



Efek Lama Penyimpanan pada Pakan Wafer Limbah Sayuran terhadap Produksi VFA Total dan NH₃ Secara *In-vitro*

Effect of Storage Duration on In-vitro Total VFA and NH₃ Production of Vegetable Waste as Wafer Feed

Neli Definiati*, Nurhaita, Wismalinda Rita, & Sunaryadi

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan,

Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Jl. Bali. Kp. Bali, Kec. Tlk. Segara, Kota Bengkulu

*Email korespondensi: nelidefiniati@umb.ac.id

• Diterima: 05 Agustus 2021 • Direvisi: 14 Januari 2022 • Disetujui: 22 Januari 2022

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap produksi VFA Total, pH dan NH₃ pada pakan wafer limbah sayuran. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diberikan A = penyimpanan 0 hari, B = penyimpanan 7 hari, C = penyimpanan 14 hari, D = penyimpanan 21 hari. Parameter yang diamati adalah pH, NH₃ dan VFA Total. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pH dan VFA Total berpengaruh sangat nyata, namun NH₃ tidak berpengaruh nyata. Kesimpulan dari penelitian ini lama penyimpanan pakan wafer limbah sayuran berpengaruh terhadap pH cairan rumen dan VFA Total. Namun tidak berpengaruh pada NH₃. Lama penyimpanan yang terbaik pada hari ke 14. Konsentrasi pH, VFA Total dan NH₃ berada pada kondisi optimal untuk pertumbuhan aktivitas mikroba.

Kata kunci : Lama penyimpanan, pH, NH₃ dan VFA Total

ABSTRACT. This study aims to determine the effect of storage duration on total VFA and NH₃ production of vegetable waste as wafer feed. The study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replications. Treatment A = duration-storage 0 days, B = duration-storage 7 Days, C = duration-storage 14 Days, D = duration-storage 21 Days. This study was observed pH, NH₃, and a total of VFA. The data were analyzed by analysis of variance (ANOVA). From the results of the study, it is shown that there are significant differences in the pH of the rumen ($P < 0.05$); the pH value of rumen fluid is still under normal circumstances (6,86-8,91). The duration of storage of the vegetable waste feed had a significant effect on total VFA ($P < 0.05$). Total VFA production ranges from 91.65 – 115.15 mM, which is still the criteria for the optimum level of VFA production. However, in this study, the storage duration of vegetable waste wafer feed had no significant effect on NH₃. The NH₃ average value of the study was 8.46-9.90 mM, which is still in the optimum condition for microbial protein synthesis. The result implies 14 days of duration storage is the best treatment. The concentration of pH, Total VFA, and NH₃ were at the optimal conditions for the growth of microbial activity.

Keywords: Storage duration, pH, NH₃ and VFA Total

PENDAHULUAN

Keberhasilan usaha peternakan terutama ternak ruminansia sangat ditentukan oleh ketersediaan pakan, khususnya hijauan. Ketersediaan pakan harus ditunjang dengan usaha penyediaan pakan yang cukup dan kontiniu, dikarenakan 90% pakan ternak ruminansia berasal dari hijauan (Abdullah, 2012). Penyediaan hijauan baik akan

meningkatkan produksi ternak itu sendiri. Namun, di Indonesia ketersediaan bahan makanan ternak oleh peternak, masih sering menghadapi permasalahan, oleh dikarenakan beberapa faktor, diantaranya adalah perubahan fungsi lahan, musim kemarau yang panjang dan juga ketersediaan air tanah (Sutrisna *et al.*, 2014). Permasalahan ketersediaan pakan khususnya hijauan bagi ternak di Indonesia ini, telah

mendorong para peneliti melakukan studi kasus untuk dapat menemukan pakan alternatif untuk ternak, contohnya pengelolaan limbah, termasuk limbah sayuran. Muktiani *et al.* (2007) menyatakan bahwa analisa proksimat dari limbah sayuran pasar tradisional mengandung serat kasar sebesar 20,76–29,18% dan protein kasar 12 – 23%.

Definiati *et al.* (2016) pada studinya menyatakan, limbah sayuran yang dihasilkan di pasar tradisional Kota Bengkulu, yaitu pasar panorama, memiliki produksi limbah sayuran segar sebanyak 20,245 ton/minggu dan memiliki kandungan rata-rata nutrisi relatif baik, yaitu bahan kering 8,81%, protein kasar 23,75%, bahan organik 3,00%, dan serat kasar 22,49%. Limbah sayuran yang menumpuk memiliki kadar air yang tinggi sehingga mudah membusuk, yang akan menjadi sumber pencemaran lingkungan karena menimbulkan bau tidak sedap, dapat mencemari air, tanah dan mengurangi keindahan lingkungan. Limbah sayuran yang terdapat dipasar dapat menjadi alternatif dalam penyediaan pakan pada waktu hijauan berkurang. Namun limbah tadi sebagian besar mempunyai kecenderungan praktis mengalami pembusukan serta kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang daya masa simpan melalui teknologi pengolahan yang mudah, murah serta dapat mengatasi kelangkaan ketersediaan pakan. Salah satu cara pengolahan pakan yang bisa dilakukan yaitu pada bentuk wafer pakan. Wafer pakan yang berasal dari limbah sayuran merupakan pakan alternatif untuk mengganti hijauan pakan pada saat musim kemarau dan dapat mengurangi limbah sayuran yang menumpuk. Solihin *et al.* (2015) dalam risetnya menyebutkan bahwa keuntungan dari pakan dalam bentuk wafer adalah kualitas nutrisinya yang lengkap, bahan bakunya tidak hanya berasal dari hijauan (rumput dan legume) saja tetapi juga dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah pertanian, perkebunan, atau limbah pabrik pangan, tidak mudah rusak oleh faktor biologis karena mempunyai kadar air kurang dari 14%,

ketersediaannya berkesinambungan karena sifatnya yang awet dapat bertahan cukup lama sehingga dapat mengantisipasi ketersediaan pakan pada musim kemarau serta dapat dibuat pada saat musim hujan ketika hasil hijauan makanan ternak dan produk pertanian melimpah. Dalam penelitian terdahulu dari Definiati *et al.* (2019) menyebutkan bahwa penyimpanan pakan dalam bentuk wafer dari 1 minggu sampai dengan 3 minggu dapat menurunkan kandungan lignin pada pakan wafer dan menurunkan kandungan selulosa.

Dalam dunia peternakan pakan merupakan faktor penentu keberhasilan usaha, dimana ketersediaannya sangat terkait dengan waktu, sehingga perlu dilakukan penyimpanan. Penyimpanan pakan yang terlalu lama akan menurunkan kualitas dari pakan tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu adanya pengujian terhadap masa simpan pakan hasil pengolahan. Meskipun dalam bentuk wafer masih ada kemungkinan mengalami kerusakan atau penurunan kualitas fisik selama masa penyimpanan. Oleh karena itu, perlu diketahui apakah masa simpan berpengaruh terhadap kualitas fisik ransum komplit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap produksi VFA total dan NH_3 secara *in-vitro* pada pakan wafer limbah sayuran.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April s/d Juli 2019. Pembuatan wafer dilaksanakan di Laboratorium Pertanian Universitas Muhammadiyah Bengkulu dan Uji *in-vitro* analisis pH, VFA Total dan NH_3 dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak Perah Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (IPB).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah sayuran berupa kol, sawi putih, sawi hijau, wortel, dedak halus, molasses, dan tepung tapioka Pengumpulan limbah sayuran

dilakukan di pasar tradisional pasar minggu dan pasar Panorama Kota Bengkulu, kemudian limbah sayuran dicacah. Limbah sayuran yang sudah dicacah dijemur di bawah terik matahari selama 3-5 hari sampai kadar air mencapai 15-17%. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, alat pemotong, terpal atau waring, baskom atau ember, cetakan (mall), alat press dongkrak, oven, mesin penggiling, kertas label, spidol, kamera, plastik dan alat laboratorium.

Pembuatan wafer dari limbah sayur (Kol, Sawi Putih, Sawi Hijau, dan Wortel) yang sudah kering kemudian dicampur dengan bahan perekat (molases dan tepung tapioka), tambahkan juga dedak dan diaduk sampai homogen. Kemudian memasukkan campuran bahan yang telah homogen ke dalam cetakan wafer yang sudah dilapisi kertas aluminium foil guna untuk sterilisasi wafer limbah sayuran lalu tekan dan press wafer limbah sayuran menggunakan alat yang sudah dibuat dengan tekanan yang sama yaitu 10 ungkitan agar seragam. Wafer yang sudah di pres lalu dimasukan kedalam oven dengan suhu 50°C selama ± 15 menit. Setelah dikeluarkan dari oven wafer dibiarkan sebentar pada udara terbuka (suhu kamar) agar dingin (Definiati

et al., 2019).

Uji *In Vitro*

Pengambilan cairan isi rumen

Cairan rumen diambil dari ternak sapi berfistula yang berada di LIPI Cibinong dengan menyiapkan termos yang telah diisi air hangat dengan suhu 39°C. Setelah itu air panas dibuang lalu langsung masukkan isi rumen yang telah diambil dan termos ditutup kembali agar temperatur tetap stabil dan usahakan dalam kondisi an aerob dan dialiri gas CO₂ Sebelum digunakan. Kemudian isi rumen dibawa ke Laboratorium untuk disaring. Penyaringan isi rumen ini menggunakan empat lapis kain cheeseclot, setelah disaring baru didapatkan cairan isi rumen.

Pembuatan larutan Mc Dougalls

Larutan Mc Dougalls sebagai buffer dibuat dengan komposisi sebagai berikut seperti terlihat pada Tabel 1. Semua bahan dilarutkan menjadi 1 liter aquades. Larutan buffer dipersiapkan sehari sebelum fermentasi, kemudian diletakkan ke dalam *shaker waterbath* pada suhu 39°C dan gas CO₂ dialiri selama 30-60 detik sehingga kondisi tetap an aerob dengan pH 6,8.

Tabel 1. Komposisi Larutan Mc Dougalls

Larutan	Larutan g/liter
NaHCO ₃	9,8
Na ₂ HPO ₄	3,71
KCL	0,57
MgSO ₄ 7H ₂ O	0,12
NaCl	0,47

Sumber: Tilley and Terry (1963).

Fermentasi *In Vitro*

Dengan berdasarkan metode dari Tilley and Terry (1963) pencernaan fermentatif dilakukan secara *in vitro*. Sebanyak 0,5 g sampel, 40 ml larutan Mc Dougall dan 10 ml cairan rumen dimasukkan ke dalam tabung fermentor sambil dialiri gas CO₂ selama 30 detik dan ditutup

dengan menggunakan tutup karet berventilasi. Tabung fermentor tersebut dimasukkan ke dalam shaker water bath dengan suhu 39°C dan diinkubasi selama 4 jam untuk analisis VFA dan NH₃. Selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, dipisahkan supernatan dan endapan, endapan dikeringkan dalam oven, selanjutnya dianalisis kandungan

Bahan Kering (BK), Bahan Organik (BO) dan filtrat digunakan untuk analisis NH_3 , VFA, dan pH.

Analisa Derajat Keasaman (pH) Cairan Rumen

Determinasi pH dilakukan segera setelah supernatan dipisahkan dengan endapan, diukur dengan alat pH meter digital. Kemudian, sebelum digunakan alat tersebut distandarisasi dengan larutan buffer antara pH 7 dan pH 4, pengukuran pH dilakukan 2 kali pada setiap sampel.

Pengukuran Produksi VFA Total (*General Laboratory Procedures*, 1966)

Dalam penelitian ini, metode destilasi uap digunakan untuk mengukur konsentrasi VFA total. Presscooker diisi dengan aquades sampai tanda max, kemudian air pendingin dari kran dialirkan ke tabung destilasi. Air aquades di presscooker dipanaskan hingga menghasilkan uap yang akan masuk ke tabung-tabung destilasi sehingga analisis VFA dapat dimulai. Supernatan filtrat hasil fermentasi sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung destilasi, setelah itu ditambahkan H_2SO_4 15% sebanyak 1 ml. Uap panas akan mendesak VFA dalam tabung destilasi dan terkondensasi di dalam pendingin. Destilat ditampung di dalam labu erlenmeyer yang berisi 5 ml NaOH 0,5 N hingga mencapai 250 ml. Indikator phenol pethalein (PP) ditambahkan sebanyak 2 tetes dan dititrasi dengan HCl 0,5 N sampai warna titrat berubah dari merah menjadi merah muda. Untuk blanko masukkan 5 ml NaOH 0,5 N pad labu erlenmeyer dan H_2SO_4 pada tabung destilasi. Produksi VFA total dihitung dengan rumus:

$$\text{mM VFA total} = (a-b) \times N \text{ HCl} \times 1000/5$$

Keterangan:

a = volume titran blanko,

b = volume titran contoh

Pengukuran Konsentrasi NH_3

Pada pengukuran amonia ini digunakan cawan Conway. Bibir cawan *Conway* dan tutup diolesi dengan vaselin. Supernatan yang berasal dari proses fermentasi selama 4 jam diambil

1 ml kemudian ditempatkan di salah satu ujung alur cawan *Conway*. Setelah itu larutan Na_2CO_3 jenuh ditempatkan pada salah satu ujung cawan *Conway* bersebelahan dengan supernatan (tidak boleh campur). Kemudian larutan 3 asam borat berindikator warna merah sebanyak 1 ml ditempatkan dalam cawan kecil yang terletak di tengah cawan *Conway*. Cawan *Conway* yang sudah diolesi vaselin ditutup rapat hingga kedap udara, larutan Na_2CO_3 dicampur dengan supernatan (tidak boleh dicampur). Kemudian larutan 3 asam borat berindikator warna merah sebanyak 1 ml ditempatkan dalam cawan kecil yang terletak di tengah cawan *Conway*. Cawan *Conway* yang sudah diolesi vaselin ditutup rapat hingga kedap udara, larutan Na_2CO_3 dicampur dengan supernatan hingga merata dengan cara menggoyang-goyangkan dan memiringkan cawan tersebut. Setelah itu dibiarkan selama 24 jam dalam suhu kamar. Setelah 24 jam pada suhu kamar tutup cawan dibuka, asam borat berindikator dititrasi dengan H_2SO_4 0,005N sampai terjadi perubahan warna dari ungu kebiruan menjadi merah kembali.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4×4 , dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Wafer limbah sayur dibuat dengan formulasi 60% limbah sayuran, 25% dedak dan 10% molases dan 5% tapioka. Perlakuan yang diuji adalah lama penyimpanan: A = Penyimpanan 0 hari, B = Penyimpanan 7 hari, C = Penyimpanan 14 hari, D = Penyimpanan 21 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Penyimpanan Wafer Limbah Sayuran terhadap pH Cairan Rumen

Hasil analisa *in-vitro* tentang pengaruh lama penyimpanan wafer limbah sayuran terhadap pH cairan rumen ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan analisis ragam dapat

diketahui bahwa lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH cairan rumen. ($P < 0,05$). Nilai rata-rata pH cairan rumen wafer limbah sayuran pada setiap perlakuan penyimpanan yaitu (6,74–6,91) dengan rata-rata terendah pada perlakuan C (6,74) dan rata-rata tertinggi pada perlakuan D (6,91). Lama pemeraman sangat erat kaitannya dengan masa optimal inkubasi suatu mikroorganisme dalam memfermentasi substrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan wafer limbah sayuran berpengaruh terhadap pH cairan rumen, dari nilai rata-rata pH terlihat bahwa pada penyimpanan wafer selama 14 hari pada menghasilkan nilai pH yang paling optimal yaitu 6,74 lebih rendah dibandingkan dari ketiga perlakuan lainnya ini membuktikan bahwa penyimpanan nilai pH yang rendah menunjukkan berlangsungnya fermentasi di dalam rumen. Sayuti (1989) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pH rumen

adalah aktivitas fermentasi atau produk dari fermentasi. Derajat keasaman (pH) cairan rumen merupakan salah satu indikator yang menunjukkan berlangsungnya proses fermentasi di dalam rumen.

Nilai pH rumen yang dihasilkan menunjukkan nilai pada batas normal pH rumen yaitu 6,6–6,9, sehingga tidak mengganggu aktivitas mikroba di dalam rumen. Mikroba rumen berada pada kondisi pH yang sesuai maka proses pertumbuhan dan metabolisme mikroba tidak akan terganggu sehingga aktivitas mikroba berjalan dengan normal dan proses pencernaan bahan pakan akan optimal. Nilai pH cairan rumen memegang peranan penting dalam mengatur beberapa proses dalam rumen, baik mendukung pertumbuhan mikroba rumen maupun menghasilkan produk berupa VFA dan (NH₃).

Tabel 2. Rata-rata pH cairan rumen in-vitro

Perlakuan	pH
A	6,86 ± 0,06 ^b
B	6,89 ± 0,05 ^b
C	6,74 ± 0,02 ^a
D	6,91 ± 0,05 ^b

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$). A: penyimpanan 0 hari; B: penyimpanan 7 hari; C: penyimpanan 14 hari; D: penyimpanan 21 hari.

Pengaruh Lama Penyimpanan Wafer Limbah Sayuran Produksi VFA Total Cairan Rumen

Hasil analisa ragam pengaruh lama penyimpanan pada wafer limbah sayuran menunjukkan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,05$) terhadap VFA Total disajikan pada Tabel 3. Analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan A dan D berbeda dengan perlakuan B dan C, kadar rata-rata VFA Total cairan rumen wafer limbah sayuran pada setiap perlakuan penyimpanan yaitu (91,65–115,15). Pada perlakuan B (7 hari) dan C (14 hari) terdapat peningkatan produksi VFA total. Hal ini mengindikasikan bahwa penyimpanan pada 7

dan 14 hari merupakan hasil yang terbaik. Seperti diketahui beberapa faktor yang memengaruhi konsentrasi VFA, antara lain pemanfaatan mikroba, penyerapan serta fermentabilitas dari pakan. Konsentrasi total VFA yang tinggi pada hari ke 7 dan 14 dikarenakan adanya fermentabilitas pakan yang optimum (Orskov, 1998). Sejalan dengan penelitian dari Hindratiningrum *et al.* (2011), dimana konsentrasi VFA yang tinggi diidentifikasi sebagai fermentabilitas dari pakan yang lebih tinggi.

Namun pada perlakuan D total VFA mengalami penurunan, hal ini kemungkinan

pada saat penyimpanan 3 minggu terjadinya degradasi mikroba pada pakan sehingga menyebabkan penurunan produksi VFA Total. Produksi VFA Total disajikan pada Tabel 5. berkisar pada kadar 91,65–115,15 Mm, yang mana masih dalam kriteria kadar optimum produksi VFA total di dalam rumen, dan mampu menyediakan energi ternak ruminansia dan sintesis mikroba rumen. Sesuai dengan pernyataan Hara *et al.* (2002) kadar optimum VFA di dalam rumen berkisar antara 70 mM-150 mM. Penelitian ini terlihat sejalan dengan penelitian Astuti *et al.* (2006) bahwa total VFA yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen berkisar dari

80–160 mM. Hal ini dibuktikan dengan pendapat Sandi *et al.* (2016) menyatakan bahwa komposisi VFA dalam rumen berubah dengan adanya perbedaan bentuk fisik, komposisi pakan, taraf dan frekuensi pemberian pakan, serta pengolahan. Kisaran optimal konsentrasi VFA yang dihasilkan oleh mikroba rumen dalam kondisi optimal adalah 80–160 mM dan VFA yang dihasilkan mampu menyediakan 50–70% energi yang dapat dicerna ruminansia (Widodo *et al.*, 2012). (Fathul and Wajizah, 2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perubahan komposisi VFA di dalam rumen berhubungan erat dengan bentuk fisik dari pakan, komposisinya, serta pengolahannya.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan terhadap VFA Total secara in-vitro

Perlakuan	VFA Total (mM)
A	91,65 ± 1,46 ^a
B	115,15 ± 4,40 ^b
C	113,97 ± 8,38 ^b
D	96,69 ± 6,20 ^a

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05). A: penyimpanan 0 hari; B: penyimpanan 7 hari; C: penyimpanan 14 hari; D: penyimpanan 21 hari.

Konsentrasi NH₃ Cairan Rumen

Hasil analisa pemberian wafer limbah sayur terhadap NH₃ dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan pada pakan wafer limbah sayuran tidak berpengaruh nyata (P>0,05) terhadap konsentrasi NH₃. Hal ini kemungkinan karena tidak terjadinya kenaikan sintesis protein pada wafer pakan selama masa penyimpanan sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada hasil analisa ragam. Sesuai dengan pernyataan dari bahwa faktor yang menyebabkan naiknya konsentrasi NH₃ pada rumen adalah sumber protein dalam ransum yang mudah terdegradasi oleh mikroba rumen, tingginya energi pakan serta tingginya pertumbuhan mikroba rumen (Hindratiningrum *et al.*, 2011).

Nilai rata-rata NH₃ dari hasil penelitian (8,46–9,90 mM) masih dalam kondisi optimum untuk sintesis protein mikroba, hal ini sesuai dengan pendapat Hara *et al.* (2002) menyatakan bahwa konsentrasi optimum NH₃ di dalam rumen antara 85–300 mg/l atau 6-21 mM. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NH₃ yang dihasilkan pada penelitian ini masih dalam kisaran yang optimum. Kadar NH₃ dalam cairan rumen adalah petunjuk adanya proses degradasi protein yang masuk dalam rumen, NH₃ hasil degradasi merupakan sumber nitrogen bagi sintesis protein mikroba. Makin tinggi kadar NH₃ di rumen, maka kemungkinan makin banyak protein mikroba yang terbentuk (Sofjan *et al.*, 1979).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap NH₃ secara in-vitro

Perlakuan	NH ₃ (mM)
A	8,46±0,92
B	9,90±0,74
C	9,74±0,55
D	8,69±1,06

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa, lama penyimpanan pakan wafer limbah sayuran berpengaruh terhadap pH cairan rumen dan produksi VFA Total, namun tidak berpengaruh pada NH₃ ($p > 0,05$). Lama penyimpanan yang terbaik terdapat pada treatment di hari ke 14 dengan konsentrasi pH, VFA Total dan NH₃ berada pada kondisi optimal untuk pertumbuhan aktivitas mikroba.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa dalam penulisan artikel ini tidak ada konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Terutama kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhamadiyah Bengkulu yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, L. 2012. Meracik peluang bisnis inovatif pada komoditi tanaman dan hijauan pakan. *J. Pastura* 12: 1-7.

Astuti, W.D., T. Sutardi, D. Evvyernie & T. Toharmat. 2006. Penggunaan kromium organik dari

beberapa jenis fungi terhadap aktivitas fermentasi rumen secara *in Vitro*. *Media Peternakan*. 29: 121-132.

Definiati, N., Nurhaita, Suliasih & Afrianto. 2016. Efek penggunaan limbah sayuran fermentasi terhadap pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan NDF secara *in-vitro* serta pengaruhnya terhadap konsumsi dan penambahan berat badan (PBB) pada kambing Peranakan Etawa (PE). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Modern Mendukung Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*. Bengkulu, 8 November 2016. 53-61.

Definiati, N., R. Zurina & D. Aprianto. 2019. Pengaruh lama penyimpanan wafer pakan limbah sayuran terhadap kandungan fraksi serat (hemiselulosa, selulosa dan lignin). *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 8: 9-17.

Fathul, F & S. Wajizah. 2010. Penambahan mikromineral Mn dan Cu ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara *in vitro*. *J. Ilmu Ternak dan Vet*. 15: 9-15.

General Laboratory Procedure. 1966. *General Laboratory Procedures*, Departement of Dairy Science. University of Wisconsin. Madison

Hara, S., K. Takahashi, N. Tomizawa, Y. Nakashima, N. Sasaki, dan R. Jorgensen. 2002. Effects of fasting and xylazine sedative on digestive tract motility, rumen VFA and certain blood components in ruminants. *Vet. Zootech*. 19: 5-14.

Hindratiningrum, N., M. Bata & S.A. Santosa. 2011. Produk fermentasi rumen dan produksi protein mikroba sapi lokal yang diberi pakan jerami amoniasi dan beberapa bahan pakan sumber energi. *J. Agripet* 11: 29-34.

Muktiani, A., B. Tampobolon & J. Achmadi. 2007.

- The in vitro rumen fermentability on the processed vegetable waste. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 32: 44-50.
- Orskov, E.R. 1998. Protein Nutrition in Ruminants, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11): 951-952.
- Sandi, S., A.I.M. Ali & A.A. Akbar, 2016. Uji in-vitro wafer ransum komplit dengan bahan perekat yang berbeda. *J. Peternakan Sriwijaya*. 4: 7-16.
- Sayuti, N. 1989. Ruminologi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas, Padang.
- Sofjan, L.A., D. Sastradipradja, T. Sutardi & C. Hendratno. 1979. Cooked cassava in urea rations for water buffaloes. *Ann. Rech. Vet.* 10: 460-461.
- Solihin, S., M. Muhtarudin & R. Sutrisna. 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmu Peternakan Terpadu* 3: 48-56.
- Sutrisna, R., Afrizal & Muhtarudin. 2014. Forage production of ruminants in Bumi Agung District East Lampung Regency. *J. Unila* 1, 93-100.
- Tilley, J.M.A & R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass forage Sci.* 18: 104-111.
- Widodo, F.W & Sutrisno, 2012. Kecernaan Bahan kering, kecernaan bahan organik, produksi vfa dan nh_3 pakan komplit dengan level jerami padi berbeda secara *in Vitro*. *Anim. Agric. J.* 1: 215-230.