



Protein dan Serat Kasar Amofer Jerami Padi yang Ditambah Mikroorganisme Lokal Berbasis Limbah Tomat dan Sumber Glukosa

(Crude Protein and Fiber of Rice Straw Amofer plus Local Microorganisms Based on Tomato Waste and Glucose Source)

Erik Handoyo¹, Novita Hindratiningrum^{1*}, SAC. Luthfi¹, dan Restuti Fitria¹

¹ Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama, Purwokerto 53144

* Penulis Korespondensi (novitahindra@gmail.com)

Dikirim (*received*): 9 Januari 2025; dinyatakan diterima (*accepted*): 4 April 2025; terbit (*published*): 31 Mei 2025.

Artikel ini dipublikasi secara daring pada

https://ejournal.unib.ac.id/index.php/buletin_pt/index

ABSTRACT

By adding tomato waste MOL starter, the purpose of this study is to ascertain the crude protein and crude fiber content of rice straw amofer which is added with different sources of glucose (brown sugar and molasses) and compare it with EM-4. A Complete Randomized Design (CRD) with four treatments and repeated five times was used in the study. The treatments applied were P0: control was the treatment that was used (without adding starter); P1: incorporating brown sugar and tomato waste MOL starting; P2: adding tomato waste MOL starter with the addition of molasses, P3: adding EM4. The data obtained were analyzed by analysis of variance and followed by Duncan's multiple region test (DMRT) if there were differences in treatment. The variable observed in this study were crude protein and crude fiber. The results showed that the treatment had a significant effect ($P < 0.05$) on the crude protein and crude fiber content. Further DMRT tests showed the highest crude protein and the lowest crude fiber was P0 and if it was compared to other treatments significantly different ($P < 0.05$). The conclusion is that the addition of tomato MOL and EM-4 starters has not been able to increase crude protein levels and reduce crude fiber due to the limited energy contained in the substrate.

Key words crude protein, crude fiber, amofer, MOL starter

ABSTRAK

Penelitian ditujukan untuk mengetahui pengaruh penambahan starter MOL limbah tomat dengan sumber glukosa yang berbeda (gula merah dan molases) dan EM-4 terhadap kandungan protein dan serat kasar amofer jerami padi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuannya adalah P0 : kontrol, tanpa penambahan starter; P1 : starter MOL limbah tomat ditambah gula merah, P2 : starter MOL limbah tomat ditambah molases, P3 : ditambah EM4. Data dianalisis dengan Anava dilanjutkan Duncan's multiple Range Test (DMRT). Variabel yang diteliti adalah kadar protein dan serat kasar. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh signifikan perlakuan terhadap kadar protein dan serat kasar. Kadar protein kasar P0 tertinggi dan serat kasar terendah serta berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan yang lain. Kesimpulannya adalah penambahan starter baik MOL tomat maupun EM-4 belum mampu meningkatkan kadar protein dan menurunkan serat karena keterbatasan energi yang terkandung dalam substrat

Kata kunci: Protein Kasar, Serat Kasar, Amofer, Starter MOL.

PENDAHULUAN

Sisa-sisa pertanian yang paling banyak didapatkan di Indonesia adalah jerami padi

(Setiarto, 2013). Limbah jerami padi yang dihasilkan dari tiap hektar sawah bervariasi antara 12-15 ton (Hidayat *et al.*, 2019). Limbah jerami padi dapat

dimanfaatkan sebagai sumber hijauan bagi ruminansia. Kelemahan jerami padi yaitu rendahnya protein dan tingginya serat kasar (Lamid *et al.*, 2013). Jerami padi mengandung selulosa 23,05%, lignin 22,93%, serat kasar 31,99%, hemiselulosa 19,09%, ADF 57,91%, NDF 77,00%, dan protein kasar 8,26% (Amin *et al.*, 2015). Kelemahan tersebut dapat diatasi antara lain melalui penerapan teknologi pakan gabungan berupa amoniasi dan fermentasi (amofer). Teknik amoniasi mampu meningkatkan pencernaan melalui pelonggaran ikatan selulosa dan lignin (Prastyawan *et al.*, 2012) sedangkan teknik fermentasi menggunakan aktivitas mikroorganisme untuk mendapatkan bahan yang lebih sederhana dengan mengurai bahan organik kompleks (Riswandi *et al.*, 2017). Teknik amofer pada dasarnya merupakan cara yang sangat efektif untuk meningkatkan kualitas bahan pakan berserat tinggi (Nuruzzahri *et al.*, 2024). Kecernaan bahan pakan berserat akan meningkat bila proses fermentasi digabungkan dengan amoniasi. Hal tersebut terjadi karena adanya penambahan nitrogen saat amoniasi (Riswandi *et al.*, (2014). Ikatan selulosa dan lignin akan putus dan longgar akibat pengaruh amonia sedangkan enzim selulose yang dihasilkan berbagai mikroorganisme selulolitik akan menembus ke dalam serat substrat dengan mudah melalui proses fermentasi (Al Adam, et al., 2023).

Teknik amoniasi dengan menggunakan urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) adalah cara sederhana serta mudah diadopsi di masyarakat. Urea merupakan bahan alkali yang menyebabkan dinding sel berubah komposisi dan strukturnya sehingga sebagian besar ikatan lignin akan membebaskan selulosa dan hemiselulosa serta silica yang menyebabkan daya cernanya rendah. Dalam proses fermentasi dosis 1% urea dapat merupakan sumber nitroge bagi mikroba, sehingga selain sebagai sumber nutrisi pakan juga sebagai katalisator (Nurhajati dan Suprpto, 2013). Komposisi pakan asli dapat diubah melalui aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, ragi,

dan jamur dalam proses fermentasi menjadi lebih mudah dicerna. Sumber mikroorganisme yang dilibatkan dalam proses fermentasi dapat berasal dari materi yang ada di lingkungan sekitar dan biasa disebut dengan mikroorganisme lokal (MOL).

Mikroorganisme lokal merupakan mikroorganisme yang digunakan sebagai starter dalam proses fermentasi/dekomposisi bahan organik, diperoleh dan dikembangkan dari bagian tanaman di lingkungan sekitar. Peran MOL adalah sebagai bioaktivator dalam proses fermentasi dan mengandung berbagai jenis mikroorganisme seperti bakteri selulolitik, proteolitik dan lainnya (Budiyani *et al.*, 2016). Sumber bahan sederhana dalam pembuatan MOL yang mudah didapat dari limbah pasar antara lain adalah tomat busuk (limbah tomat). Pembuatan MOL membutuhkan bahan-bahan utama yang terdiri dari 3 unsur, yaitu (1) sumber karbohidrat (tajan, nasi basi, limbah singkong dan air cucian beras dan sebagainya); (2) glukosa (gula pasir, gula merah dan sebagainya); (3) sumber mikroorganisme (kulit buah, sampah sayur dan sebagainya). Penggunaan gula merah sebagai sumber glukosa dalam pembuatan MOL merupakan persaingan bahan pangan manusia sehingga dalam penelitian ini digunakan molases yang merupakan limbah (bukan bahan pangan).

Molases merupakan produk samping dari produksi gula dengan bentuk cairan kental dan padat berwarna cokelat tua. Molase kaya akan gula, asam organik dan mengandung sedikit air. Pemanfaatan molase dalam pembuatan MOL limbah tomat diharapkan dapat menggantikan gula merah sebagai sumber glukosa. MOL limbah tomat selanjutnya digunakan sebagai *starter* dalam proses fermentasi yang digabungkan dengan amoniasi (amofer) pada jerami padi. Penggunaan



Gambar 1. Limbah tomat dalam proses pemeraman

starter komersial (EM-4) juga dicobakan sebagai pembanding untuk mengetahui kemampuan MOL tersebut. Penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan starter MOL berbasis limbah tomat dengan penggunaan sumber glukosa yang berbeda (gula merah dan molases), tanpa starter dan EM-4 perlu dilakukan, ditinjau dari kadar protein kasar dan serat kasar.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto (Laboratorium IPA terpadu), untuk pembuatan starter MOL limbah tomat dengan sumber glukosa berbeda (gula merah dan molases). Kadar Protein Kasar dan Serat Kasar dianalisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak (INMT), Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, gelas ukur, terpal, alat pemotong (*chopper*), lakban, timbangan analitik, alat pencacah dan plastik. Analisis kadar protein kasar dan serat kasar menggunakan alat sebagai berikut : labu Kjeldhal, alat destilasi, alat titrasi, Erlenmeyer, kompor listrik, kertas saring, oven.

Pembuatan amofer jerami padi menggunakan bahan-bahan : jerami padi, MOL limbah tomat dengan sumber glukosa yang berbeda (gula merah dan molases), urea,

dedak padi halus, EM-4 dan air. Analisis kadar protein kasar dan serat kasar menggunakan bahan sebagai berikut : H₂SO₄, H₃BO₃, NaOH, HCL, aquadest, aseton

Tahapan Penelitian

Tahap-tahap pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) pembuatan starter MOL limbah tomat, (2) pembuatan amofer Jerami padi. Tahapan pertama adalah membuat starter MOL dengan bahan dasar limbah tomat/tomat busuk. Proses pembuatan starter MOL berbahan dasar limbah tomat sesuai dengan petunjuk Yunilas (2022). Tahap ini diawali dengan menyiapkan bahan-bahan penyusun yaitu tomat busuk, dedak padi, air kelapa, air cucian beras, air biasa, gula merah, molases dan EM-4. Selanjutnya membuat larutan yang merupakan campuran air kelapa, air cucian beras dan air biasa dengan perbandingan (1:1:1). Kemudian menimbang limbah tomat sebanyak 100 gr, diblender sampai halus selanjutnya dicampur dengan 10 gram dedak padi. Campuran diatas kemudian dibagi dua dan ditambahkan gula merah pada satu bagian dan molases pada bagian yang lainnya sebanyak 35 gram. Selanjutnya semua bahan diaduk sampai tercampur merata kemudian ditempatkan pada toples tertutup rapat dengan bagian tutupnya diberi lubang. Lubang tersebut selanjutnya terhubung dengan selang ke botol berisi air. Tujuan pembuatan lubang

dan mengalirkan ke botol berisi air adalah untuk menjaga kondisi *anerob* karena gas yang terbentuk selama fermentasi masuk ke dalam air. Campuran limbah tomat selanjutnya diinkubasi selama 14 hari.

Setelah starter MOL siap digunakan, masuk ke tahap kedua, yaitu pembuatan amofer jerami padi. Amofer Jerami padi dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan sebagai berikut: jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g (P0); jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan gula merah (P1); jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan molases (P2); jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter EM-4 (P3). Campuran tersebut diaduk sampai homogen kemudian disimpan dengan kondisi *anaerob* selama 15 hari.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan penelitian sebagaimana diuraikan pada tahapan penelitian di atas.

Variabel Data

Kadar protein kasar dan serat kasar amofer jerami padi dengan penambahan *starter limbah mol dengan sumber glukosa yang berbeda* merupakan variabel yang diamati. Analisis Protein kasar menggunakan metode *kjeldhal* Metode ini bekerja dengan mengubah nitrogen dalam sampel menjadi amonia, lalu menghitung jumlah amonia tersebut untuk menentukan kadar protein. tahapan-tahapan dalam metode Kjeldahl adalah sebagai berikut : (1) **Digesti** : dengan memanaskan sampel dalam asam sulfat pekat untuk memecah ikatan polipeptida menjadi ikatan peptida yang lebih sederhana. Hasilnya adalah larutan amonium sulfat; (2) **Distilasi** : mendidihkan sampel dengan air dan larutan

natrium hidroksida untuk mengubah amonium sulfat menjadi gas amonia. Gas amonia ditangkap dalam larutan asam klorida; dan (3) **Titiasi** : Jumlah amonia dalam larutan asam klorida dihitung dengan cara menitrasi dengan larutan asam, seperti asam sulfat atau asam hidroklorida.

Rumus menghitung Kadar protein :

$$N\% = \frac{(A - B) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{Sampel amofer jerami padi (mg)} \times 100}$$

Kadar protein = % N x angka untuk faktor mengkonversi

Penjelasan :

A= banyaknya asam klorida yang dibutuhkan untuk titrasi sampel (ml)

B= banyaknya asam klorida yang dibutuhkan untuk titrasi blanko (ml)

Angka untuk faktor Mengkonversi = 6,25

Analisa serat kasar menggunakan metode *gravimetri* sesuai dengan petunjuk *Association Analytical Chemist* (AOAC, 2012). Serat kasar adalah seluruh bahan organik yang tidak dapat larut dalam asam kuat encer dan basa kuat encer yang kemudian dipanaskan selama 30 menit. Serat kasar merupakan selisih berat sebelum dan sesudah terbakar dalam tanur.

Perhitungan :

$$\% \text{ SK} = \frac{\text{berat awal sampel} - \text{berat akhir sampel}}{\text{Sampel amofer jerami padi}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data analisis kadar protein dan serat hasil laboratorium selanjutnya diuji menggunakan Analisis Variansi (ANOVA) dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji jarak wilayah ganda Duncan's atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) (Steel dan Torrie 1993).

Tabel 1. Kandungan protein kasar (%) amofer jerami padi

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
P0	10,69	9,54	8,65	10,68	10,71	10,05±0, 93 ^a
P1	9,11	8,97	9,01	9,16	9,07	9,06±0, 07 ^b
P2	9	9,1	8,99	9,03	9,11	9,04±0, 05 ^b
P3	8,81	8,85	8,81	8,86	8,8	8,82±0, 02 ^b

P0= jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g; P1 = jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan gula merah; P2 = jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan molases; P3= jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter EM-4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Protein Kasar Amofer Jerami Padi

Hasil penelitian kadar protein kasar (PK) amofer jerami padi dengan penambahan *starter limbah MOL bersumber glukosa berbeda* selengkapnya sebagaimana tertera pada Tabel 1. Analisis variansi menunjukkan hasil yang berbeda ($P < 0,05$) pada kadar protein kasar amofer jerami padi dengan penambahan *starter limbah MOL bersumber glukosa berbeda*. Perbedaan antar perlakuan melalui uji DMRT menunjukkan hasil kadar protein kasar P0 tertinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan P1, P2 dan P3. Hal ini diduga pada P0 yang merupakan perlakuan kontrol (tanpa penambahan starter) namun mikroorganisme tetap dapat tumbuh secara alami selama proses fermentasi. Mikroorganisme alami tersebut justru mampu memanfaatkan sumber energi yang tersedia pada substrat secara maksimal untuk tumbuh dan berkembang sehingga mampu membentuk komponen penyusun tubuhnya dan meningkatkan kadar protein. Tahun *et al.* (2019) berpendapat bahwa kadar protein substrat dapat ditingkatkan jika aktivitas mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang berjalan dengan baik sehingga komponen penyusun yang berasal dari tubuh mikroorganisme itu sendiri akan diubah lebih banyak dan menjadi sumber protein. Selain itu mikroorganisme juga mampu bereaksi dengan sumber NH_3 dari penambahan urea secara optimal dan bereaksi dengan asam laktat yang dihasilkan akibatnya kadar PK

menjadi lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Irawan dan Utama (2012) yang menyatakan bahwa urea selama proses amoniasi berfungsi sebagai sumber nitrogen (N). Bata dan Hidayat (2010) menyatakan bahwa mikroba mampu memanfaatkan NH_3 dan memproduksi asam laktat sehingga terjadi reaksi akibatnya penggunaan NH_3 berjalan optimal dan mampu meningkatkan kadar nutrisi (PK). Tingginya nilai protein kasar pada jerami amofer ini diduga juga akibat penambahan urea. Urea akan meningkatkan kadar protein kasar dengan cara meresap ke dalam dinding sel jerami padi kemudian dihitung sebagai nilai nitrogen. Amin *et al.* (2015) menyatakan bahwa terjadinya fiksasi Nitrogen (N) ke dalam jaringan bahan pakan (jerami padi) melalui proses amoniasi akan menyebabkan nitrogen tersebut terukur sebagai protein kasar. Perlakuan P1, P2 dan P3 memiliki kadar PK yang lebih rendah diduga karena populasi mikroorganisme tidak seimbang dengan ketersediaan energi substrat sehingga aktivitasnya menjadi kurang optimal. Aktivitas yang kurang optimal tersebut menyebabkan proses degradasi tidak dapat berjalan dengan baik sehingga mengakibatkan kadar protein menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat *et al.*, (2016) bahwa selama proses fermentasi terjadi proses pemecahan bahan-bahan organik yang

Tabel 2. Kandungan serat kasar (%) amofer jerami padi

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
P0	26,64	26,6	26,65	26,6	26,45	26,58±0,08 ^a
P1	26,88	26,79	26,9	27	27,54	27,02±0,29 ^b
P2	27,49	27,76	27,43	27,56	27,81	27,61±0,16 ^b
P3	28,78	28,9	28,79	28,94	28,74	28,83±0,08 ^b

P0= jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g; P1 = jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan gula merah; P2 = jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter limbah tomat dengan molases; P3= jerami padi kering 1 kg + urea 40 g + dedak 100 g + 40 ml starter EM-4.

dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroba, jika jumlahnya terbatas maka sel-sel mikroorganisme yang diinokulasi pada media tidak akan tumbuh dan akhirnya mati. Hasil penelitian ini juga menunjukkan kadar PK pada perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berbeda ($P>0,05$). Hal ini diduga karena peningkatan jumlah mikroorganisme jika tidak diimbangi dengan energi yang tersedia dalam substrat selama proses fermentasi akan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangannya terhambat sehingga perombakan protein berjalan tidak optimal. Nalar *et al.*, (2014) menyatakan bahwa proses fermentasi akan terhambat jika persentase bakteri yang tinggi tidak diimbangi dengan kadar nutrisi yang cukup akibatnya aktivitas bakteri untuk tumbuh juga menjadi terhambat, bakteri selulolitik tidak akan hidup dan berkembang dengan baik tanpa kadar nutrisi yang cukup sehingga perombakan protein juga tidak dapat berjalan optimal.

Kadar Serat Kasar Amofer Jerami Padi

Hasil penelitian penambahan *starter limbah MOL dengan sumber glukosa yang berbeda* terhadap kadar serat kasar (SK) amofer jerami padi selengkapnya sebagaimana tertera pada Tabel 2. Hasil analisis variansi menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap kadar SK amofer jerami padi. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan kadar SK perlakuan R0 terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga karena ketersediaan substrat pada amofer jerami

padi tanpa penambahan stater setara dengan populasi mikroorganisme alami yang ada sehingga menyebabkan perkembangbiakan populasi bakteri selulolitik cukup tinggi, produksi enzim selulase juga tinggi sehingga mampu mendegradasi selulosa dan memecah serat kasar lebih tinggi. Susanti (2011) menyatakan bahwa salah satu faktor penting dalam mencukupi produktivitas enzim, termasuk selulase adalah substrat atau medium yang berfungsi sebagai nutrisi dan sumber karbon untuk menunjang pertumbuhan bakteri, sel bakteri akan lambat tumbuh jika dalam substrat tersebut kelebihan sumber karbon sehingga menurunkan jumlah oksigen dan produksi selulase. Struktur dan aktivitas enzim juga dipengaruhi oleh faktor derajat keasaman (pH). Denaturasi protein penyusun enzim disebabkan oleh perubahan pH dan setiap enzim yang dihasilkan bakteri pH optimum yang berbeda-beda. Kartika dan Ibrahim (2021) melaporkan bahwa aktivitas optimum enzim selulase *Bacillus subtilis* sebagai salah satu bakteri yang berpotensi dalam memproduksi enzim selulase pada pH 8, hal ini karena gugus aktif rantai samping enzim yang berfungsi sebagai mengikat substrat lebih menentukan meningkatnya aktivitas enzim.

Kadar SK pada penelitian ini menunjukkan hasil yang sama pada perlakuan P1, P2 dan P3. Hal ini diduga karena ketersediaan populasi bakteri

selulolitik pada pembuatan amofer jerami padi melalui penambahan stater tidak diimbangi dengan ketersediaan substrat sebagai sumber energi, sehingga aktivitas bakteri selulolitik dalam memecah selulosa terbilang rendah. Kadar substrat sebagai sumber energi Jerami padi rendah karena kadar serat (lignin) yang tinggi, sebesar 5-24% (Marxen *et al.*, 2015). Hernawati *et al.* (2010) menyatakan bahwa selama proses fermentasi jika persentase bakteri selulolitik yang tinggi tidak diimbangi dengan kadar nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitasnya terhambat, tidak dapat hidup dan berkembang dengan baik sehingga perombakan selulosa tidak dapat berjalan optimal. Hasil penelitian juga menunjukkan perlakuan P1, P2 dan P3 mengandung SK yang sama. Hal ini diduga karena keterbatasan kesediaan nutrisi bagi mikroorganisme selulolitik untuk tumbuh dan berkembang akibatnya degradasi berjalan kurang optimal sehingga kadar SKnya sama

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah peningkatan protein kasar dan penurunan serat kasar belum dapat diperoleh melalui penambahan *starter* MOL berbasis limbah tomat dengan sumber glukosa berbeda pada pembuatan amofer jerami padi. Kondisi ini lebih disebabkan keterbatasan nutrient yang tersedia dari substrat

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan untuk Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto yang telah memberikan dana guna pelaksanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Amin, M., S. D. Hasan, O. Yanuarianto, dan M. Iqbal. 2015. Pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas jerami padi amoniasi yang ditambah probiotik *Bacillus* Sp. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia, (1) : 8-13.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19^{ed}. Association of Analytical Chemist, Washington, D.C.

Bata, M., dan N. Hidayat. 2010. Penambahan molases untuk meningkatkan kualitas amoniasi jerami padi dan pengaruhnya terhadap produk fermentasi rumen secara in-vitro. Jurnal Agripet 10 (2) : 27-33.

Budiyani, N. K., N. N. Soniari, dan N. W. Sutari. 2016 . Analisis kualitas larutan mikroorganisme lokal (MOL) bonggol pisang. Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 5 (1):63 – 72.

Hernawati, T., M. Lamid, H. A. Hermadi, dan S. H. Warsito. 2010. Bakteri selulolitik untuk meningkatkan kualitas pakan komplit berbasis limbah pertanian. Veterinaria Medika, 3(3):205-208.

Hidayat, M. N., K. Kiramang, dan Surati. 2016. Kandungan bahan kering, serat kasar dan air daun eceng gondok yang difermentasi dengan berbagai level EM-4 pada lama waktu yang berbeda. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, 2(2): 162-170.

Hidayat, H., H. D. Arifin, dan R. E. Mudawaroch. 2019. Pengaruh substitusi jerami padi fermentasi terhadap produktifitas kambing PE jantan (*Capra aegagrus hirecus*). Surya Agritama: Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan, 8(1): 95-104.

Iqbal, Z., Y. Usman, dan S. Wajizah. 2016. Evaluasi kualitas jerami padi fermentasi dengan tingkat penggunaan EM-4 yang berbeda. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 1(1): 655-664.

Irawan, S., dan Utama. 2012. Komponen proksimat pada jerami padi dan jerami jagung yang difermentasi dengan berbagai aras isi rumen kerbau. Animal Agriculture Journal, 1(2):17-30.

Kartika, I. N. dan M. Ibrahim. 2021. Efek manipulasi pH pada aktivitas enzim

- selulase bakteri *Bacillus subtilis* strain FNCC 0059 dalam mendegradasi selulosa. *Lentera Bio.* 10 (1): 51-57.
- Lamid, M., N. N. T. Puspaningsih, dan M. Sarwoko. 2013. Penambahan enzim lignoselulolitik ke dalam jerami padi meningkatkan produk fermentasi rumen secara in vitro. *Biologi Sains*, 3(9):166-171.
- Marxen, A., T., Klotzbucher, R. Jahn, and K. Kaiser. 2015. Interaction between silicon cycling and straw decomposition in a silicon deficient rice production system. *Plant Soil* 398(1-2): 153 - 163.
- Nalar, H. P., Herliani, B. Irawan., S. N. Rahmatullah., Askalani dan N. M. A. Kurniawan. 2014. Pemanfaatan cairan rumen dalam proses fermentasi sebagai upaya peningkatan kualitas nutrisi dedak padi untuk pakan ternak. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi*. Banjar Baru 6-7 agustus 2014.
- Nurhajati, T., dan T. Suprpto. 2013. Penurunan serat kasar dan peningkatan protein kasar sabut kelapa (*Cocos nucifera* linn) secara amofer dengan bakteri selulolitik (*Actinobacillus ml-08*) dalam pemanfaatan limbah pasar sebagai sumber bahan pakan. *Agroveteriner*, 2(1): 60-70.
- Nuruzzahri, K.A., Adam, C. Fadli, D. Fridayati, H. Koesmara dan M. Ammar. 2024. Evaluasi kualitas fisik pakan amoniasi fermentasi (Amofer) limbah jerami padi. *Jurnal Peternakan Lokal*: 6(2): 53 – 62.
- Prastyawan, R.M., B.I.M Tampoebolon, dan Surono. 2012. Peningkatan kualitas janggol jagung melalui teknologi amoniasi fermentasi (AMOFER) terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik serta protein total secara in vitro. *Animal Agriculture Journal*, 1 (2): 611-621.
- Putri, P. W., S. Surahmanto, dan J. Achmadi. 2020. Kandungan neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), hemiselulosa, selulosa dan lignin onggok yang difermentasi *Trichoderma reesei* dengan suplementasi N, S, P. *Bulletin of Applied Animal Research*, 2(1): 33-37.
- Riswandi, S., Sandi, M. L. Sari, Muhakka, dan A. I. M. Ali. 2014. Peningkatan produksi ternak sapi dengan teknologi amonia fermentasi (amofer) Jerami padi di Desa Tanjung Pering Kecamatan Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 2(1): 73-79.
- Riswandi, S. Sandi, and I. P. Sari. 2017. Amoniasi fermentasi (Amofer) serat sawit dengan penambahan urea dan efektif microorganism-4 (EM-4) terhadap kualitas fisik, derajat keasaman (pH), bahan kering dan bahan organik. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2017*, Palembang 19-20 Oktober 2017.
- Setiarto, R. H. B. 2013. Prospek dan potensi pemanfaatan lignoselulosa jerami padi menjadi kompos, silase dan biogas melalui fermentasi mikroba. *Jurnal Selulosa*, 3 (2):51–66.
- Simbolon, N., R. I. Pujaningsih, dan S. Mukodiningsih. 2016. Pengaruh berbagai pengolahan kulit singkong terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik secara in vitro, protein kasar dan asam sianida. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(1):58-65.
- Sumarsih, S., C. I. Sutrisno, dan E. Pangestu,. 2007. Kualitas nutrisi dan pencernaan daun eceng gondok amoniasi yang difermentasi dengan *Trichoderma viride* pada berbagai lama pemeraman secara in vitro. *Journal Indonesian Tropic Animal Agricultural*. 32 (4):257-261.
- Susanti, E. 2011. Optimasi produksi dan karakterisasi sistem selulase dari *Bacillus circulans* strain lokal dengan inducer avicel. *Jurnal Ilmu Dasar*, 12 (1): 40-49.
- Yanuartono, Y., S. Indarjulianto, H. Purnamaningsih, A. Nururrozi, dan S. Raharjo. 2019. Fermentasi: Metode

- untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami padi. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 14(1): 49-60.
- Yunilas, Y., A. Z. Siregar, E. Mirwandhono, A. Purba, N. Fati, N., dan T. Malvin. 2022. Potensi dan karakteristik larutan mikroorganisme lokal (MOL) berbasis limbah sayur sebagai bioaktivator dalam fermentasi. *Journal of Livestock and Animal Health*, 5(2):53-59.
- Tahun, E. N. C., M. M. Kleden, dan M. Nenobais. 2019. Pengaruh fermentasi menggunakan mikroba cairan rumen sapi terhadap komposisi kimia dedak padi. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 1(4): 562–569