

ARTIKEL DISERTASI

**SUPPLEMENTASI PROBIOTIK
PADA RANSUM KAMBING PERAH BERBASIS
PRODUK SAMPING INDUSTRI PENGOLAHAN SAWIT**

**OLEH
A R I E F
BP. 07 301 001**



**PROGRAM DOKTOR (S3)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2013**

PROBIOTICS SUPPLEMENTATION ON RATION DAIRY GOAT BASED ON BY PRODUCT OF PALM INDUSTRY

Arief

Under the guidance of Novirman Jamarun, M. Winugroho, Ellyza Nurdin, Mardiaty Zain

Abstract

The objectives of this research are, a). To determine the quality and digestibility of various industrial byproducts of palm processing industry (palm kernel cake - PKC, palm oil sludge -POS and palm fiber - PF) based on in-vitro testing, b). To determine the effect of probiotic supplementation on the quality and digestibility byproducts of palm oil processing industry based on in-vitro testing, c). To study the effect of replacement of conventional rations with ration formulated from various oil processing industrial byproducts that have supplemented with probiotics on productivity of lactating dairy goats. The study consisted of three stages, namely Stage I (In-vitro testing I): The first stage aims to determine the best composition is formulated concentrate of various byproducts of palm oil processing industry. Treatment is a concentrated formulation with the composition of the by products of different oil processing industry where treatment A consisted of 10% PKC, 30% POS and 10% PF, Treatment B consisted of 20% PKC, 20% POS and 10% PF. Treatment C consisted of 30 % PKC, 10% POS and 10 PF and Treatment D consisted of 40% PKC, 5% POS and 5 (%) PF. The design used was a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. The variables measured were rumen fluid characteristics (pH, NH₃, and VFA and bacterial colonies and digestibility of nutrients (DM, OM, CP, NDF, ADF, cellulose and hemicellulose). Research Stage II (In-vitro testing II): a stage II study aims to determine the best dosage of probiotics supplementation on the formulation selected from Stage I. The research study using a completely randomized design (CRD) with probiotic supplementation dosage treatment is that, A). 75 g, B). 100 g, C). 125 g and D). 150 g. The variables measured were rumen fluid characteristics (pH, NH₃, total colony and VFA) and digestibility of nutrients (DM, OM, CP, NDF, ADF, cellulose, hemicellulose).

Stage III study. The research aims to determine the level of replacement of standard dairy goat concentrate ration with concentrates formulated from various palm oil processing industrial byproducts that have supplementation with probiotics. Research using completely randomized design (CRD) with 5 treatments concentrate ration replacement, ie treatment A (100% concentrate ration standard (RS) and 0% Concentrate By Products Manufacturing Palm Oil (RP), treatment B (75% + 25% RS and RP), treatment C (50% + 50% RS and RP), Treatment D (25% + 75% RS and RP) and treatment E (0% + 100% RS and RP). Parameters measured were feed intake, digestibility of nutrients , production and quality of milk. From the overall parameters of the above it can be concluded that probiotic supplementation on concentrate rations based By Products Manufacturing palm oil is able to maintain the performance and productivity of goat rumen fluid which is reflected in the production and quality of milk and digestibility of nutrients content.

Key words : Probiotics, ration, dairy goat, by product of palm industry.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu sumber bahan pakan alternatif nonkonvensional yang sangat potensial dijadikan sebagai bahan pakan ternak adalah produk samping industri pengolahan sawit yang ketersediaannya cukup banyak. Pada tahun 2012 Indonesia adalah produsen terbesar kelapa sawit di dunia dengan produksi 27 juta ton/ tahun, jauh di atas Malaysia, sebagai produsen kedua terbesar, dengan 16.9 juta ton (Wihardandi, 2012). Luas areal kebun sawit di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 11,5 juta Ha (Dirjen Perkebunan, 2012) maka jumlah produk samping industri kelapa sawit yang akan dihasilkan yang merupakan sumber bahan pakan ternak sangat besar dimana sebanyak 60% diantaranya merupakan produk samping. Dengan demikian, jumlah produk samping industri pengolahan sawit yang akan dihasilkan merupakan sumber bahan pakan ternak sangat besar dan akan menjadi permasalahan dikemudian hari jika tidak ditangani dengan baik.

Produk samping industri pengolahan sawit terdiri dari bungkil inti sawit (BIS), lumpur sawit (LS) dan serat sawit (SS) yang cukup potensial digunakan sebagai bahan pakan karena memiliki kandungan gizi yang cukup baik (O' Mara *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 2005). Kandungan zat makanan BIS adalah sebagai berikut: Bahan kering (BK) 91,83%, Protein kasar (PK) 12,36%, serat kasar (SK) 26,68%, NDF 66,70%, ADF 46,10%, selulosa 43,25%, Hemiselulosa 24,94%, Lignin 17,29%, TDN 65,40%. Kandungan zat makanan lumpur sawit adalah sebagai berikut: BK 90,35%, PK 10,89%, SK 20,31%, NDF 45,91% ADF 38,64%, Selulosa 20,19%, Hemiselulosa 7,27%, Lignin 19,21%, TDN 58,60%. Sedangkan serat sawit memiliki kandungan sebagai berikut: BK 93,11%, PK 6,20%, SK 48,10%, NDF 77,65%, ADF 53,57%, Selulosa 32,75%, hemiselulosa 24,94%, lignin 21,25%, TDN 51,00% (Analisis Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fak Peternakan Unand, 2008).

Dilihat kandungan zat makanan ketiga produk samping industri kelapa sawit ini cukup tinggi tetapi nilai manfaatnya sebagai pakan ternak sangat rendah. Hal ini disebabkan serat kasar dan lignin yang tinggi terutama pada serat sawit yang menyebabkan palatabilitasnya rendah (Ilyemi *et al.*, 2006). BIS telah digunakan dalam ransum domba dan dapat mengefisienkan penggunaan konsentrat sekitar 20-30% (Chanjula *et al.*, 2011). Lumpur sawit dapat menggantikan 60% dedak dalam ransum domba (Harfiah, 2007). Serat sawit dapat digunakan

dalam ransum sapi sebagai pengganti hijauan sebesar 25% dari bahan kering. Jika penggantian melebihi 25% akan menurunkan konsumsi pakan.

Upaya-upaya yang telah dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi produk samping industri pengolahan sawit tersebut dengan menerapkan teknologi pengolahan ternyata belum memberikan hasil yang optimal dalam mendukung produktifitas ternak (Nurhaita, 2008). Oleh karena itu peningkatan pencernaan pakan berserat perlu dipadukan dengan upaya mengoptimalkan bioproses di dalam rumen melalui peningkatan populasi mikroba rumen dengan pemberian pakan imbuhan (suplementasi) probiotik.

Probiotik adalah pakan imbuhan berupa mikroba hidup yang menguntungkan ternak. Probiotik mampu menciptakan keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan sehingga menciptakan kondisi yang optimum untuk pencernaan pakan berserat dan meningkatkan efisiensi konversi pakan yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi ternak (Winugroho *et al.*, 2008). Selanjutnya ditambahkan bahwa bila tepat sasaran, probiotik sangat ekonomis karena disamping meningkatkan produksi, probiotik juga dapat meningkatkan konversi pakan menjadi lebih baik dan meningkatkan kesehatan ternak. Bakteri probiotik juga mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang berada dalam saluran pencernaan melalui produksi substansi anti mikroba sehingga pemberian probiotik juga akan meningkatkan kesehatan ternak (Supardjo, 2008). Probiotik mengandung satu atau campuran berbagai macam mikroorganisme yang berfungsi sebagai pencerna serat dalam pakan dan dapat berinteraksi positif dengan mikroba rumen (Ngadiyono *et al.*, 2001).

Salah satu probiotik yang sudah cukup lazim digunakan dalam pakan ternak adalah “Bioplus”. Penggunaan Bioplus mampu meningkatkan kinerja ternak dalam bentuk meningkatkan konsumsi bahan kering, meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik ransum sehingga produktifitas ternak akan semakin baik (Winugroho *et al.*, 1995). Hal ini disebabkan karena probiotik bioplus mengandung mikroba pilihan yang mampu mencerna pakan berkualitas rendah atau pakan dengan kandungan serat kasar yang tinggi.

Pemeliharaan kambing PE merupakan salah satu alternatif diversifikasi ternak penghasil susu disamping sapi perah. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa susu kambing cukup digemari seperti layaknya susu sapi (Sunarlin *et al.*, 1990). Susu kambing mempunyai keunggulan yaitu lebih mudah dicerna dibandingkan susu sapi karena ukuran lemaknya yang lebih kecil dan dalam keadaan yang lebih homogen (Jennes, 1990).

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian dengan judul “ Supplementasi Probiotik pada Ransum Kambing Perah Berbasis Produk Samping Industri Pengolahan Sawit”.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana kualitas dan daya cerna ransum yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit (bungkil inti sawit, lumpur sawit dan serat sawit) sebagai bahan pakan ternak ruminansia berdasarkan uji in-vitro
- b. Bagaimana pengaruh suplementasi probiotik terhadap kualitas dan daya cerna ransum yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit berdasarkan uji in-vitro.
- c. Bagaimana pengaruh penggantian bahan pakan konvensional dengan bahan pakan berbasis produk samping industri pengolahan sawit yang telah disuplementasi dengan probiotik terhadap produktifitas kambing perah.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

- a. Mengetahui kualitas dan daya cerna ransum yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit (bungkil inti sawit, lumpur sawit dan serat sawit) berdasarkan uji in-vitro.
- b. Mengetahui pengaruh suplementasi probiotik terhadap kualitas dan daya cerna ransum yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit berdasarkan uji in-vitro.
- c. Mempelajari pengaruh penggantian ransum konvensional dengan ransum yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit yang telah disuplementasi dengan probiotik terhadap produktifitas kambing perah laktasi.

II. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian Tahap I: Uji in-vitro Ransum Konsentrat Produk samping Industri Pengolahan sawit (KSawit)

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kualitas dan daya cerna ransum konsentrat yang diformulasikan dari berbagai produk samping industri pengolahan sawit seperti bungkil inti sawit (BIS), serat sawit (SS) dan lumpur sawit (LS) diformulasikan dalam suatu ransum yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian secara in-vitro.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 4 macam formulasi ransum konsentrat yang terdiri dari campuran berbagai produk samping industri pengolahan sawit (BIS, SS dan LS) dengan 5 ulangan. Ransum perlakuan adalah sebagai berikut:

1. Ransum A (10% BIS + 30% LS +10% SS)
2. Ransum B (20% BIS +20% LS +10% SS)
3. Ransum C (30% BIS + 10% LS + 10% SS)
4. Ransum D (40% BIS + 5% LS + 5% SS).

Bahan lain yang digunakan dalam ransum adalah polar, ampas kecap, molasses dan jagung. Formulasi ransum perlakuan dan kandungan zat makan ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (anava) menurut Steel and Torrie (1991), sedangkan perbedaan antar perlakuan diuji dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Tabel 2. Formulasi dan Kandungan Zat Makanan Ransum Percobaan In-vitro Tahap I

Bahan Ransum	Formulasi Ransum Perlakuan (%)			
	A	B	C	D
Bungkil Inti Sawit	10	20	30	40
Lumpur Sawit	30	20	10	5
Serat Sawit	10	10	10	5
Polar	5	5	5	5
Ampas Kecap	25	25	25	25
Molases	6	6	6	6
Jagung	13	13	13	13
Mineral	1	1	1	1
Jumlah (%)	100.00	100.00	100.00	100.00
<u>Kandungan Gizi</u>				
Protein Kasar	13.11	13.26	13.40	13.79
TDN	64.46	65.14	65.91	66.88

Peubah :

1. Karakteristik cairan rumen (pH cairan rumen yang diukur dengan pH meter, kadar NH₃-N yang diukur dengan metoda destilasi Sthill Markhan dan total koloni yang diukur menggunakan metoda Ogimoto dan Imai (1981) dan kadar VFA yang diukur dengan kromatografi gas dan destilasi uap).
2. Daya cerna BK, BO, PK dan analisis fraksi serat (NDF, ADF, selulosa, hemiselulosa).

2.2. Penelitian Tahap II: Suplementasi Bioplus pada Ransum Konsentrat Produk Samping Industri Pengolahan Sawit (KSawit) yang Terbaik Pada Tahap I

Tujuan Penelitian adalah mengetahui pengaruh supplemetasi Bioplus terhadap kualitas dan daya cerna ransum konsentrat berbasis produk samping industri pengolahan sawit (KSawit) yang merupakan hasil terbaik dari tahap 1. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan adalah dosis suplementasi probiotik dalam ransum konsentrat yaitu: A) 75 g, B) 100 g, C) 125 g dan D) 150 g. Pemberian probiotik satu kali pada awal percobaan berdasarkan Winugroho dan Widiawati, (2003) dan Ngadiyono *et al.* (2001).

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (anova) menurut Steel and Torrie (1991), sedangkan perbedaan antar perlakuan diuji dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Peubah :

1. Karakteristik cairan rumen (produksi gas, kadar VFA yang diukur dengan kromatografi gas dan destilasi uap, pH cairan rumen yang diukur dengan pH meter, kadar NH₃-N yang diukur dengan metoda destilasi Sthill Markhan dan total koloni).
2. Daya cerna BK, BO, PK dan analisis fraksi serat (NDF, ADF, selulosa, hemiselulosa).

2.3. Penelitian Tahap III: Uji Biologis Formulasi Ransum Konsentrat (KSawit) Hasil Terbaik dari Tahap II Sebagai Pengganti Konsentrat Kambing PE

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh ransum konsentrat yang mengandung BIS, SS dan LS (KSawit) sebagai pengganti konsentrat standard kambing perah (

Kambing PE) yang telah disuplementasi dengan probiotik Bioplus (Hasil Terbaik Tahap II). Ternak yang digunakan adalah kambing perah bangsa Peranakan Etawa (PE) yang sedang laktasi (laktasi 1). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan adalah penggantian ransum konsentrat standar kambing perah dengan ransum konsentrat hasil penelitan terbaik Tahap II dengan Perlakuan sebagai berikut:

1. Perlakuan A = 100% ransum konsentrat standar (KS) + 0% Konsentrat Produk Samping Industri Pengolahan Sawit (KSawit).
2. Perlakuan B = 75% KS + 25% KSawit
3. Perlakuan C = 50% KS + 50% KSawit
4. Perlakuan D = 25% KS + 75% KSawit
5. Perlakuan E = 0% KS + 100% KSawit

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (anova) menurut Steel and Torrie (1991), sedangkan perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji Duncan's (DMRT).

Peubah : Konsumsi ransum, pencernaan zat-zat makanan, produksi dan kualitas susu

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Cairan Rumen Kambing PE yang Diberi Ransum Berbasis Produk Samping Industri Pengolahan Sawit (In-vitro Tahap I)

Karakteristik cairan rumen kambing PE dari berbagai formulasi ransum perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Cairan Rumen dari berbagai Formulasi Ransum Perlakuan

Karakteristik Cairan Rumen	Ransum Perlakuan			
	A	B	C	D
Ph	6.45	6.46	6.46	6.48
NH ₃ -N (mM)	6.26 ^c	6.73 ^b	6.83 ^b	7.62 ^a
Koloni Bakteri (x10 ⁹ cfu/ml)	2.04 ^c	3.44 ^b	4.44 ^a	5.02 ^a
VFA (mM)	51.65 ^c	66.30 ^b	70.85 ^{ab}	84.34 ^a

Keterangan : Superskrib yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)

Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan ransum konsentrat A, B, C dan D memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap pH cairan rumen Kambing PE. Berbeda tidak nyatanya rata-rata pH dari masing-masing perlakuan A, B, C, dan D disebabkan karena kandungan zat makanan setiap ransum perlakuan sama tentu akan memberikan aktifitas mikroba rumen yang sama juga. Dalam hal ini berarti aktifitas mikroba rumen dalam proses pencernaan pakan tidak terganggu dan mikroba rumen mampu beraktifitas dengan baik atau dengan kata lain pH masih dalam kisaran normal yaitu sekitar 6. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chanjula *et al.* (2004) bahwa proses pencernaan pakan akan terganggu jika pH cairan rumen berada dibawah 6. Selanjutnya dijelaskan bahwa pada pH 5 dan 6, aktifitas mikroba rumen untuk mencerna pakan akan terhambat bahkan akan berhenti sedangkan menurut Orskov (1990) pada pH kurang dari 6.2 akan menghambat pertumbuhan mikroba rumen secara nyata.

Nilai pH yang diperoleh dari penelitian diatas menunjukkan bahwa pH rumen termasuk ke dalam kategori yang baik untuk aktifitas mikroba rumen dimana rata-rata pH rumen yang normal berkisar antara 6 – 7 (France dan Siddon, 1993) sedangkan pH yang ideal untuk pencernaan serat adalah 6.4 – 6.8. Kesesuaian pH dapat membantu kolonisasi bakteri pada dinding sel tanaman dan dapat mendorong aktifitas selulase bakteri.

NH₃ – N

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan ransum konsentrat A, B, C dan D memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap NH₃-N cairan rumen Kambing PE. Berdasarkan uji DMRT ternyata perlakuan A berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan B tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan C dan D sedangkan perlakuan C dan D juga berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap NH₃-N cairan rumen Kambing PE.

Dari data diatas terlihat bahwa NH₃ perlakuan D lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lain. Hal ini disebabkan pada perlakuan D penggunaan BIS lebih tinggi dibanding yang perlakuan lain. Apalagi kualitas protein BIS jauh lebih tinggi dibanding lumpur sawit dan serat sawit (Davendra 1990 dan Onwwudike, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa BIS mengandung sumber protein yang dibutuhkan oleh mikroba rumen yang lebih baik dibanding dengan lumpur sawit dan serat sawit. sehingga mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Orskov (1982) yang menyatakan bahwa produksi NH₃ tergantung pada kelarutan protein, jumlah protein ransum, lamanya makanan berada dalam rumen dan pH rumen. Selanjutnya dijelaskan bahwa produk fermentasi rumen dalam bentuk NH₃ akan digunakan kembali oleh mikroba rumen sehingga perkembangan mikroba rumen juga akan meningkat. Peningkatan kandungan NH₃ cairan rumen juga menentukan terjadinya proses degradasi protein dalam rumen dan proses sintesa protein oleh mikroba rumen yang bersifat proteolitik.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa ketersediaan N-NH₃ dalam cairan rumen pada 4 macam ransum perlakuan berkisar antara 6.26 – 7.62 mM yang merupakan kondisi ketersediaan NH₃ yang normal dalam cairan rumen dan berada pada batas konsentrasi minimal NH₃ yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan aktifitas bakteri yang optimum yaitu 4 – 12 mM (Sutardi, 1987) dan 6 – 21 mM (McDonald *et al.*, 1995). Selanjutnya dijelaskan bahwa batas minimal konsentrasi NH₃ untuk pertumbuhan mikroba yang normal adalah 4 – 6 mM. Jika lebih banyak NH₃ dalam cairan rumen menunjukkan bahwa protein pakan lebih mudah terdegradasi di dalam rumen. Peningkatan ketersediaan ammonia akan memberikan keseimbangan nitrogen dan energy yang baik yang dibutuhkan oleh mikroba rumen untuk pertumbuhan.

Menurut Erwanto *et al.* (1993) konsentrasi NH₃ dalam cairan rumen ikut menentukan efisiensi sintesa protein mikroba yang akhirnya akan mempengaruhi hasil fermentasi bahan organik pakan berupa asam lemak mudah terbang (VFA) yang merupakan sumber energi utama pada ternak ruminansia. Ditambahkan oleh Winugroho dan Maryati (1999) bahwa pada

konsentrasi NH₃ melebihi 12 mM, proses konversi NH₃ menjadi N akan terganggu dan jika NH₃ kurang dari 4 mM (kondisi protein ransum rendah) proses degradasi juga akan terganggu.

Total Koloni Bakteri Rumen

Hasil analisis statistik (Lampiran 4) menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri cairan rumen perlakuan A, B, C, dan D memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$). Berdasarkan uji DMRT terhadap jumlah koloni bakteri ternyata perlakuan A memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan B, C dan D. Perlakuan B juga berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan C dan D tetapi perlakuan C dan D berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap jumlah koloni bakteri cairan rumen kambing PE. Dengan kata lain ada kecenderungan peningkatan koloni bakteri seiring dengan peningkatan penggunaan BIS dalam ransum konsentrat.

Tingginya jumlah koloni bakteri rumen perlakuan D berkaitan erat dengan kandungan NH₃ cairan rumen dimana produk NH₃ perlakuan D juga tinggi. Dimana NH₃ akan dimanfaatkan kembali oleh mikroba rumen untuk pertumbuhannya sehingga pertumbuhan dan pertambahan mikroba rumen akan bergantung kepada ketersediaan NH₃ dalam cairan rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutardi (1979) yang menyatakan bahwa sebagian besar mikroba rumen (82%) menggunakan NH₃ untuk perbanyakannya terutama dalam proses sintesis selnya. Ditambahkan oleh Fathul dan Wajizah (2009) bahwa setiap kenaikan NH₃ cairan rumen akan meningkatkan jumlah koloni bakteri karena jumlah koloni bakteri yang terdapat dalam rumen sebesar 45% dipengaruhi oleh konsentrasi NH₃ dan 55% dipengaruhi oleh faktor lain. Selanjutnya ditambahkan oleh Arora (1989) bahwa mikroba rumen akan memanfaatkan kembali amonia yang terbentuk untuk membangun sel tubuhnya.

Rataan jumlah koloni bakteri rumen hasil penelitian berkisar antara $2.04 - 5.02 \times 10^9$ cfu/ml yang merupakan kisaran jumlah mikroba rumen yang umum yang didapatkan pada ternak ruminansia (MC Donald *et al.*, 1995). Capaian jumlah mikroba rumen yang cukup tinggi ini berhubungan dengan kondisi pH rumen yang cukup ideal bagi aktifitas bakteri selulolitik dalam rumen.

Capaian jumlah mikroba yang meningkat ($P < 0.05$) antar perlakuan dengan jumlah yang cukup tinggi ini berhubungan juga dengan ketersediaan ammonia dalam cairan rumen yang berada diatas 4 mM sehingga tidak menjadi faktor pembatas dalam perkembangan/pertumbuhan mikroba rumen. Jumlah mikroba rumen yang berada dalam kisaran normal diperlukan agar

pencernaan pakan berjalan normal (Preston dan Leng, 1987 dan Mc Donal *et al.*, 1995). Ditambahkan juga oleh Nasrullah *et al.* (2002) bahwa kandungan protein ransum yang cukup diperlukan untuk mendukung suplai ammonia yang sesuai untuk kehidupan mikroba rumen. Rendahnya protein ransum dapat mengakibatkan tidak cukup tersedianya amonia untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba rumen.

Volatil Fatty Acid (VFA)

Hasil analisis statistik (Lampiran 5) menunjukkan bahwa VFA cairan rumen perlakuan A, B, C, dan D memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$). Berdasarkan uji DMRT ternyata perlakuan A memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan B, C dan D. Perlakuan B berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan C tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) sedangkan perlakuan C dan D berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap jumlah VFA cairan rumen kambing PE. Dengan kata lain ada kecenderungan peningkatan VFA seiring dengan peningkatan penggunaan BIS dalam ransum konsentrat.

Tingginya peningkatan produksi VFA cairan rumen pada perlakuan D disebabkan perlakuan D banyak kandungan BIS, sedangkan BIS memiliki protein dan karbohidrat mudah larut sehingga akan mudah digunakan oleh mikroba rumen untuk pertumbuhan sel tubuhnya dimana semakin banyak jumlah sel yang terbentuk akan semakin tinggi tingkat degradasi bahan makanan dalam rumen sehingga pencernaan yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak protein dan karbohidrat mudah larut yang terdapat dalam ransum akan semakin tinggi produksi VFA yang dihasilkan. Chanjula *et al.* (2011) menyatakan bahwa Peningkatan produksi VFA yang dihasilkan di dalam rumen mencerminkan tingginya kandungan protein dan karbohidrat pakan yang mudah larut, sebaliknya semakin sedikit produksi VFA menunjukkan semakin sedikit pula kandungan protein dan karbohidrat ransum yang mudah larut.

Tingginya konsentrasi VFA perlakuan D juga disebabkan oleh peningkatan fermentasi akibat meningkatnya jumlah mikroba rumen. Hasil yang diperoleh ini juga sejalan dengan semakin meningkatnya ketersediaan NH_3 dalam cairan rumen sehingga mikroba dapat tumbuh dan beraktifitas dengan baik dengan hasil akhir tersedianya VFA yang merupakan sumber enersi bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Hal ini sesuai dengan pendapat Russell and Shiffen (1984) yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah sel mikroba rumen akan dapat

meningkatkan produksi VFA sehingga mikroba rumen dapat tumbuh dan beraktifitas dengan baik dengan hasil akhir ketersediaan VFA yang meningkat sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba. Penelitian Hartati (1998) mendukung hasil penelitian ini yang menyatakan bahwa produksi VFA cairan rumen dapat dijadikan tolok ukur tingkat fermentabilitas pakan dimana semakin tinggi tingkat fermentabilitas suatu bahan pakan akan semakin besar pula VFA yang dihasilkan.

Rataan konsentrasi VFA hasil penelitian ke empat ransum perlakuan adalah 51.65 – 84.34 mM. Menurut Mc Donal *et al.* (2002) jumlah normal konsentrasi VFA dalam cairan rumen yang optimal untuk pertumbuhan mikroba adalah 80 – 160 mM, sedangkan menurut Preston dan Leng (1989) jumlah minimal VFA dalam cairan rumen untuk kelangsungan hidup mikroba adalah 50 mM.

Kecernaan Zat-zat Makanan Kambing PE yang Diberi Ransum Berbasis Produk Samping Industri Pengolahan Sawit (In-vitro Tahap I)

Kecernaan zat makanan dari berbagai formulasi ransum dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kecernaan Zat-zat Makanan Ransum Penelitian (%)

Kecernaan	Perlakuan			
	A	B	C	D
Bahan Kering (BK)	50.53 ^b	50.29 ^b	50.92 ^b	55.99 ^a
Bahan Organik (BO)	53.00 ^c	55.66 ^b	58.55 ^a	60.15 ^a
Neutral Detergent Fiber (NDF)	38.25	38.55	38.74	38.82
Acid Detergent Fiber (ADF)	32.49	32.11	32.38	32.17
Selulosa	39.63	41.05	41.37	42.18
Hemiselulosa	44.45 ^b	49.07 ^{ab}	49.43 ^{ab}	53.21 ^a

Keterangan : Superskrib yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan ransum konsentrat A, B, C dan D memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kecernaan BK, BO, dan Hemiselulosa tetapi berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap kecernaan NDF, ADF dan Selulosa.

Berdasarkan uji DMRT terhadap kecernaan BK ternyata perlakuan A, B dan C berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) tetapi berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap perlakuan D. Dengan kata lain kecernaan bahan kering ransum D lebih baik dibandingkan perlakuan lain. Hal ini disebabkan karena perlakuan D kandungan BIS lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. BIS

memiliki kualitas protein yang lebih tinggi dan lebih mudah larut sehingga lebih mudah digunakan oleh mikroba dalam rumen. Peningkatan kualitas protein menyebabkan peningkatan aktifitas mikroorganisme rumen karena tersedianya NH_3 yang cukup sehingga proses pencernaan dan konsumsi juga akan meningkat. Hasil yang didapat ini didukung oleh pendapat Bamualim (1998) yang menyatakan bahwa protein merupakan suatu zat makanan yang esensial bagi tubuh ternak dan tersedianya protein yang cukup akan menyebabkan aktifitas dan pertumbuhan mikroorganisme akan meningkat sehingga proses pencernaan akan meningkat. Lebih lanjut dijelaskan oleh Oktarina *et al.* (2004) bahwa peningkatan kandungan protein pakan akan meningkatkan laju perkembangbiakan dan populasi mikroba rumen sehingga kemampuan mencerna pakan menjadi lebih baik.

Kecernaan bahan kering ransum juga berhubungan erat dengan kandungan TDN ransum. Peningkatan ketersediaan TDN ransum pada perlakuan D memberikan dampak positif ketersediaan energi yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba rumen karena TDN merupakan jumlah bahan organik (BO) pakan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi baik energi untuk mikroba rumen maupun energi untuk tubuh ternak dalam bentuk ATP (Tillman *et al.*, 1998).

Kecernaan bahan organik akan dipengaruhi oleh kandungan zat makanan ransum. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi kimia bahan pakan akan mempengaruhi daya cerna pakan karena daya cerna pakan bergantung kepada keserasian kandungan zat-zat makanan yang terdapat dalam pakan. Van Soest (1991) menyatakan bahwa kemampuan mencerna bahan pakan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain jenis ternak, komposisi kimia bahan pakan dan penyiapan makanan. Lebih jauh dijelaskan bahwa daya cerna suatu bahan makanan atau ransum tergantung kepada keserasian zat-zat makanan yang terkandung di dalamnya.

Hasil penelitian tentang Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik ini lebih tinggi dari KCBK dan KCBO yang didapatkan oleh Astuti (2012) masing-masing 42.76% dan 43.55% tetapi lebih rendah dari yang didapatkan oleh Zain *et al.* (2009). Menurut Mukhtaruddin dan Liman (2006) ransum yang baik adalah apabila mempunyai nilai Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik 60%.

Dari Tabel 16 juga dapat disimpulkan bahwa kecernaan Bahan Organik ransum sedikit lebih tinggi dibandingkan kecernaan Bahan Kering pada semua perlakuan. Hal ini dapat disebabkan karena pada komponen Bahan Kering masih terdapat abu yang mempengaruhi

proses pencernaan. Menurut Fathul dan Wajizah (2009) Bahan Kering merupakan komponen bahan makanan yang masih mengandung abu sedangkan bahan organik tidak mengandung abu sehingga bahan makanan tanpa kandungan abu relatif lebih mudah dicerna karena kandungan abu yang terdapat dalam bahan pakan akan akan memperlambat atau menghambat tercernanya bahan kering ransum.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa kecernaan NDF ransum berkisar antara 38.25 – 38.82% dan kecernaan ADF adalah 32.11 – 32.49%. Hasil kecernaan NDF yang diperoleh lebih rendah dari kecernaan NDF yang diperoleh Zain (2009) melalui penggunaan ransum 60% jerami amoniasi dengan 40% konsentrat yang mendapatkan kecernaan NDF sebesar 45.52%, sedangkan kecernaan ADF lebih tinggi yaitu 44.57%. Elihasridas (2011) mendapatkan kecernaan ADF yang hampir sama dengan penelitian ini yaitu sebesar 34.70 % melalui penggunaan tongkol jagung amoniasi dengan suplementasi mineral S dan Zn pada ternak domba.

Beberapa penelitian di luar negeri pada ternak kambing mendapatkan hasil kecernaan ADF yang berbeda-beda dan lebih tinggi dari kecernaan ransum hasil penelitian ini. Anbarasu *et al.* (2004) mendapatkan kecernaan ADF sebesar 45.50% dengan menggunakan ransum yang mengandung protein lebih tinggi yaitu 22% sedangkan penelitian Abebe *et al.* (2004) di Spanyol mendapatkan kecernaan ADF yang lebih tinggi juga yaitu sebesar 54.70% dengan kandungan protein ransum 19.40%. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan protein ransum berhubungan erat dengan kecernaan fraksi serat.

Ditinjau dari kecernaan hemiselulosa, terdapat kaitan erat bahwa peningkatan kecernaan NDF diikuti oleh peningkatan kecernaan hemiselulosa karena NDF terdiri dari ADF dan hemiselulosa dan kecernaan NDF selalu lebih tinggi dari kecernaan ADF. Church (1998) menyatakan bahwa degradasi NDF lebih tinggi dibandingkan degradasi ADF di dalam rumen karena NDF mengandung fraksi yang mudah larut yaitu hemiselulosa. Ditambahkan juga bahwa NDF memiliki fraksi yang lebih mudah larut yaitu hemiselulosa dimana kandungan hemiselulosa yang semakin tinggi semakin cepat pula lajunya di dalam rumen. Kecernaan ADF yang lebih rendah karena ADF mengandung komponen yang lebih sulit dicerna di dalam rumen yaitu selulosa, lignin dan silica. Greenhalgh *et al.* (1994) juga menambahkan bahwa kandungan ADF ransum akan mempengaruhi tingkat kecernaan ransum, semakin tinggi kandungan ADF tingkat kecernaan ransum akan semakin berkurang. Dengan demikian kandungan ADF memiliki hubungan terbalik dengan kecernaan ransum.

KESIMPULAN

Dari uraian yang dikemukakan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pada penelitian Tahap I (uji In-vitro Tahap I) diketahui bahwa formulasi ransum perlakuan D dengan komposisi BIS, LS dan SS masing-masing sebesar 40%, 5% dan 5% memberikan hasil terbaik ditinjau dari produksi gas total (97.00 ml), pH (6.45), VFA (84.34 mM), kandungan N-NH₃ (7.62 mM) dan total koloni bakteri (5.02×10^9 cfu/ml) dengan nilai pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain.
2. Hasil penelitian Tahap II tentang suplementasi probiotik menunjukkan bahwa suplementasi probiotik 150 g memberikan performa cairan rumen terbaik ditinjau dari produksi gas (107.00 ml), pH (6.68), VFA (90.90), NH₃ (9.11 mM) dan total koloni bakteri (2.3×10^{11} cfu/ml) dengan pencernaan Bahan Kering (BK) 61.17%, Bahan Organik (BO) 64.72%, Neutral Detergen Fiber (NDF) 45.15%, ADF 39.12%, Selulosa 46.86% dan hemiselulosa 64.42%.
3. Suplementasi probiotik pada ransum konsentrat berbasis produk samping industri pengolahan sawit dapat menggantikan ransum standard sampai 100% dengan menghasilkan produksi dan kualitas susu yang sama. Data produksi dan kualitas susu yang didapatkan adalah produksi susu sebesar 0.630 – 0.650 kg/ekor/hari, dengan kadar protein protein 4.62 – 4.91%, kadar lemak susu 5.10 – 5.55%, Ca 2.78 – 2.96 % dan laktosa susu 4.50 – 5.24 %.
4. Dari keseluruhan parameter diatas dapat disimpulkan bahwa produksi dan kualitas susu kambing PE yang diberi ransum konsentrat berbasis produk samping industri pengolahan sawit yang disuplementasi probiotik dapat menyamai produksi dan kualitas ransum konsentrat standar.

Saran :

Beberapa saran yang dapat diajukan adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan pemanfaatan berbagai produk samping industri pengolahan sawit sebagai pakan ternak karena potensi produk samping tersebut sebagai pakan ternak sangat besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminan. Terjemahan Retno Muwarni, Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Astuti, T. 2012. Potensi dan Teknologi Pemanfaatan Kulit Buah Markisa sebagai Pakan Ternak ruminansia. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Bamualim, A., Weston, R. H. Hogan, J.P. and Murry, R. M. 1998. The contribution of *Leucaena leucocephala* to post ruminal digestible protein for sheep fed tropical pasture hay supplemented with urea and mineral. Proc. Aust. Soc. Anm Prod. 15 : 255.
- Carvalho, L. P. F., D. S. P. Melo, C. R. M. Pereira, M. A. M. Rodrigues, A. R. J. Cabrita and A. J. M. Fonseca. 2005. Chemical composition, in vivo digestibility, N degradability and enzymatic intestinal digestibility of five protei supplements. Anim. Fedd Sci. Technol. 119 : 171 – 178.
- Chanjula, P., M. Wanapat, C. Wachirapakorn and P. Rowlinson. 2004. Effect of synchronizing starch sources and protein (NPN) in the rumen on feed intake, rumen microbial fermentation, nutrient utilization and performance of lactating dairy cows. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 17:1400-1410.
- Chanjula, P., Y. Siritwatanukul and A. Lawpetchara. 2011. Effect of feeding rubber seed kernel and palm kerbel cake in combination on nutrient utilization rumen fermentation characteristics and microbial populations in goats feds on briachiararia humidicola hay-based diets. Asian –Aust. J Anim Sci. Vol. 24(01): 73-81
- Church, D. C. and W. G. Pond. 1998. Basic Animal Nutrition and Feeding. 3rd Ed. Jhon Wiley and Sons, New York.
- Davendra, C. 1990. Utilization of feedingstuff form the oil palm. Malaysian Agricultural Research and Development Institute, Serdang, Selangor. Malaysia. pp: 119-131.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2012. Buku Statistik Perkebunan, Direktorat Jendral Perkebunan. Departemen Pertanian Republik Indonesia , Jakarta.
- Elihasridas. 2011. Peningkatan Mutu Tongkol Jagung dan Optimalisasi Bioproses rumen melalui Supplementasi Mineral Sulfur dan Zink dalam ransum ternak ruminansia. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- Erwanto. T Sutardi., D Sastradipradja dan M A. Nur. 1993. Effects of ammoniated zeolit in metabolic parameters of rumen microbes. Indon J. trop. Agric 1: 5-12
- Fathul, F dan S. Wajjizah. 2009. Penambahan mikromineral Mn dan Cu dalam ransum terhadap aktifitas biofermentasi rumen domba secara in-vitro. Jurnal Ilmu ternak dan Veteriner, 15 : 9 – 15.

- France, J and R. C. Siddon. 1993. Volatile Fatty Acids production. In Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism. CAB International.
- Hartati, E. 1998. Suplemen Minyak Lemuru dan Seng kedalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Coklat dan Urea untuk Memacu Sertumbuhan sapi Holstein Jantan. Disertasi Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Iluyemi, F. B., M.M. Hanafi, O. Radziah, M. S. Kamarudin. 2006. Fungal solid state culture of palm kernel cake. *Bioresource Technology* 97: 477-482. Doi: 10-1016/j.biotech.2005.03.005
- Jennes, R. 1990. Composition and characteristic of goat milk: Review 1968-1979. *J. Dairy Sci.* 63: 1605-1630.
- McDonald, L. E. 1990. *Veterinary Endocrinology and Reproduction*. 3th Ed. Lea and Febiger. Philadelphia. pp: 560-593.
- McDonald, P., R. A. Edwards., J. F. D. Greehalg, and C. A. Morgan. 1995 *Animal Nutrition*. 5th Edition. John Wiley and Sons Inc., New York. P 157-165 and 221.
- Mc Donald, P., Edwards, R., dan Greenhalgh, J. 2002. *Animal Nutrition*. Sixth Edition, New York.
- Mukhtaruddin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses pada rumen kambing secara in-vitro. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 8 (2): 132 – 140.
- Ngadiyono, N., H. Hartadi, M. Winugroho. 2001. Pengaruh pemberian bioplus terhadap kinerja sapi Madura di Kalimantan Tengah. *Jurusan Ilmu Ternak Vet.* 6(2): 69-75.
- Nurhaita. 2008. *Evaluasi dan Pemanfaatan Daun Kelapa Sawit dalam Ransum ternak Ruminansia*. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang
- Oktarina, K., E. rianto., R. Adiwiniarti dan A. Purnomoadi. 2004. Pemanfaatan protein pada domba ekor tipis jantan yang mendapat pakan penguat dedak padi dengan aras yang berbeda. *J. Pengembangan Peternakan Tropis, Spesial edisi Bulan Oktober*, Buku I hal 110-115.
- O'Mara, F. P., F. J. Mulligan, E. J Cronin, M. Rath and P.J. Caffrey. 1999. The nutritive value palm kernel meal measured in vivo and using rumen fluid and enzymatic techniques. *Livest Prod. Sci.* 60 : 305-316
- Onwudike, O.C. 2006. Palm kernel meal as a feed for poultry 1. Composition of palm kernel meal and availability of its amino acid to chick. *Anim Feed Sci Technol*, 16: 179-186.
- Orskov, E. R. 1982. *Protein Nutrition in Ruminants*. Academic. Press Limited. London.

- _____. and M. Ryle, 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Applied Science, London. Pp 13-15
- Preston. T. R. and R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System With Available Resources in the Tropics and Sub Tropics. First Printed. International Colour Production. Penambul Books, Armidale, Australia. p. 49-50.
- Sinurat, A.P., T. Purwadaria, I-W Mathius, D.M. Sitompul, dan B.P. Manurung. 2004. Integrasi sapi-sawit: Upaya pemenuhan gizi sapi dari produk samping. hlm. 424-429. Prosiding Seminar Sistem Integrasi Tanaman Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali dan CASREN.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik. Suatu Pendekatan. Biometrik PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sunarlim, R., Triyantini, B. Setiadi and H. Stiyanto. 1990. Upaya mempopulerkan dan meningkatkan penerimaan susu kambing dan domba. Prosiding Sarasehan Usaha Ternak Domba dan Kambing Menyongsong Era PJPTII. ISPI dan PDHF, Bogor.
- Suparjo, 2008. Degradasi Lignoselulosa Oleh Kapang Pelapuk Putih, jajjo66.wordpress.com.
- Sutardi, T. 1978. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan oroduksi ternak. Proceeding Seminar dan Penunjang Peternakan LPP. Bogor
- _____. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. Prosiding Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan, LPP. Bogor. Buku 2. Hal. 91-103.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Parwirokusumo, dan S. Lebdoesoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Van Soest, P.J., J. B. Robertson and B. A. Lewis 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Wan Zahari, M., O.B. Hassan, H.K. Wong, and J.B. Liang, 2003. Utilization on of oil palm frond-based diets for beef cattle production in Malaysia. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16(4): 625-634.
- Wihardandi, A. (2012). <http://www.mongabay.co.id/2012/06/20/greenpeace-impor-kelapa-sawit-india-hancurkan-hutan-indonesia/>

- _____, A. D. Sudjana dan Y Widiawati. 1995. Penggunaan Bioplus dan CYC-100 pada perusahaan ternak potong di Jawa Barat. Laporan Internal Karyawan Gita Utama Cicurug Sukabumi.
- _____ and Maryati. 1999. Kecernaan daun kelapa sawit sebagai pakan ternak ruminansia. Laporan APBN 1998/1999. Balai Penelitian Ternak Puslitbang Peternakan Bogor.
- _____ dan Y Widiawati. 2000. Penguasaan dan pemanfaatan inovasi teknologi pengayaan pakan sapi potong/sapi perah. Pross Lokakarya Nasional Sapi Potong, Yogyakarta 8 – 9 oktober 2004. Puslitbang Peternakan, Bogor.
- _____ dan Y Widiawati. 2003. *Candida utilis* sebagai pengganti *Saccaromyces cereviceae* pendamping bioplus untuk meningkatkan produktifitas ternak. Proseeding Seminar Nasional teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 29 – 30 September 2003. Puslitbang Peternakan Bogor.
- _____, Y. Widiawati, W. Prasetiyani, Iwan, M. T. Hidayanto dan Indah. 2008. Komparasi Respons Produksi Susu Sapi Perah yang Diberi Imbuhan Bioplus VS Suplementasi Legor. Balai Penelitian Ternak. Ciawi.
- Zain, M. N. Djamarun, Zulkarnaini, 2009. Effect of phosphor and sulfur supplementation in growing beef cattle diet based on rice straw ammoniated. Dipresentasikan pada seminar International Biotechnology for Better Life. Cairo Egypt, 3-6 November 2009.

