

**KECERNAAN IN VITRO RANSUM SAPI PERAH BERBASIS JERAMI PADI YANG  
MENGANDUNG KONSENTRAT YANG DIFERMENTASI OLEH *Saccharomyces cerevisiae*  
DAN *Effective Microorganisms-4* (EM-4)**

**IN VITRO DIGESTIBILITY OF RICE STRAW-BASED RATIONS OF DAIRY COWS  
CONTAINING FERMENTED CONCENTRATE BY *Saccharomyces cerevisiae* AND  
*Effective Microorganisms-4* (EM-4)**

**Iman Hernaman\*, Ana Rochana Tarmidi, dan Tidi Dhalika**

Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran,  
Sumedang, 45363

Submitted: 3 May 2017, Accepted: 10 October 2017

**INTISARI**

Konsentrat digunakan untuk meningkatkan kualitas ransum sapi perah berbasis jerami padi. Bahan baku pembuatan konsentrat diantaranya berasal dari bahan pangan afkir yang dikhawatirkan merugikan ternak. Penelitian bertujuan untuk mengetahui lama fermentasi konsentrat dan formulasi ransum sapi perah terbaik. Penelitian Tahap 1, mengkaji nutrisi dan energi bruto konsentrat yang difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan *Effective Microorganisms-4* (EM-4) selama 0, 3, dan 6 hari. Penelitian Tahap 2, yaitu melakukan evaluasi penggunaan konsentrat terfermentasi terbaik pada Tahap 1 dalam ransum sapi perah berbasis jerami padi terhadap kecernaan rumen *in vitro* dengan perlakuan adalah 1) 50% jerami padi+50% konsentrat 2) 50% jerami padi+25% konsentrat+25% konsentrat terfermentasi 3) 50% jerami padi+ 50% konsentrat terfermentasi. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dan data yang terkumpul dianalisis dengan Uji Kontras Orthogonal. Hasil menunjukkan terjadi peningkatan kandungan protein kasar serta penurunan serat kasar dan energi bruto setelah konsentrat difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4. Fermentasi selama 3 hari menghasilkan kadar protein kasar tertinggi ( $P<0,05$ ) 14,48% dan kadar serat kasar terendah 17,01%. Penggunaan konsentrat terfermentasi sebanyak 50% dalam ransum mampu meningkatkan kecernaan bahan kering maupun organik ( $P<0,05$ ) yang tertinggi, yaitu 63,68 dan 58,70%. Kesimpulan, fermentasi konsentrat oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4 selama 3 hari merupakan perlakuan terbaik dan penggunaannya sebanyak 50% dalam ransum sapi perah berbasis jerami padi, menghasilkan kecernaan bahan kering dan organik ransum yang tertinggi.

(Kata kunci : *Effective microorganisms-4*, *In vitro*, Jerami padi, Konsentrat, *Saccharomyces cerevisiae*, Sapi perah)

**ABSTRACT**

Concentrate was used to improve rice straw-based rations of dairy cows. Rejected foods can be used to formulate concentrate but it can contain unwanted materials. This research aimed to know the best of fermentation time and rations formulation. Research phase 1 was to observe nutrient and energy contents of concentrate fermented by *Saccharomyces cerevisiae* and EM-4 at 0, 3, and 6 days. Phase 2 was to evaluate the use of the best fermented concentrate of the phase 1 to be used in the ration on *in vitro* rumen degradability using treatments as follows: 1) 50% rice straws + 50% concentrate, 2) 50% rice straws + 25% concentrate + 25% fermented concentrate, 3) 50% rice straws + 50% fermented concentrate. This study used completely randomized design and the collected data were analyzed by Contrast Orthogonal test. The results showed that crude protein (CP) increased but crude fiber (CF) and bruto energy decreased due to concentrate fermentation. A 3 day fermentation resulted in the highest ( $P<0.05$ ) CP (14.48%) and the lowest CF (17.01%). The use of fermented concentrate at 50% in the ration resulted in the highest ( $P<0.05$ ) digestibility of dry matter (63.68%) and organic matter (58.70%). It can be concluded that concentrate fermentation at 3 days by *Saccharomyces cerevisiae* and *Effective Microorganisms-4* (EM-4) was the best treatments. Its use in rice straws-based rations of dairy cows at 50% and result in the highest digestibility of dry matter and organic matter.

(Keywords: Concentrate, Dairy cow, *Effective microorganisms-4*, *In vitro*, *Saccharomyces cerevisiae*)

\* Korespondensi (corresponding author):

Telp. +62 08122449998, E-mail: iman\_hernaman@yahoo.com

## Pendahuluan

Pada musim kemarau panjang banyak peternak sapi perah di Indonesia, khususnya di Jawa Barat memberikan limbah pertanian berupa jerami padi sebagai pakan sumber serat sebagai pengganti rumput. Sutrisno *et al.* (2006) menyatakan bahwa kandungan protein kasar jerami padi rendah (3-5%), serat kasarnya tinggi (>34%), kekurangan mineral, ikatan lignoselulosanya kuat dan kecernaannya rendah, sehingga tidak memberikan nutrisi yang cukup bagi produksi susu (Wanapat *et al.*, 2013). Pemberian pakan konsentrat pada ransum sapi perah berbasis jerami padi yang berkualitas rendah dapat memperbaiki kualitas susu (Nur *et al.*, 2015).

Suatu kenyataan bahwa sebagian bahan baku konsentrat untuk sapi perah saat ini di antaranya berasal bahan pangan afkir yang sering mengandung zat pengawet, sudah berjamur, serta bau tengik. Selain itu juga berasal dari limbah pertanian mengandung serat kasar tinggi, racun dan anti nutrisi. Hal ini akan mengurangi palatabilitas dan merugikan bagi kesehatan hewan. Kekurangan dari bahan pakan tersebut dapat diperbaiki melalui proses fermentasi yang terbukti telah mampu memberikan keuntungan berupa aroma lebih baik (Tefera *et al.*, 2014), mengurangi senyawa racun dan antinutrisi, meningkatkan nutrisi pakan (Roger *et al.*, 2015), meningkatkan kecernaan dan konsumsi pakan (Salcedo *et al.*, 2010) serta produksi susu yang lebih baik (Eastridge, 2006).

*Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu jenis fungi yang banyak digunakan dalam fermentasi pakan, karena memiliki kemampuan berkembang biak dengan cepat, tahan terhadap kadar alkohol dan suhu yang tinggi, mempunyai sifat stabil dan cepat beradaptasi (Dhalika *et al.*, 2003), serta menghasilkan cita aroma (Suyadi *et al.*, 2012) yang disukai ternak.

Akhir-akhir ini banyak yang memanfaatkan EM-4 sebagai agen fermentasi pakan. Mikroorganisme alami yang terdapat dalam EM-4 bersifat fermentasi dan sintetik. Sekitar 80 genus, di antaranya lima kelompok mikroorganisme utama, adalah golongan ragi seperti, *Lactobacillus*, jamur fermentasi, bakteri fotosintetik, dan *Actinomycetes* (Higa dan Parr, 1995). Campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4 diharapkan dapat

sebagai sumber inokulum dan bersinergis positif yang saling menguntungkan dalam meningkatkan kualitas pakan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui lama fermentasi konsentrat dan formulasi ransum sapi perah terbaik.

## Materi dan Metode

### Percobaan 1

Konsentrat diperoleh dari perusahaan pembuat konsentrat sapi perah yang berlokasi di Garut. Konsentrat tersebut dibuat dari campuran beberapa bahan pakan yang berasal dari mie kering afkir, terigu afkir, tepung beras afkir, kulit kopi, dedak, ongok, bungkil kedelai, ampas kecap, molases, urea, mineral, dan premix. EM-4 sebanyak 0,125% v/b dicampurkan ke media awal berupa konsentrat dan ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 0,5% dengan tingkat kebasahan media 35-40%, lalu diperam selama 3 hari. Sebanyak 0,5% dari media tersebut dicampur dengan konsentrat dengan kadar air akhir 20-30%, kemudian ditimbang sebanyak 2 kg, lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik kedap udara dan difermentasi selama 0, 3 dan 6 hari. Setelah selesai difermentasi, sampel diambil untuk pengukuran kadar protein kasar dan serat kasar dengan metode AOAC (2012), dan energi bruto menggunakan *bomb calorimeter*.

### Percobaan 2

Konsentrat terfermentasi yang terbaik pada percobaan 1 (didasarkan pada kandungan protein kasar yang tinggi dengan serat kasar rendah dan kehilangan energi bruto yang paling rendah) dicampur dengan jerami padi (didasarkan pada bahan kering), lalu dialokasikan sebagai ransum percobaan sebagai berikut: 1) 50% jerami padi+50% konsentrat 2) 50% jerami padi+25% konsentrat+25% konsentrat terfermentasi 3) 50% jerami padi + 50% konsentrat terfermentasi, kemudian dievaluasi kecernaannya dengan metode *in vitro* 2 tahap yang dikembangkan oleh Tilley dan Terry pada tahun 1963 (Hernaman *et al.*, 2015). Sampel ditimbang sebanyak  $\pm 0,5$  g, lalu dimasukan ke dalam tabung fermentor dan dicampur dengan larutan McDougall sebanyak 40 mL sebagai penyangga pengganti saliva dan cairan rumen sapi perah sebanyak 10 mL yang diperoleh dari rumah potong hewan, kemudian dimasukkan

ke dalam waterbath dengan suhu yang dipertahankan 39°C dan diinkubasi selama 2 x 48 jam untuk diukur pencernaan bahan kering dan organik (Hernaman *et al.*, 2015).

Percobaan dilakukan secara eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap terdiri atas 3 perlakuan dan 6 ulangan. Data yang terkumpul dilakukan analisis ragam dan bila terjadi perbedaan maka dilakukan Uji Kontras Orthogonal (Steel dan Torrie, 1995).

### Hasil dan Pembahasan

#### Percobaan 1

Setelah dilakukan proses fermentasi selama 0, 3, dan 6 hari diperoleh data protein kasar, serat kasar, dan energi bruto yang disajikan pada Tabel 2.

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa fermentasi menyebabkan perubahan

nutrien, dimana terjadi peningkatan protein kasar, penurunan serat kasar dan energi bruto ( $P < 0,05$ ) dibandingkan konsentrat yang tidak difermentasi. Perubahan kandungan nutrisi disebabkan oleh proses fermentasi. Proses ini merupakan aktivitas mikroba dalam metabolisme dan pertumbuhan melalui pemecahan senyawa-senyawa organik melalui kerja enzim yang dihasilkan mikroba (Fardiaz, 1992). Perubahan persentase protein kasar yang lebih tinggi pada konsentrat yang difermentasi, pada hakekatnya karena perubahan nutrisi lain yang mengalami penurunan terutama kandungan karbohidrat yang terbukti dengan penurunan kadar serat kasar (Tabel 2). Oleh karena itu, secara proporsional kandungan protein kasar mengalami peningkatan setelah fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4 adalah mikroba yang memiliki aktivitas dalam mencerna selulosa,

Tabel 1. Bahan pakan dan komposisi ransum percobaan  
 (feed ingredients and compositions of the experimental rations)

Bahan pakan (feed ingredients)	R1	R2	R3
Jerami padi (%) (rice straw (%))	50	50	50
Konsentrat (%) (concentrate (%))	50	25	-
Konsentrat terfermentasi (%) (concentrate fermented (%))	-	25	50
Kandungan <i>nutrien</i> bahan pakan (nutrients content):			
Abu (%) (ash (%))	16,26	16,65	17,04
Protein kasar (%) (crude protein (%))	8,24	8,79	9,34
Lemak kasar (%) (extract ether (%))	4,04	4,25	4,47
Serat kasar (%) (crude fiber (%))	27,11	26,28	25,46
Bahan ekstrak tanpa nitrogen (%) (nitrogen free extract (%))	44,37	44,04	43,71
<b>Total digestible nutrient (%)<sup>1</sup></b>	<b>60,61</b>	<b>61,56</b>	<b>62,51</b>

<sup>1</sup>TDN dihitung berdasarkan rumus Sutardi (2001) (according to Sutardi (2001)):

TDN % = 70,6+0,259%PK+1,01%LK-0,76%SK+0,0991%BETN (70.6+0.259%CP+1.01%EE-0.76%CF+0.0991%NFE).

R1: 50% jerami padi+50% konsentrat (50% rice straws + 50% concentrate), R2: 50% jerami padi+25% konsentrat+25% konsentrat terfermentasi (50% rice straws + 25% concentrate + 25% fermented concentrate), R3: 50% jerami padi + 50% konsentrat terfermentasi (50% rice straws + 50% fermented concentrate).

Tabel 2. Rerata kandungan protein kasar, serat kasar, dan energi bruto pada konsentrat pada berbagai perlakuan

(means of crude protein, crude fiber, and energy bruto as response to various ration treatments)

Peubah (variables)	Lama fermentasi (time of fermentation)		
	0 hari (0 days)	3 hari (3 days)	6 hari (5 days)
Protein kasar (%) (crude protein (%))	12,27±0,27 <sup>a</sup>	14,48±0,41 <sup>c</sup>	13,70±0,21 <sup>b</sup>
Serat kasar (%) (crude fiber (%))	20,13±0,75 <sup>c</sup>	17,01±0,71 <sup>a</sup>	18,60±0,90 <sup>b</sup>
Energi bruto (Kkal/kg) (energy bruto (Kcal/kg))	3.893±74,10 <sup>c</sup>	3.687±107,10 <sup>b</sup>	3.351±123,71 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) (different superscripts at the same row showed significant differences ( $P < 0.05$ )).

pati, dan gula (Suprayogi, 2010; Surung, 2008), sehingga terjadi penurunan karbohidrat secara cepat yang menyebabkan perubahan proporsi yang berakibat pada meningkatnya kandungan protein kasar pakan. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Telew *et al.* (2013) bahwa proses fermentasi pada sekam padi yang dilakukan oleh EM-4 dapat meningkatkan kadar protein kasar, sedangkan Suprayogi (2010) melaporkan bahwa onggok yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dengan lama inkubasi 3 hari dan penambahan sulfur 1500 mg/kg dapat meningkatkan bahan organik dan kandungan protein biomassa hasil fermentasi secara signifikan ( $P < 0,05$ ).

Di samping itu, kenaikan kadar protein konsentrat terfermentasi diduga akibat adanya kerja dari mikroba dan adanya penambahan protein yang terdapat dalam sel mikroba itu sendiri (Supriyati *et al.*, 1998). Selama proses pertumbuhan, selain dihasilkan enzim, juga dihasilkan protein enzim ekstraselular dan protein hasil metabolisme kapang sehingga terjadi peningkatan kadar protein kasar dan sejati (Sudarmadji *et al.*, 1989).

Serat kasar mengalami penurunan yang nyata ( $P < 0,05$ ) selama fermentasi sebagai akibat perombakan oleh enzim-enzim pencernaan serat yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan mikroba yang terkandung dalam EM-4. Dilaporkan oleh Umiyasih dan Anggraeny (2008) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* yang diinkubasikan pada ampas aren selama 72 jam mengakibatkan penurunan serat kasar substrat yang terendah. Sementara itu, EM-4 digunakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena mikroorganisme yang terdapat dalam EM-4 dapat mencerna selulosa (Surung, 2008). Sandi *et al.* (2012) menyatakan bahwa penambahan EM-4 sebanyak 10% (v/b) pada substrat mampu menurunkan kadar serat kasar bahan.

Fermentasi selama 3 hari menunjukkan kandungan protein kasar yang lebih tinggi dengan serat kasar yang lebih rendah ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan fermentasi konsentrat selama 6 hari. Fermentasi yang lebih lama menyebabkan mikroba memiliki kesempatan untuk lebih berkembang dan membutuhkan lebih banyak karbohidrat sebagai sumber energi, akibatnya persentase protein kasar pada

lama fermentasi selama 6 hari lebih rendah dibandingkan dengan lama fermentasi 3 hari. Meskipun mikroba diduga terus bertumbuh pada fermentasi selama 6 hari dan dapat membentuk protein (Manfaati, 2010), namun tampaknya penyusutan karbohidrat lebih besar dibandingkan dengan peningkatan protein secara proporsional.

Begitu pula dengan serat kasar, hal ini disebabkan porsi mikroba dalam memfermentasi karbohidrat pada konsentrat lebih banyak menggunakan pati dan gula sebagai sumber energi dibandingkan dengan serat kasar, sehingga lebih lama fermentasi lebih banyak pati dan gula yang digunakan dibandingkan serat kasar, akibatnya persentase serat kasar menjadi lebih tinggi pada lama fermentasi 6 hari. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme potensial penghasil amilase (De Mot, 1990) yang mampu merombak pati dan gula, sedangkan EM-4 di dalamnya mengandung *Lactobacillus* yang dapat mengubah karbohidrat mudah larut menjadi asam laktat (Heinritz, 2011).

Fermentasi dengan *Saccaromyces cerevisiae* dan EM-4 menghasikan penurunan energi bruto yang nyata ( $P < 0,05$ ) sampai lama fermentasi 6 hari. Semakin lama fermentasi, maka semakin rendah energi bruto substrat. Dalam proses fermentasi membutuhkan energi agar proses tersebut berjalan dengan baik. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa mikroorganisme menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi setelah terlebih dahulu dipecah menjadi glukosa. Pemecahan glukosa selanjutnya dilakukan melalui jalur glikolisis sampai akhirnya dihasilkan energi untuk mikroorganisme.

## Percobaan 2

Hasil kajian nutrisi konsentrat menunjukkan bahwa fermentasi selama 3 hari menghasilkan kandungan nutrisi yang lebih baik dengan kadar protein tertinggi dan serat kasar yang paling rendah, disamping itu energi yang hilang lebih rendah dibandingkan fermentasi selama 6 hari (Tabel 2). Konsentrat dengan protein kasar sebesar 14,48% masih dalam kisaran protein kasar konsentrat sapi perah yang diproduksi KUD, yaitu 12,18% – 18,85% (Rahardjo *et al.*, 2011).

Konsentrat hasil fermentasi selama 3 hari digunakan sebagai bahan pakan penguat pada perlakuan ransum sapi perah

Tabel 3. Rerata kecernaan bahan kering dan organik pada berbagai perlakuan  
 (means of dry and organic matter digestibility as response to various ration treatments)

Peubah (variables)	R1	R2	R3
Kecernaan bahan kering (%) (dry matter digestibility (%))	43,53±0,87 <sup>a</sup>	47,26±0,37 <sup>b</sup>	63,68±0,48 <sup>c</sup>
Kecernaan bahan organik (%) (organic matter digestibility (%))	34,40±0,34 <sup>a</sup>	43,16±0,21 <sup>b</sup>	58,70±0,58 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) (different superscripts at the same row showed significant differences ( $P < 0,05$ )).

R1: 50% jerami padi+50% konsentrat (50% rice straws + 50% concentrate), R2: 50% jerami padi+25% konsentrat+25% konsentrat terfermentasi (50% rice straws + 25% concentrate + 25% fermented concentrate), R3: 50% jerami padi + 50% konsentrat terfermentasi (50% rice straws + 50% fermented concentrate).

yang berbasis jerami padi dengan maksimum penggunaannya sebanyak 50% (Tabel 1). Pada Tabel tersebut tampak bahwa penggunaan konsentrat fermentasi sebesar 50%, memiliki kandungan protein kasar dan TDN-nya paling tinggi, namun mengandung serat kasar dan BETN yang lebih rendah dibandingkan dengan konsentrat tanpa fermentasi dan penggunaan konsentrat fermentasi sebanyak 25%. Hal ini sebagai akibat kontribusi dari konsentrat yang difermentasi 3 hari mengandung protein kasar lebih tinggi dengan serat kasar lebih rendah dibandingkan dengan konsentrat yang tidak difermentasi (Tabel 2). Kemudian ransum perlakuan tersebut dievaluasi kecernaannya dengan uji *in vitro* yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Hasil pada Tabel 3 menggambarkan bahwa penggunaan konsentrat terfermentasi nyata ( $P < 0,05$ ) menghasilkan peningkatan kecernaan bahan kering maupun bahan organik ransum percobaan dibandingkan dengan ransum yang menggunakan konsentrat tanpa fermentasi. Penggunaan konsentrat fermentasi dalam ransum sampai 50% memberikan kecernaan bahan kering dan bahan organik yang paling tinggi diantara perlakuan. Peningkatan kecernaan tersebut disebabkan karena proses fermentasi yang dilakukan oleh konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4 mampu merombak struktur nutrisi konsentrat menjadi struktur yang lebih sederhana yang memudahkan mikroba rumen mencerna substrat, hal ini dibuktikan dengan menurunnya kandungan serat kasar.

Di sisi lain, fermentasi memberi kontribusi dalam meningkatkan kandungan protein konsentrat (Tabel 2). Perubahan kandungan konsentrat terfermentasi yang lebih baik memberikan perbaikan pada kualitas ransum perlakuan yang ditandai dengan kandungan protein yang lebih tinggi

dengan serat kasar yang lebih rendah (Tabel 1). Protein kasar dalam ransum mengindikasikan ketersediaan unsur N bagi mikroba rumen yang sangat membantu dalam pertumbuhan dan produksi sintesis mikroba (Gosselink *et al.*, 2003). Dengan bertumbuhnya mikroba rumen akan membantu dalam mencerna ransum, sehingga kecernaan bahan kering maupun kecernaan bahan organik ransum percobaan yang mengandung konsentrat terfermentasi lebih tinggi dibandingkan dengan ransum yang mengandung konsentrat tidak difermentasi. Pendekatan pengolahan pakan untuk meningkatkan protein melalui fermentasi dapat menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen guna meningkatkan kecernaan pakan (Puastuti, 2009).

Selain itu, ransum yang mengandung konsentrat terfermentasi memiliki persentase serat kasar yang lebih rendah dibandingkan dengan ransum yang mengandung konsentrat yang tidak difermentasi (Tabel 1). Serat kasar yang rendah dalam ransum akan lebih mudah dicerna dibandingkan dengan ransum yang mengandung serat kasar tinggi, seperti yang dikemukakan oleh Despal (2000) bahwa tingginya serat kasar dapat menurunkan daya cerna zat-zat makan dalam ransum.

### Kesimpulan

Fermentasi konsentrat oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan EM-4 selama 3 hari merupakan pengolahan yang terbaik dan penggunaannya sebanyak 50% dalam ransum sapi perah berbasis jerami padi 50%, menghasilkan kecernaan bahan kering dan organik ransum yang tertinggi secara *in vitro*.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan pada Pimpinan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran yang telah memberikan bantuan dana melalui Program Penelitian Swadana Fakultas dengan SK Dekan Fakultas Peternakan No: 178/UN6.J/KP/2014.

### Daftar Pustaka

- AOAC. 2012. Official Method of Analysis. 19<sup>th</sup> edn. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC.
- De Mot, R. 1990. Conversion of starch by yeasts. In: Yeasts Biotechnology and Biocatalysis. Verachtert, H. and De Mot R. (Ed.). Marcel Dekker, New York. Pp. 63.
- Despal. 2000. Kemampuan komposisi kimia dan pencernaan *in vitro* dalam mengestimasi pencernaan *in vivo*. Media Peternakan 23: 84-88.
- Dhalika, T., B. Ayuningsih, dan A. Budiman. 2003. Komposisi nutrisi produk fermentasi "onggok" oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan suplementasi nitrogen dan sulfur. Laporan Penelitian DIKS UNPAD.
- Eastridge, M. L. 2006. Major advances in applied dairy cattle nutrition. J. Dairy Sci. 89: 1311-1323.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gosselink, J. M. J., C. Poncet, J. P. Dulphy and J. W. Cone. 2003. Estimation of the duodenal flow of microbial nitrogen in ruminants based on the chemical composition of forages. Anim. Res. 52: 229-243.
- Heinritz, S. 2011. Ensiling suitability of high protein tropical forages and their nutritional value for feeding pigs. Thesis. University of Hohenheim. Stuttgart.
- Hernaman, I., A. Budiman, S. Nurachma, dan K. Hidajat. 2015. Kajian *in vitro* substitusi konsentrat dengan penggunaan limbah perkebunan singkong yang disuplementasi kobalt (Co) dan seng (Zn) dalam ransum domba. Buletin Peternakan 39: 71-77.
- Higa, T. and J. F. Parr. 1995. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. Soil Microbiologist Agricultural Research Service, US Department of Agriculture Beltsville, Maryland.
- Manfaati, R. 2010. Kinetika dan variabel optimum fermentasi asam laktat dengan media campuran tepung tapioka dan limbah cair tahu oleh *Rhizopus oryzae*. Tesis Program Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nur, K., A. Atabany, Muladno, dan A. Jayanegara. 2015. Produksi gas metan ruminansia sapi perah dengan pakan berbeda serta pengaruhnya terhadap produksi dan kualitas susu. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan 3: 65-7.
- Puastuti, W. 2009. Manipulasi bioproses dalam rumen untuk meningkatkan penggunaan pakan berserat. Wartazoa 19: 180-190.
- Salcedo, G., L. Martinez-Suller, H. Arriaga, and P. Merino. 2010. Effects of forages supplements on milk production and chemical properties, *in vivo* digestibility, rumen fermentation and N excretion in dairy cows offered red clover silage and corn silage or dry ground corn. Irish Journal of Agricultural and Food Research 49: 115-128.
- Sandi, S., Muhakka, dan A. Saputra. 2012. The effect of effective microorganisms-4 (EM-4) addition on the physical quality of sugar cane shoots silage. Proceeding of the 2<sup>nd</sup> International Seminar on Animal Industry. Jakarta 5-6 July 2012.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sudarmadji, S., R. Kasmidjo, Sardjono, D. Wibowo, S. Margino, dan S. R. Endang. 1989. Mikrobiologi Pangan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suprayogi, W. P. S. 2010. Inkorporasi sulfur dalam protein onggok melalui teknologi Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Caraka Tani 25: 34-38.
- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid, dan A. Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 3: 165-170.
- Surung, M. Y. 2008. Pengaruh dosis EM-4 (*effective microorganisms-4*) dalam Air

- minum terhadap berat badan ayam buras. *Jurnal Agrisistem* 4: 25-30.
- Sutardi, T. 2001. Revitalisasi peternakan sapi perah melalui penggunaan ransum berbasis limbah perkebunan dan suplementasi mineral organik. Laporan akhir RUT VIII 1. Kantor Kementerian Negara Riset dan Teknologi dan LIPI.
- Sutrisno, C. I., Sulistyanto, S. Widyati, Nurwantoro, S. Mukodiningsih, Surahmanto, dan Tristiarti. 2006. Peningkatan Kualitas Jerami sebagai Pakan. <http://www.dikti.org/p3m/abstrakHB/AbstrakHBO5.pdf>. Diakses 1 Mei 2017.
- Suyadi, Nurwantoro, dan S. Mulyani. 2012. Total yeast, pH, cita rasa asam dan cita rasa alkohol pada es krim dengan penambahan starter *Saccharomyces cerevisiae* pada lama pemeraman yang berbeda. *Animal Agriculture Journal* 1: 246-257.
- Rahardjo, L., I. Subagiyo, S. Chuzaemi, dan B. A. Nugroho. 2011. Karakteristik sistem pakan pada usaha peternakan sapi perah rakyat saat musim hujan yang berkepanjangan. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2011. Pp.717-714.
- Roger, T., T. N. Léopold, and M. C. M. Funtong. 2015. Nutritional properties and antinutritional factors of corn paste (Kutukutu) fermented by different strains of lactic acid bacteria. *Int. J. Food Sci.* <http://dx.doi.org/10.1155/2015/502910>.
- Tefera, T., K. Ameha, and A. Biruhtesfa. 2014. Cassava based foods: microbial fermentation by single starter culture towards cyanide reduction, protein enhancement and palatability. *IFRJ* 21: 1751-1756.
- Telew, C., V. G. Kereh, I. M. Untu, dan B. W. Rembet. 2013. Pengayaan nilai nutritif sekam padi berbasis bioteknologi "effective microorganisms" (EM-4) sebagai bahan pakan organik. *Jurnal Zootek* 32: 1-8.
- Umiyasih, U. dan Y. N. Anggraeny. 2008. Pengaruh fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kandungan nutrisi dan pencernaan ampas pati aren (*Arenga pinnata* MERR). Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner hal. 241-246.
- Wanapat, M., S. Kang, N. Hankla, and K. Phesatcha. 2013. Effect of rice straw treatment on feed intake, rumen fermentation, and milk production in lactating dairy cows. *AJAR* 8: 1677-1687.