dihadapi dalam pemanfaatan limbah roti adalah rendahnya nilai nutrisi dan berserat tinggi (Narisetty *et al.*, 2021) sehingga dengan adanya penambahan cairan rumen diharapkan mampu menghidrolisis protein sebagai sumber energi yang dapat digunakan untuk tumbuh. Penambahan cairan rumen pada bahan baku pakan ikan diharapkan dapat meningkatkan derajat hidrolisis limbah roti yang inkubasi dengan cairan rumen sebagai pakan ikan nila.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat derajat hidrolisis protein yang diinkubasi cairan rumen sapi dengan lama waktu yang berbeda terhadap kualitas limbah roti. Sedangkan kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi kepada para pembudidaya tentang lama waktu yang efektif dalam proses inkubasi sebagai upaya peningkatan kualitas nutrisi limbah roti untuk pakan ikan nila.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan maret sampai bulan april 2016. Lokasi penelitian masing-masing di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar untuk proses Inkubasi dan analisis kimia di Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar, untuk analisis laboratorium.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah roti, cairan rumen sapi, aquades, ember dan toples kecil sebagai tempat media, kain katun sebagai penyaring cairan rumen yang kasar, thermometer, kertas lakmus, dan sentrifugasi. Isi rumen sapi diambil dari Rumah

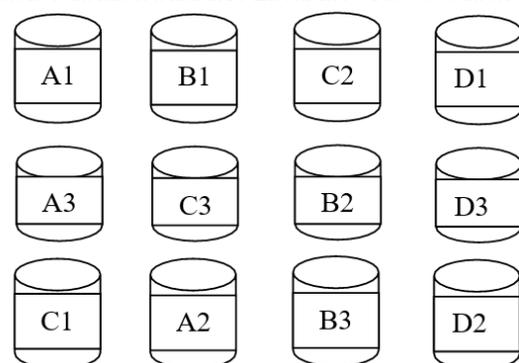
Pemotongan Hewan (RPH) Sungguminasa Gowa. Cairan rumen sapi diambil dari isi rumen sapi dengan cara filtrasi (penyaringan dengan kain katun) dibawah kondisi dingin. Cairan rumen hasil filtrasi disentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada suhu 4 0C untuk memisahkan supernatan dari sel-sel dan isi sel mikroba. Supernatan kemudian diambil sebagai sumber enzim kasar (Lee *et al.* 2000).

Proses Inkubasi Limbah Roti

Penelitian ini diawali dengan memblender limbah roti selanjutnya dilakukan inkubasi menggunakan cairan rumen dengan dosis 15 ml, dan disimpan selama waktu inkubasi sesuai perlakuan. Semua bahan disemprot dengan larutan cairan rumen secara merata, selanjutnya dimasukkan dalam wadah plastik. Setelah proses inkubasi selesai, limbah roti yang telah diinkubasi disimpan pada ruangan yang tertutup selanjutnya dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kandungan air, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN, abu dengan metode AOAC (1990) dan selanjutnya dilakukan analisis derajat hidrolisis.

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 9 unit percobaan. Tata letak satuan percobaan setelah dilakukan pengacakan disajikan pada Gambar 1. Perlakuan A = Lama waktu Inkubasi Limbah roti 6 Jam; Perlakuan B = Lama waktu Inkubasi Limbah roti 12 Jam; Perlakuan C = Lama waktu Inkubasi Limbah roti 18 Jam.



Gambar 1. Tata letak satuan percobaan setelah pengacakan

Peubah yang Diamati

Adapun peubah yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Derajat Hidrolisis Protein

Derajat hidrolisis protein pakan dihitung dengan rumus seperti tertera dalam Aslamyiah (2006):

$$DHP = \frac{P_0 - P_t}{P_0} \times 100$$

Keterangan :

DHP= Derajat hidrolisis protein

P₀ = Kadar protein pakan sebelum hidrolisis

P_t = Kadar protein pakan setelah hidrolisis dalam jangk waktu t

2. Kandungan Nutrisi

Kandungan nutrisi limbah sayur yang dianalisis adalah kadar protein, lemak, abu, serat kasar. Prosedur yang akan digunakan untuk menguji analisa proksimat, yang mencakup kadar protein, lemak, serat kasar, abu menurut metode AOAC (1990).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini akan dianalisa menggunakan analisis ragam, sesuai dengan desain rancangan acak lengkap (RAL). Apabila perlakuan menunjukkan berpengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nilai Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Hidrolisis Protein

Hasil analisis derajat hidrolisis protein limbah roti yang diinkubasi menggunakan cairan rumen dengan lama waktu yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Derajat Hidrolisis limbah roti yang diinkubasi menggunakan cairan rumen pada semua perlakuan selama penelitian.

Perlakuan	Pertumbuhan			Rata-rata	Jumlah
	1	2	3		
A (6 jam)	2,04	0,18	0,18	2,4	0,8
B (12 jam)	2,21	0,77	0,77	3,75	1,25
C (18 jam)	17,55	15,39	9,22	42,16	14,05

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata derajat hidrolisis protein yang optimal diperoleh pada perlakuan C (18 jam) sebesar 14,05% disusul perlakuan B (12 jam) sebesar 1,25% dan terendah pada perlakuan A (6 jam).

Tingginya derajat hidrolisis protein pada perlakuan C (18 jam) disebabkan karena waktu yang digunakan oleh bakteri cairan rumen dalam menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana lebih lama, hal ini sejalan dengan yang ditemukan oleh Setyoko dan Utami (2016). Sedangkan pada perlakuan A (6 jam) dan perlakuan B (12 jam) derajat hidrolisis protein yang diperoleh lebih rendah, hal ini disebabkan karena waktu yang digunakan untuk menghidrolisis protein lebih singkat.

Kandungan Nutrisi Hasil Inkubasi

Penelitian mengenai optimasi lama waktu inkubasi limbah roti dengan cairan rumen terhadap peningkatan kandungan nutrisi pakan ikan nila yang meliputi kandungan kadar air, kadar protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN, kadar abu.

Hasil analisis kandungan nutrisi yang diperoleh dari limbah roti yang di inkubasi cairan rumen, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Kandungan kadar air, kadar protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN, dan kadar abu Limbah Roti Inkubasi Cairan Rumen.

Perlakuan	Hasil analisis nutrisi limbah roti inkubasi cairan rumen					
	Kadar air	Protein kasar	Lemak kasar	Serat kasar	BETN	Kadar abu
A (6 jam)	51.36	34.66	12.62	5.29	39.88	7.5
B (12 jam)	40.15	34.26	12.62	5.14	40.7	7.23
C (18 jam)	46.06	29.33	12.46	6.06	46.09	5.93

Keterangan : Kecuali air, semua fraksi dinyatakan dalam bahan kering; BETN = Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa, penggunaan cairan rumen berpengaruh nyata ($P > 0,01$) terhadap kandungan kadar air. Tingkat kadar air pada perlakuan (B 6) yaitu 51.36% dari perlakuan (A) yaitu 38,53% perlakuan (C12) yaitu 40,15%. Dalam ilustrasi grafik, terlihat bahwa semakin besar tingkat penggunaan cairan rumen terhadap limbah roti inkubasi menunjukkan peningkatan terhadap kandungan kadar airnya. Pengaruh kadar air pada limbah roti dengan cairan rumen karena komposisi cairan rumen sebagian besar terdiri atas air sehingga penambahan cairan rumen akan meningkatkan kadar air pada inkubasi. Sementara pada proses inkubasi mikroorganisme bekerja menguraikan bahan organik dengan menghasilkan produk berupa air.

Hal ini sesuai dengan pendapat Merdekawani dan Kasmiran (2013), bahwa selama inkubasi berlangsung, mikroorganisme menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi yang dapat menghasilkan molekul air dan karbondioksida. Sebagian besar air akan tertinggal dalam produk dan sebagian lagi akan keluar dari produk. Air yang tertinggal dalam produk inilah yang akan menyebabkan kadar air menjadi tinggi dan bahan kering menjadi rendah.

Selain meningkatnya kadar air, berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan cairan rumen berpengaruh sangat nyata ($P > 0,01$) terhadap kandungan kadar protein kasar (PK). PK inkubasi pada perlakuan A(6 jam) 34,66 %, B (12 jam) 34,26%, D (18 jam) 29,33 dan kandungan kadar PK pada perlakuan B(6) 34,66 %. telah terjadi peningkatan kadar PK limbah roti inkubasi dengan menggunakan cairan rumen. Menurut Hernawati *et al.*, (2010), peningkatan kandungan protein kasar yang terdapat pada inkubasi limbah roti oleh cairan rumen, disebabkan peningkatan aktivitas bakteri selulolitik dalam mengikat nitrogen sebagai bahan dasar untuk sintesis protein, sehingga peningkatan kadar nitrogen ini sangat menguntungkan bakteri selulolitik untuk melakukan pertumbuhan dan melakukan

aktivitas secara optimal sehingga kadar protein kasar limbah roti meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan PK (kontrol), karena bakteri selulolitik merupakan protein sel tunggal.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan cairan rumen tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan kadar serat kasar inkubasi limbah roti. Tingkat kandungan kadar SK inkubasi limbah roti pada perlakuan C (18 jam) yaitu 6,06 %. pada perlakuan B (12 jam) 5,14% penurunan serat kasar diduga karena mikroorganisme yang terdapat dalam cairan rumen mendegradasi kandungan serat pada limbah roti. Menurut Hernawati *et al.*, (2010), penurunan kadar serat pakan hasil inkubasi oleh bakteri selulolitik disebabkan adanya jumlah bakteri selulolitik yang sesuai dengan jumlah sehingga dalam melakukan aktivitas mendegradasi selulosa dalam bahan pakan lebih optimal atau dengan kata lain bakteri selulolitik mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan cairan rumen berpengaruh sangat nyata ($P > 0,01$) terhadap kandungan kadar lemak kasar limbah roti yang diinkubasi dengan menggunakan cairan rumen. kadar lemak pada perlakuan A (6 jam) yaitu 12.26 perlakuan B (12 jam) yaitu 12,62 C (18 jam) 12,46,%. Terlihat bahwa semakin besar tingkat penggunaan cairan rumen terhadap inkubasi limbah roti menunjukkan penurunan terhadap kandungan kadar lemaknya. Penurunan kadar lemak dengan perlakuan inkubasi yang ditambahkan cairan rumen diduga karena terjadi penguraian lemak yang terdapat dalam limbah roti selama proses inkubasi oleh kenerja mikroorganisme.

Kadar abu dengan penambahan cairan rumen pada perlakuan A (6 jam) yaitu 7,5 B (12 jam) yaitu 7,23 kadar abu memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan C (18 jam) yaitu 5,9 memberikan pengaruh nyata dengan penggunaan cairan rumen ($P > 0,05$). Menurut Dewi (2010), abu adalah zat organik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Hasil uji kadar abu pada penelitian yang diperoleh

dibawah 6%. Kadar abu baik yang ada pada pakan ikan sebesar 13% dari nutrisi pakan yang akan digunakan (Djonu *et al.*, 2020). Kadar abu yang diperoleh dari pakan belum mencapai kadar standar dalam kebutuhan ikan nila.

Bahan ekstrat tanpa nitrogen (BETN) merupakan senyawa organik yang termaksud dalam karbohidrat yang mudah larut. Hasil penelitian menghasilkan larutan BETN pada perlakuan A (6 jam) 39,88% pada perlakuan C (18 jam) 46,09% dan pada perlakuan B (12 jam) 40,7% pemberian cairan rumen pada perlakuan ini memberikan pengaruh nyata. Bahan ekstra tanpa nitrogen (BETN) merupakan senyawa yang termasuk dalam karbohidrat yang mudah larut (Ekasari 2009) hasil penelitian memperlihatkan kandungan BETN meningkat berkisar antara 48-51% nilai tersebut memenuhi kebutuhan karbohidrat untuk ikan nila.

Beberapa spesies bakteri menggunakan glycerol dan sedikit gula, sementara itu beberapa spesies lainnya dapat menghidrolisa asam lemak tak jenuh dan sebagian lagi dapat menetralsir asam lemak rantai panjang menjadi keton (Chuzaeami, 2012). Enzim lipase bakteri dan protozoa sangat efektif dalam menghidrolisa lemak dalam chloroplast. Mikroorganisme di dalam rumen menghasilkan enzim yang mampu menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa serta pati dengan adanya simbiosis dengan mikroorganisme lain yang terdapat dalam rumen (Setyoko dan Utami, 2016). Hasil hidrolisis yang berupa rantai karbon sederhana dimanfaatkan menjadi asam lemak volatile yang mampu diserap oleh tubuh dan dijadikan sumber energi bagi hewan ruminansia (Chuzaeami, 2012).

Proses inkubasi dengan memanfaatkan cairan rumen dapat meningkatkan kualitas nutrisi limbah roti seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, dan dapat menurunkan kadar serat kasar dan kadar lemak kasar.

Menurut BBAT 2005 ikan nila tumbuh yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimal pada pemberian pakan dengan kadar protein 15-30% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Nutrisi Pada Ikan Nila

No.	Kebutuhan Nutrisi	Nilai
1.	Kadar Protein	15-35%
2.	Kadar Lemak	4-20%
3.	Kadar Karbohidrat	3-13%
4.	Kadar Serat	3-8%

Kandungan nutrisi limbah roti yang diinkubasi cairan rumen tertinggi diperoleh pada perlakuan A (inkubasi 6 jam), dibandingkan dengan perlakuan B (12 jam) dan perlakuan C (18 jam). Terjadinya peningkatan kandungan nutrisi yang diperoleh pada perlakuan A (6 jam) meskipun tidak besar, disebabkan karena mikroba pada cairan rumen melakukan perombakan atau mensintesis senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroba juga mensintesis protein yang merupakan protein enrichment yaitu pengkayaan bahan protein (Palupi dan Imsya, 2011).

Selain itu, adanya peningkatan aktivitas bakteri selulolitik dalam mengikat nitrogen sebagai bahan dasar untuk sintesis protein, sehingga peningkatan kadar nitrogen ini sangat menguntungkan bakteri selulolitik untuk melakukan pertumbuhan dan melakukan aktivitas secara optimal sehingga kandungan nutrisi limbah roti inkubasi meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, karena bakteri selulolitik merupakan protein sel tunggal (Hernawati *et al.*, 2010).

Parameter Kualitas Air

Parameter suhu dan pH mempunyai peranan penting dalam proses fermentasi. Hasil pengukuran beberapa parameter suhu dan pH dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisaran Suhu dan pH Pada Semua Perlakuan Selama Penelitian

Parameter	Perlakuan		
	A (6 Jam)	B (12 Jam)	C (18 Jam)
pH	4 – 5	4 – 5	4 – 5
Suhu (°C)	28 – 29	28 – 29	30 – 32

Berdasarkan Tabel 4 Kisaran parameter suhu dan pH yang diperoleh semua perlakuan selama penelitian masing-masing adalah pH

4–6, dan suhu 20– 32 °C. Kisaran ini masih layak dalam proses inkubasi. Mikroba rumen dapat bekerja dengan optimal untuk merombak asam amino menjadi amonia pada kondisi pH 5-6. Sekitar 82% mikroba rumen merombak asam–asam amino menjadi amonia yang selanjutnya digunakan untuk menyusun protein tubuhnya.

KESIMPULAN

Selama proses inkubasi dengan memanfaatkan cairan rumen dapat meningkatkan derajat hidrolisis dengan lama inkubasi 18 jam dan kualitas nutrisi limbah roti seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, dan dapat menurunkan kadar serat kasar dan kadar lemak kasar dengan lama waktu inkubasi 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Angriani, R., Halid, I., dan Baso, H. S. 2020. Analisis pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila salin (*Oreochromis niloticus*, linn) dengan dosis pakan yang berbeda. *Fisheries Of Wallacea Journal*, 1(2), 84–92.
- Basri, E. 2017. Potensi dan pemanfaatan rumen sapi sebagai bioaktivator. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokal Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung Jl. Hi. ZA Pagar Alam*, 1A.
- Chuzaemi, S. 2012. *Fisiologi nutrisi ruminansia*. Universitas Brawijaya Press.
- Dewi, I. W. R. 2010. *Karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude (Cajanus cajan (L.) Millsp.) dan tempe kacang tunggak (Vigna unguiculata (L.) Walp.) dengan berbagai variasi waktu fermentasi*. UNS (Sebelas Maret University).
- Djonu, A., Andayani, S., dan Nursyam, H. 2020. Pengaruh penambahan daun kelor (*Moringa oleifera*) terfermentasi *Rhizopus oligosporus* terhadap kandungan nutrisi pakan ikan. *Jurnal Aquatik*, 3(2), 73–78.
- Farliansyah, F. 2020. *Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Tongkol Jagung Fermentasi Menggunakan Cairan Rumen sebagai Inokulan*. Universitas Hasanuddin.
- Hernawati, T., Lamid, M., Hermadi, H. A., dan Warsito, S. H. 2010. Bakteri selulolitik untuk meningkatkan kualitas pakan komplit berbasis limbah pertanian. *Veterinaria Medika*, 3(3), 205–208.
- Jusadi, D., dan Utomo, N. P. 2013. Efektivitas Penambahan Enzim Cairan Rumen Domba Terhadap Penurunan Serat Kasar Bungkil Kelapa Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 117–126.
- Merdekawani, S., dan Kasmiran, A. 2013. Fermentasi limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L) dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan bahan kering dan abu. *Jurnal Lentera*, 2(13), 37–42.
- Murni, Anwar, A., Hamsah, dan Septianingsih, E. 2021. Effect of addition of waste vegetable fermented flour rumen fluid on the quality feed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 777(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/777/1/012028>
- Narisetty, V., Cox, R., Willoughby, N., Aktas, E., Tiwari, B., Matharu, A. S., Salonitis, K., dan Kumar, V. 2021. Recycling bread waste into chemical building blocks using a circular biorefining approach. *Sustainable Energy dan Fuels*, 5(19), 4842–4849. <https://doi.org/10.1039/D1SE00575H>
- Palupi, R., dan Imsya, A. 2011. Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam proses fermentasi untuk meningkatkan kualitas dan daya cerna protein limbah udang sebagai pakan ternak unggas. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor*, 7.
- Rambet, V., Umboh, J. F., Tulung, Y. L. R., dan Kowel, Y. H. S. 2016. Kecernaan protein dan energi ransum broiler yang menggunakan tepung maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pengganti tepung ikan. *Zootec*, 36(1), 13–22.
- Setyoko, H., dan Utami, B. 2016. Isolasi dan karakterisasi enzim selulase cairan rumen sapi untuk hidrolisis biomassa. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 13(1), 863–867.