



**KECERNAAN BAHAN KERING DAN BAHAN ORGANIK SECARA *IN VITRO*  
AMPAS AREN YANG DIFERMENTASI DENGAN PENAMBAHA  
NITROGEN, PHOSFOR DAN POTASSIUM**  
*(The Dry Matter Digestibility and The Organic Matter Digestibility In Vitro of Arenga  
Pinnata Merr. Fermented with Nitrogen, Phosphorus and Potassium Addition)*

**Y. Pamungkas, M. Christiyanto dan A. Subrata\***

Program Studi S-1 Peternakan  
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang  
*\*fp@undip.ac.id*

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui KcBK dan KcBO secara *in vitro* Ampas Aren (AA) yang difermentasi dengan bakteri selulolitik yang berupa MA-11 dengan penambahan unsur Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Potassium (K). Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor yang diulang 3 kali. Faktor pertama adalah penambahan NPK sebanyak 1,2% bobot/bobot. Faktor kedua adalah level lama pemeraman (3, 7, 14, 21 hari). Parameter yang diamati adalah KcBK dan KcBO. Hasil penelitian menunjukkan rerata nilai KcBK dan KcBO berturut-turut adalah 27,77% - 46,70% dan 28,64% - 46,70%. Simpulan dari penelitian ini adalah pengolahan AA melalui fermentasi dengan penambahan NPK sebanyak 1,2% bobot/bobot yang dikombinasikan dengan lama pemeraman mampu meningkatkan KcBK dan KcBO serta mempercepat proses fermentasi.

Kata kunci: ampas aren; fermentasi; pencernaan

**ABSTRACT**

This research was conducted to evaluate *in vitro* digestibility of *Arenga pinnata merr.* fermented with cellulolytic bacteria in the form of MA-11 and added of Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) like as NPK fertilizer. The research was done with completely randomized design (CRD) factorial with two factor and 3 replications. The first factor is additions of NPK as much as 1,2% W/W. The second factor was level a long time of fermentation (3, 7, 14 and 14 days). The results showed that average of Dry Matter Digestibility (DMD) and Organic Matter Digestibility (OMD) respectively were 27,77% - 46,70% and 28,64% - 46,70%. It can be concluded that processing of *Arenga pinnata merr.* by fermentation with additions of NPK as much as 1,2% W/W combined a long time of fermentation can improve DMD and OMD, and accelerate the with time of fermentation process.

Keywords: *Arenga pinnata merr.*; fermentation; digestibility

**PENDAHULUAN**

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia, ketersediaan pakan berkualitas baik menjadi menurun dan nilai jualnya menjadi tinggi. Hal ini dikarenakan lahan untuk pakan kini mulai beralih fokus ke lahan untuk pangan. Produk pangan yang meningkat

menimbulkan limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan menjadi pakan adalah AA.

Ampas aren merupakan limbah dari produksi tepung pati aren. Salah satu tempat produksi pembuatan tepung aren terletak di daerah Tulung, Klaten, Jawa Tengah. Jumlah produksi pembuatan tepung aren meninggalkan biomassa lokal AA yang tidak dimanfaatkan dengan baik sehingga kontinuitasnya terjaga. Kandungan proksimat dari AA adalah 26,47% bahan kering (BK), bahan organik (BO) 89,67%, protein kasar (PK) 3,19%, lemak kasar (LK) 0,13%, serat kasar (SK) 31,90% berdasarkan 100% BK dan lignin sebesar 14,21%. Kandungan SK dan lignin yang tinggi pada AA dapat menurunkan pencernaan pada ternak, selain itu protein yang rendah menjadikan AA kurang baik bila dijadikan sebagai pakan ternak atau campuran penyusun *complete feed*. Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas nutrisinya adalah dengan fermentasi.

Fermentasi dengan pemanfaatan jasa mikroba selulolitik dapat membantu proses delignifikasi. Indikator keberhasilan proses fermentasi salah satunya dengan adanya penurunan kadar SK karena proses delignifikasi sehingga meningkatkan pencernaan.

Mineral merupakan salah satu komponen yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup di samping karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin, juga dikenal sebagai zat anorganik (Arifin, 2008). Nutrisi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh bagi bakteri untuk pertumbuhan sel dan aktivitas sel pada *biotreatment*. Nutrisi yang dibutuhkan harus mengandung unsur diantaranya adalah nitrogen, karbon dan fosfor (Widjaja dan Lindu, 2007).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui KcBK dan KcBO secara *in vitro* AA yang difermentasi dengan bakteri selulolitik yang berupa MA-11 dengan penambahan NPK. Manfaat yang diperoleh ialah mendapatkan informasi tentang teknologi fermentasi untuk meningkatkan kualitas AA.

## MATERI DAN METODE

Penelitian tentang KcBK dan KcBO secara *In Vitro* AA yang Difermentasi dengan Penambahan NPK dilaksanakan pada bulan November 2013 - Januari 2014. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, dan Laboratorium Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Undip.

### Materi

Materi penelitian yang digunakan adalah AA. Peralatan dan khemikalia yang digunakan adalah toples, gelas ukur, semprotan, timbangan analitis (ketelitian 1 g dan 0,0001 g),

fermentor, almari pengering, oven, *grinder*, saringan, termos, termometer, tabung fermentor, kertas saring *ashless*, *crucible porcelain*, kompor listrik, tanur, eksikator, *beaker glass*, *waterbath*, pompa vakum, *centrifuge*, sumber mineral (pupuk NPK “Mutiaras” dengan kandungan N=16%, P= 16% dan K=16%), mikroba starter (MA-11), larutan *McDougall*, gas CO<sub>2</sub>, pepsin HCl, air dingin, *aquades* dan cairan rumen sapi.

### Metode

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 4 yang diulang sebanyak 3 kali pada setiap perlakuannya. Faktor pertama adalah penambahan sumber NPK. Faktor kedua adalah lama pemeraman 3, 7, 14 dan 21 hari. Perlakuan yang di berikan adalah:

- P1L0 = AA + starter 2%, LP 3 hari.
- P1L1 = AA + starter 2%, LP 7 hari.
- P1L2 = AA + starter 2%, LP 14 hari.
- P1L3 = AA + starter 2%, LP 21 hari.
- P2L0 = AA + starter 2% + pupuk NPK 1,2 % + LP 3 hari.
- P2L1 = AA + starter 2% + pupuk NPK 1,2 % + LP 7 hari.
- P2L2 = AA + starter 2% + pupuk NPK 1,2 % + LP 14 hari.
- P2L3 = AA + starter 2% + pupuk NPK 1,2 % + LP 21 hari.

### Tahap persiapan

Penelitian dimulai dengan penjemuran AA segar hingga kering udara. Sampel diambil sebanyak ± 1 g untuk dianalisis kadar airnya. Hasil analisis kadar air digunakan untuk penentuan penambahan air pada fermentasi AA menjadi 60%. Kadar air perlakuan dibuat 60% sehingga perlu penambahan air dengan rumus:

$$60\% = \frac{(KA/100 \times BKU) + X}{BKU (g) + X} \times 100\%$$

Keterangan:

- 60% : Kadar air substrat yang dikehendaki
- KA (%) : Kadar air yang terkandung dalam sampel
- BKU (g) : Berat kering udara sampel yang diperlukan
- ml : ml air yang ditambahkan

### Tahap fermentasi AA

Tahap fermentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah perlakuan perbedaan penambahan NPK dan lama pemeraman. Starter yang digunakan adalah MA-11 sebanyak 2% V/W berat kering dan penambahan NPK sebanyak 1,2% W/W. Starter dicampurkan ke dalam air yang sudah diukur sesuai penambahannya, sebelum ditambahkan ke dalam air, jumlah air dikurangi terlebih dahulu sesuai dengan jumlah starter yang akan ditambahkan kemudian

dicampur hingga homogen. Campuran tadi disemprotkan ke AA kemudian diaduk agar bercampur rata, kemudian dimasukkan ke dalam toples hingga mampat dan diperam dalam fermentor dengan lama pemeraman 3, 7, 14 dan 21 hari dengan 3 kali ulangan. Sampel yang dipanen sesuai lama pemeraman ditimbang untuk mengetahui kandungan air setelah pemeraman. Ampas aren hasil fermentasi kemudian dikeringudarkan dengan menggunakan almari pengering dengan suhu 40°C selama ± 3hari.

Sampel yang sudah kering udara, dihaluskan, kemudian siap untuk analisis lebih lanjut yaitu kadar air dan BO nya. Sampel dilakukan uji kecernaan dengan metode Tilley dan Terry (1963). Perhitungan KcBK dan KcBO dihitung dengan rumus :

Kecernaan BK:

$$\frac{(\sum S \times \% BK S) - [(\sum R \times \% BK R) - (\sum Bl \times \% BK Bl)]}{\text{Bobot BK S}} \times 100\%$$

Kecernaan BO :

$$\frac{(\sum S \times \% BO S) - [(\sum R \times \% BO R) - (\sum Bl \times \% BO Bl)]}{\text{Bobot BO S}} \times 100\%$$

Keterangan :

- S = sampel
- R = residu
- Bl = Blangko
- % BK = 100 % - % kadar air
- % BO = 100 % - % abu dalam 100% BK

Paramater yang diukur selama penelitian adalah KcBK dan KcBO. Data hasil penelitian dianalisis dengan uji F berdasarkan prosedur sidik ragam, apabila terdapat pengaruh perlakuan yang nyata ( $p < 0,05$ ) dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah antar perlakuan.

## HASIL PEMBAHASAN

### **Kecernaan Bahan Organik (KcBO) Ampas Aren yang Difermentasi dengan Penambahan NPK**

Hasil penelitian KcBK secara *In Vitro* AA yang Difermentasi dengan Penambahan NPK disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata ( $p < 0,05$ ) antara perlakuan penambahan NPK dengan lama pemeraman terhadap nilai KcBK. Besar nilai

KcBK akibat pengaruh interaksi antara penambahan unsur mineral dengan lama pemeraman berkisar antara 27,77% - 46,70%. Nilai pencernaan tertinggi akibat pengaruh interaksi antara penambahan NPK, dan lama pemeraman terjadi pada penambahan NPK 1,2% dan lama pemeraman 7 hari (P2L1) dengan nilai KcBK yaitu 46,70%.

Tabel 1. Hasil Rata-Rata KcBK AA yang Difermentasi dengan Penambahan NPK dan Lama Pemeraman

	Lama Pemeraman (hari)				Rata-rata
	L0 (3)	L1 (7)	L2 (14)	L3 (21)	
P1	27,77 <sup>e</sup>	42,78 <sup>b</sup>	44,05 <sup>b</sup>	44,21 <sup>b</sup>	39,70
P2	32,74 <sup>d</sup>	46,70 <sup>a</sup>	43,02 <sup>b</sup>	41,81 <sup>c</sup>	41,07
Rata-rata	30,26 <sup>q</sup>	44,74 <sup>p</sup>	43,54 <sup>p</sup>	43,01 <sup>p</sup>	

Keterangan: Superskrip <sup>a,b,c,d,e</sup> yang berbeda pada nilai rerata kolom dan baris yang sama dan berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ).  
Superskrip <sup>p,q</sup> yang berbeda pada nilai rerata baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ).

Tabel 1. menunjukkan bahwa perlakuan penambahan NPK dan lama pemeraman saling berinteraksi untuk mempercepat proses fermentasi. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya nilai KcBK pada perlakuan penambahan NPK sampai titik tertinggi terjadi pada lama pemeraman 7 hari (L1), sedangkan nilai KcBK pada perlakuan tanpa penambahan NPK nilai KcBK titik tertinggi yang terjadi pada 21 hari. Hungate (1966) dalam Thalib *et al.*, (2000) menyatakan bahwa peningkatan aktivitas ruminal dalam mencerna substrat bila ditambahkan mineral (Fe, Co, Mn dan Zn) menunjukkan bahwa mineral-mineral ini memainkan suatu peranan dalam metabolisme substrat oleh mikroba.

Ketersediaan substrat sebagai sumber energi mikroba dan unsur mineral pada perlakuan P2 menyebabkan meningkatnya jumlah mikroba yang berdampak pada proses perombakan BO dan lignin, sehingga proses fermentasi berjalan lebih optimal pada lama pemeraman 7 hari (P2L1). Pemeraman yang lebih lama menyebabkan nilai KcBK menurun. Hal ini diduga sudah terjadi proses perombakan BO yang berlebihan sehingga terjadi penurunan kandungan BO. Penurunan kandungan BO akibat dekomposisi lanjut berimplikasi pada meningkatnya kandungan abu, karena BK terdiri dari BO dan abu. Abu (mineral) merupakan bagian yang menghambat pencernaan. Fathul dan Wajizah (2010) menyatakan bahwa kandungan abu memperlambat tercernanya BK ransum. Menurut Setyaningsih *et al.* (2012), mineral umumnya berbentuk unsur bebas, terkadang berbentuk garam – garam mineral tidak terombak oleh bakteri fermentatif. Dijelaskan lebih lanjut dalam jurnal Setyaningsih *et al.* (2012),

KcBK bernilai lebih tinggi dari KcBO karena degradasi abu dalam komponen BK rendah dan kemampuan mikrobial dalam mendegradasi komponen dalam BK lebih tinggi dibandingkan BO.

Berdasarkan uji analisis ragam, perlakuan faktor lama pemeraman AA yang difermentasi secara terpisah berpengaruh terhadap nilai KcBK. Proses pendekomposisi BO pada perlakuan L0 belum berjalan optimal akibat adaptasi dari mikroba. Mikroba membutuhkan waktu adaptasi untuk mendekomposisi BO. Proses pendekomposisi BO mulai berjalan optimal pada lama pemeraman L1. Perlakuan L1 adalah titik optimum proses fermentasi kemudian mulai menurun sampai L3 yang ditunjukkan dengan nilai pencernaan sebagai berikut 44,74%; 43,54%; 43,01%.

Pertumbuhan mikroba erat kaitannya dengan lama pemeraman, semakin lama pemeraman pertumbuhan mikroba optimum sesuai dengan ketersediaan nutrisi pada bahan. Hal ini sesuai dengan Fardiaz (1992) yang disitasi oleh Aji *et al.* (2013) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroba ditandai dengan lamanya waktu yang digunakan, sehingga konsentrasi metabolik semakin meningkat sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan menurun. Populasi mikroba yang meningkat khususnya selulolitik untuk mendegradasi serat terutama selulosa, memicu produksi selulase yang dihasilkan bakteri sehingga nilai pencernaan meningkat. Penurunan KcBK pada L2 dan L3 disebabkan telah optimalnya perombakan BO oleh mikroba sehingga yang tersisa adalah bahan organik yang sulit untuk dicerna.

### **Kecernaan Bahan Organik (KcBO) Ampas Aren yang Difermentasi dengan Penambahan NPK**

Hasil penelitian KcBO AA yang difermentasi dengan penambahan NPK secara *in vitro* dengan lama pemeraman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata-Rata KcBO AA yang Difermentasi dengan Penambahan NPK dan Lama Pemeraman

	Lama Pemeraman (hari)				Rata-rata
	L0 (3)	L1 (7)	L2 (14)	L3 (21)	
	----- % -----				
P1	28,64 <sup>e</sup>	43,56 <sup>b</sup>	44,58 <sup>b</sup>	44,17 <sup>b</sup>	40,24
P2	33,65 <sup>d</sup>	46,70 <sup>a</sup>	43,42 <sup>b</sup>	41,72 <sup>c</sup>	41,37
Rata-rata	31,15 <sup>f</sup>	45,13 <sup>p</sup>	44 <sup>p</sup>	42,95 <sup>q</sup>	

Keterangan: Superskrip <sup>a,b,c,d,e</sup> yang berbeda pada nilai rerata baris dan kolom yang sama dan berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ).  
Superskrip <sup>p,q,r</sup> yang berbeda pada nilai rerata baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ).

Tabel 2. Analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antar perlakuan penambahan NPK dengan lama pemeraman terhadap nilai KcBO. Besar nilai rata-rata KcBO akibat pengaruh interaksi pada setiap perlakuan antara 28,64% - 46,70%. Nilai KcBO tertinggi terjadi pada perlakuan P2 dengan lama pemeraman 7 hari (L1) yaitu 46,70%.

Tabel 2. menunjukkan penambahan NPK, dan lama pemeraman terdapat interaksi nilai KcBO tertinggi terdapat pada perlakuan P2L1. Hal ini menunjukkan penambahan unsur NPK pada perlakuan P2 AA yang difermentasi dapat mempercepat proses fermentasi. Hal ini terjadi dibuktikan dengan meningkatnya nilai pencernaan dengan penambahan NPK terjadi pada lama pemeraman 7 hari. Nilai KcBO pada perlakuan tanpa penambahan NPK tertinggi baru terjadi pada lama pemeraman 14 hari. (L2). Populasi mikroba yang meningkat akan mempercepat depolimerisasi dan delignifikasi AA sehingga nilai nutrisi meningkat karena sudah dirombak menjadi nutrisi sederhana yang mudah diserap mikroba yang dibuktikan dengan nilai KcBO meningkat pada P2L1 yaitu 46,70%. Dewi *et al.* (2012) menyatakan bahwa mikroba mendegradasi bahan BO terutama karbohidrat, hasil degradasi digunakan mikroba sebagai sumber C dan energi untuk pertumbuhannya.

Nilai KcBO perlakuan P1 terus meningkat dari L0 (3hari) sampai L2 (14 hari) dan relatif stagnan pada L3 (21 hari), sedangkan pada perlakuan P2 nilai pencernaan meningkat pada L0 sampai puncaknya pada L1, kemudian nilai pencernaan menurun dari L2 sampai L3. Hal ini dapat dikarenakan ketersediaan sumber BO akibat pendekomposisian dan pendelegnifikasian yang berlebihan setelah puncak fermentasi pada L1, ketersediaan kadungan BO mulai menurun sehingga aktivitas mikroba mulai menurun. Menurut Adianto (1993) dalam Seni *et al.* (2013), sumber energi mikroorganisme adalah BO yang diuraikan menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana. Energi yang dihasilkan berupa energi kimia yang diperlukan untuk aktivitas sel misalnya untuk perkembangbiakan dan biosintesis. Pencernaan BO mencerminkan banyaknya zat yang tercerna terutama senyawa nitrogen, karbohidrat, lemak dan vitamin (Tillman *et al.*, 1998).

Perlakuan faktor lama pemeraman AA berpengaruh terhadap kualitas nutrisi pakan, salah satunya diukur dengan nilai KcBO. Uji wilayah ganda pada nilai KcBO dengan lama pemeraman 7 hari (L1) yaitu 45,13% nyata lebih tinggi dari nilai KcBO dengan lama pemeraman 21 hari (L3) dan lama pemeraman 3 hari (L0). Lama pemeraman berpengaruh pada jumlah mikroba untuk mendepolimerisasi dan mendelegnifikasi sehingga KcBO meningkat yang dibuktikan dengan nilai pencernaan pada L1. Nilai KcBO pada L2 dan L3 mulai menurun, hal ini dikarenakan abu yang dihasilkan lebih tinggi dari dari BO sehingga

menurunkan nilai KcBO. Fathul dan Wajizah (2010) menyatakan bahwa kandungan abu dapat memperlambat atau menghambat tercernanya BK bahan pakan. Fathul dan Wajizah menambahkan bahwa BK yang meningkat akan meningkatkan BO begitu juga sebaliknya. Suhartono (1989) yang disitasi oleh Gunam *et al.* (2010) menyatakan bahwa nutrisi yang ditambahkan ke dalam media fermentasi akan dihabiskan selama berlangsungnya proses fermentasi sampai dihasilkan aktivitas enzim yang maksimal, kemudian dengan berkurangnya nutrisi akan mengakibatkan aktivitas produksi enzim dan pertumbuhan mikroba akan menurun.

### SIMPULAN DAN SARAN

Pengolahan ampas aren melalui fermentasi dengan penambahan NPK sebanyak 1,2% w/w yang dikombinasikan dengan lama pemeraman mampu meningkatkan kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro* serta mempercepat proses fermentasi. Nilai kecernaan bahan kering dan bahan organik dari interaksi fermentasi ampas aren terbaik dengan penambahan NPK, dan lama pemeraman terjadi pada lama pemeraman 7 hari.

Saran yang dapat diberikan adalah berdasarkan nilai hasil kecernaan, perlu dilakukan uji *in vivo* untuk mengkaji pengaruh ampas aren yang difermentasi MA-11 yang ditambahkan NPK terhadap performa ternak.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aji, D.P., Sri Utami dan Suparwi.2013. Fermentasi kulit buah kakao (*Theobroma cacao l.*) menggunakan *Aspergillus niger* pengaruhnya terhadap kadar VFA dan N-NH<sub>3</sub> secara *in-vitro*. J. Ilmiah Pet. **1**(3): 774-780
- Arifin, Z. 2008. Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya. [http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi /p3273084.pdf](http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/p3273084.pdf). Diakses pada tanggal 28 November 2013.
- Dewi, N. K., S. Mukodiningsih dan C. I. Sutrisno. 2012. Pengaruh fermentasi kombinasi jerami padi dan jerami jagung dengan aras isi rumen kerbau terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*. Anim. Agric. J. **1**(2): 134 – 140.
- Effendi, D. S. 2010. Prospek pengembangan tanaman aren (*Arenga Pinnata Merr*) mendukung kebutuhan bioetanol di Indonesia. J. Perspektif **9**(1): 36 – 46.
- Fathul, F. dan S. Wajizah. 2009. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktivitas biofermentasi rumen domba secara *in vitro*. JITV **15**(1) : 9-15.
- Gunam, I. B. W., Ketut Buda dan I. M. Y. S. Guna. 2010. Pengaruh perlakuan delignifikasi dengan larutan NaOH dan konsentrasi substrat jerami padi terhadap produksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* NRRL A-II, 264. J. Biologi **19**(1): 55-61.

- Seni, I.A.Y., I.W.D.Atmaja dan Ni Wayan S.S. 2013. Analisis kualitas larutan mol (mikoorganisme lokal) berbasis daun gamal (*Gliricidia sepium*). J. Agro. Trop. **2**(2): 135-144.
- Setiyaningsih K. D., M. Christiyanto dan Sutarno. 2012. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik secara *In Vitro* Hijauan *Desmodium Cinereum* pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair dan Jarak tanam. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/aaaj/article/download/930/936>. Diakses pada tanggal 28 November 2013.
- Thalib, A., B. Haryanto, S. KOMPIANG., I. W. Mathius dan A. Aini. 2000. Pengaruh mikromineral dan fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik *cocci* dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan. JITV **5**(2): 92-99
- Tilley, J.M. A. dan R.A. Terry, 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. **18**:104-11.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan 6. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Widjaja, T dan S. Lindu. 2007. Pengaruh Perbandingan Nutrisi terhadap Pengolahan Minyak secara Biologis dengan Bakteri *Mixed-Culture*. [http://citation.itb.ac.id/pdf/jurnal/jtki/jtki%202008%201%20april/jtki%207\(1\)%20753-760%20pengaruh%20perbandingan%20nutrisi.pdf](http://citation.itb.ac.id/pdf/jurnal/jtki/jtki%202008%201%20april/jtki%207(1)%20753-760%20pengaruh%20perbandingan%20nutrisi.pdf). Diakses pada tanggal 17 November 2013.