

**KINERJA PENCERNAAN DAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI  
PADA SAPI PERANAKAN ONGOLE (PO) YANG DIBERI PAKAN  
LIMBAH KOBIS DENGAN SUPLEMEN MINERAL Zn DAN ALGINAT**

---

**TESIS**

---

**Oleh**

**TYAS WIDHIASTUTI**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA-FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**2009**

**KINERJA PENCERNAAN DAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI  
PADA SAPI PERANAKAN ONGOLE (PO) YANG DIBERI PAKAN  
LIMBAH KOBIS DENGAN SUPLEMEN MINERAL Zn DAN ALGINAT**

**TYAS WIDHIASTUTI**

**NIM. H4A 006 037**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelah Magister Sains  
pada Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pascasarjana  
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA–FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2 0 0 9**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Tyas Widhiastuti, SPt

NIM : H4A 006 037

Program Studi : Magister Ilmu Ternak

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Tesis yang berjudul:  
**Kinerja Pencernaan dan Efisiensi Penggunaan Energi pada Sapi Peranakan Ongole (PO) yang Diberi Pakan Limbah Kobis dengan Suplemen Mineral Zn dan Alginat**, penelitian yang terkait dengan tesis ini adalah hasil dari kerja saya sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam karya ilmiah ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Saya juga mengakui bahwa tesis ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh oleh pembimbing saya, yaitu: **Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi** dan **Dr. Ir. Mukh Arifin, MSc**.

Apabila dikemudian hari dalam karya ilmiah ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik oleh saya, maka gelar akademik saya yang telah saya dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi Magister Ilmu Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.

Semarang, 4 Mei 2009

Pembimbing

Penulis

Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi

Tyas Widhiastuti, SPt

Judul Tesis : KINERJA PENCERNAAN DAN EFISIENSI  
PENGUNAAN ENERGI PADA SAPI  
PERANAKAN ONGOLE (PO) YANG  
DIBERI PAKAN LIMBAH KOBIS DENGAN  
SUPLEMEN MINERAL Zn DAN ALGINAT

Nama Mahasiswa : TYAS WIDHIASTUTI

Nomor Induk Mahasiswa : H4A 006 037

Program Studi : S-2 MAGISTER ILMU TERNAK

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji  
dan dinyatakan lulus pada tanggal 4 Mei 2009

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi

Dr. Ir. Mukh Arifin, MSc

Ketua Program Studi

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Sumarsono, MS

Ir. Budi Adi Kristanto, MS

Dekan Fakultas Peternakan

Dr. Ir. Joelal Achmadi, MSc.

## RINGKASAN

**TYAS WIDHIASTUTI. H4A006037.** Kinerja Pencernaan dan Efisiensi Penggunaan Energi pada Sapi Peranakan Ongole (PO) yang Diberi Pakan Limbah Kobis dengan Suplemen Mineral Zn dan Alginat. (Pembimbing: **ANIS MUKTIANI** dan **MUKH ARIFIN**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penambahan mineral Zn dan alginat pada ransum sapi potong dilihat dari kinerja pencernaan dan efisiensi penggunaan energi. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 Juli – 20 September 2007 di Kelompok Tani Ternak Kalipancur, Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. Materi penelitian adalah 16 ekor sapi PO, berumur 1-2 tahun dengan rata-rata bobot badan awal  $226,13 \pm 44,09$  kg (CV 19,50%). Bahan pakan yang diberikan di dalam penelitian yaitu rumput lapang, limbah pasar berupa sisa kobis, konsentrat, suplemen Zn dan zat aditif alginat. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan T0= Rumput lapangan 60% + konsentrat 40%(kontrol), T1= Limbah kobis 30%+rumput lapangan 30%+ konsentrat 40%, T2= T1+mineral Zn 35 mg/kg, dan T3= T2+ 1% alginat. Parameter yang diamati ada dua yaitu kinerja pencernaan dan efisiensi penggunaan energi, variabel yang diukur dari parameter kinerja pencernaan yaitu populasi bakteri dan protozoa rumen, konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan VFA cairan rumen, efisiensi konversi heksosa menjadi VFA, energi metan dan pencernaan nutrien. Variabel yang diukur dari efisiensi penggunaan energi yaitu energi tercerna dan energi termetabolis. Hasil penelitian menunjukkan suplementasi Zn dan alginat dapat meningkatkan populasi bakteri dan protozoa rumen ( $P < 0,01$ ). Suplementasi Zn dan alginat dapat meningkatkan VFA total dan parsial jika dibandingkan dengan ransum berbahan limbah kobis tanpa suplementasi (T1) ( $P < 0,01$ ). Pada pencernaan nutrien (PK, SK, LK, dan BETN) terdapat perbedaan yang nyata ( $P < 0,01$ ). Pemberian pakan limbah kobis dengan suplementasi Zn dan alginat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi jika dibandingkan dengan pemberian rumput (T0) ( $P < 0,01$ ). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa suplementasi Zn dan alginat dapat memperbaiki kinerja pencernaan pada penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan kasar pada sapi PO, sedangkan efisiensi penggunaan energi tidak terpengaruh oleh suplementasi tersebut.

Kata kunci : limbah kobis, mineral Zn, alginat, kinerja pencernaan, efisiensi penggunaan energi.

## SUMMARY

**TYAS WIDHIASTUTI. H4A006037.** Digestibility and Efficiency of Feed Energy in PO's Bull Fed Cabbage Rubbish with Supplementation of Zn and Alginate. (Advisor: **ANIS MUKTIANI** and **MUKH ARIFIN**)

The objectives of this experiment was to study the effect of Zn and alginate supplementation for PO's Bull on efficiency of utilization feed energi such as population of microbial rumen, concentration of VFA and  $\text{NH}_3$  rumen, digestibility of nutrients and TDN. The experiment was conducted in KTT Kalipancur, Semarang on 20<sup>th</sup> July-20<sup>th</sup> September 2007.

The experiment design was Randomized Block Design. Sixteen PO's Bull with average body weight of  $226.13 \pm 44.09$  kg (CV 19.50%) were used. The complete feed was consist of cabbage rubbish, field grass, and concentrate. The 4 treatments applied in fed, the control treat (T0) used 60%field grass + 40%consentrat; T1: 30%field grass+ 30% cabbage rubbish + 40%consentrat; T2: T1+ 35 ppm supplementation of Zn; T3: T2+1% alginate. The parameters was divided of digestibility and efficiency of feed energy. Digestibility was consist of population of rumen's bacteria and protozoa, concentration of rumen's  $\text{NH}_3$  and VFA, efficiency of conversion hecsosa become VFA, energy of metan and nutrient digestibility. Efficiency of feed energy was consist of digested and metabolism energy.

The result showed the supplementation of Zn and alginate was highly significantly different on population of bacteria and protozoa in the rumen ( $P < 0.01$ ). Supplementation of Zn and alginate was highly significantly different on concentration of ammonia and VFA rumen as acetate, propionate and butyrate acids ( $P < 0.01$ ). Digestibility of nutrient like crude protein, crude fiber, and crude fat were highly significantly different ( $P < 0.01$ ) influenced by supplementation of Zn and alginate. Energy digestibility was not different by supplementation of Zn and alginate ( $P > 0.05$ ). Based on the result in this study, it could be concluded that the supplementation of Zn and alginate were increased the activity of digest ability but efficiency of energy was not different.

**Key words :** *cabbage rubbish, PO bull's, supplementation of Zn, alginate, digestibility, efficiency of energy*

## **KATA PENGANTAR**

Budidaya sapi potong di Indonesia masih mengalami berbagai permasalahan, baik pada aspek ternak maupun pakan. aspek pakan, budidaya sapi potong menghadapi permasalahan (1) ketersediaan, (2) kontinuitas, dan (3) kualitas pakan. Di sini penulis ingin memanfaatkan limbah sayur berupa sisa kobis yang mempunyai kualitas yang baik, dan keberadaannya belum banyak dimanfaatkan untuk pakan sapi potong, dengan mengatasi permasalahan yang terdapat pada limbah sayur berupa sisa kobis yaitu adanya cemaran Pb dengan pemberian zat aditif alginat dan defisiensi Zn dengan suplementasi Zn.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas ridho dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikan tesis ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Anis Muktiani, MSc selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Mukh. Arifin, MSc selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta arahan kepada penulis sehingga penelitian dan penulisan tesis dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih untuk Universitas George of August, Göttingen-Germany atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menuntut ilmu dan menimba pengalaman di sana dan Dr. R. Kühne sebagai dosen penanggungjawab yang telah memberikan bantuan yang sangat besar kepada penulis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas beasiswa yang telah diberikan oleh dinas pendidikan kepada penulis melalui program “Beasiswa Unggulan” berdasarkan “DIPA Sekretariat Jendral DEPDIKNAS TA. 2006-2008” sehingga

dapat dihasilkan tesis ini. Kepada dekan Fakultas Peternakan, Ketua Program Studi Magister Ilmu Ternak, penulis mengucapkan terima kasih atas kesempatan dan fasilitas yang telah penulis terima selama proses kuliah.

Tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada keluarga tercinta atas dukungan moral serta material selama ini. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada anggota tim penelitian dan seluruh teman kuliah program beasiswa unggulan angkatan 2006 atas bantuannya dan semangat yang telah diberikan selama ini. Terakhir penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyusunan tesis ini.

Semarang, 16 April 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR ILUSTRASI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Permasalahan Budidaya Sapi Potong di Indonesia.....	4
2.2. Potensi Limbah Pasar dan Permasalahan Pemanfaatannya Sebagai Pakan Ternak.....	5
2.3. Upaya Mengatasi Keracunan Pb dan Defisiensi Zn .....	7
2.4. Proses Pencernaan pada Ternak Ruminansia.....	11
2.5. Pencernaan Nutrien pada Ruminansia .....	14
BAB III. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....	19
3.1. Materi Penelitian.....	19
3.2. Metode Penelitian .....	21
3.3. Analisis Data.....	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1. Kinerja Pencernaan .....	30
4.2. Efisiensi Penggunaan Energi .....	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45

LAMPIRAN.....	51
RIWAYAT HIDUP .....	69

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kandungan Nutirsi Limbah Sayuran dan Hijauan Pakan .....	6
2. Susunan Ransum Penelitian .....	20
3. Rata-rata Populasi Bakteri dan Protozoa Rumen pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat .....	31
4. Rata-rata Konsentrasi VFA pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat .....	35
5. Rata-rata Nutrien Tercerna dan TDN pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat .....	39
6. Rata-rata Besarnya Energi Tercerna pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat .....	41

## DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Partisi Pemanfaatan Energi pada Ternak (Church and Pond, 1988) .....	17

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Kandungan dan Komposisi Nutrien Ransum Penelitian.....	51
2. Proses Pembuatan Alginat .....	53
3. Proses Pembuatan Mineral Zn .....	54
4. Data dan Analisis Ragam Populasi Bakteri dan Protozoa .....	55
5. Data dan Analisis Ragam Konsentrasi NH <sub>3</sub> , VFA Total dan VFA Parsial (mM) .....	57
7. Data dan Analisis Ragam EKH, Produksi Metan dan Panas Fermentasi (%).....	60
8. Data dan Analisis Ragam PK, LK, SK, BETN dan TDN(%).....	62
9. Data dan Analisis Ragam Konsumsi Energi, Energi Feses, Energi Tercerna (Kcal/hari) dan Kecernaan Energi (%).....	65

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Konsumsi daging sapi di Indonesia terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesejahteraan masyarakat dan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi protein hewani, namun demikian peningkatan konsumsi daging tersebut belum diimbangi dengan penyediaan yang memadai. Departemen Pertanian (2007) menyebutkan produksi daging sapi secara nasional pada tahun 2006 hanya mampu memenuhi 72% dari kebutuhan konsumsi, sehingga masih mengalami kekurangan 28% atau 100 ton dari total kebutuhan daging. Populasi sapi potong di Indonesia pada tahun 2006 sebanyak 11,26 juta ekor, produksi daging sapi diperkirakan menghasilkan 249.925 ton, sedangkan kebutuhan konsumsi daging sapi diperkirakan mencapai 356.800 ton, dengan demikian masih terbuka peluang yang besar untuk mengembangkan usaha sapi potong dengan memanfaatkan sumber-sumber pakan yang tersedia.

Limbah pasar, berupa sisa sayuran memiliki potensi yang besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai pakan kasar bagi ternak sapi potong. Dilihat dari kandungan protein kasar (PK) dan serat kasar (SK) limbah pasar berupa sisa sayur mempunyai kualitas yang lebih baik dari rumput lapangan, karena limbah tersebut memiliki kandungan PK lebih tinggi, sedangkan SK lebih rendah. Muktiani *et al.*(2005) melaporkan bahwa limbah pasar berupa sisa sayur-sayuran memiliki

rata-rata kandungan PK sebesar 23,87% dan SK sebesar 22,62%, sedangkan rumput lapangan memiliki kandungan PK sebesar 10,26% dan SK sebesar 38,12%. Berdasarkan data tersebut maka limbah pasar berupa sisa sayur dapat diandalkan sebagai sumber pakan kasar bagi ternak sapi potong.

Dilihat dari kuantitas, produksi limbah pasar berupa sayuran di Jawa Tengah relatif besar dan jika dimanfaatkan maka dapat membantu peternak dalam mengatasi kebutuhan pakan. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah (2006) melaporkan bahwa di Jawa Tengah terdapat 1.697 unit pasar tradisional dan menghasilkan sampah kurang lebih 37.000 ton/hari yang merupakan sampah organik. Dari laporan tersebut diperkirakan produksi sampah organik, bisa memenuhi kebutuhan bahan kering pakan sebanyak 148.925 ekor sapi potong yang berbobot 300 kg dengan kebutuhan 4% BK, untuk pemberian 100%. Dengan demikian maka limbah pasar secara kuantitatif mempunyai potensi besar sebagai pakan sapi potong.

Dibalik produksi yang besar, limbah pasar berupa sisa sayuran ternyata mempunyai kelemahan, diantaranya berupa adanya cemaran logam berat (Pb) dan rendahnya mineral Seng (Zn). Muktiani *et al.*(2005) melaporkan bahwa kandungan Pb dan Zn pada limbah pasar berupa sayuran masing-masing sebesar 12,16 mg/kg dan 43,70 mg/kg, padahal Badan Pengawas Obat dan Makanan (1989) mensyaratkan batas maksimal cemaran Pb pada sayuran sebesar 2 mg/kg, sedangkan menurut Hartati (1998) dengan pakan konvensional sapi potong dengan suplementasi Zn 75 ppm mampu meningkatkan PBBH hingga 1,07 kg. Pemberian limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan yang memiliki

kelemahan defisiensi Zn yang diduga dapat menurunkan pencernaan pakan, sedangkan tingginya Pb dapat menyebabkan penurunan jumlah mikroorganisme rumen. Kedua hal tersebut dapat berakibat pada rendahnya total digestible nutrient (TDN) dan pemanfaatan energi pada ternak. Mikroorganisme membutuhkan mineral Zn cukup besar yaitu 100-120 mg/kg (Hungate, 1966), sehingga dapat mengoptimalkan bakteri dalam menghasilkan enzim pencernaan. Logam berat Pb ini bereaksi dengan asam amino terutama yang mempunyai gugus sulfur pada membran dinding sel bakteri, sehingga bakteri tidak dapat berkembang secara optimal dan akhirnya mati (Sunaryadi, 2006). Pemberian alginat berfungsi untuk mengikat Pb, karena alginat mempunyai kandungan polisakarida gugus karboksil yang potensial dalam menyerap logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penambahan mineral Zn dan alginat dalam mengatasi rendahnya kandungan Zn dan adanya cemaran Pb pada sapi potong yang diberi pakan berupa limbah pasar berupa kobis, dilihat dari kinerja pencernaan. Kinerja pencernaan ini dicerminkan oleh populasi bakteri dan protozoa rumen, konsentrasi VFA dan  $\text{NH}_3$  cairan rumen, efisiensi konversi heksosa (EKH), produksi gas metan, pencernaan nutrien, dan efisiensi penggunaan energi pakan yang dihitung dari jumlah energi tercerna. Suplementasi Zn diharapkan dapat memperbaiki kandungan Zn dalam limbah pasar berupa sisa kobis sedangkan alginat diharapkan dapat mengikat Pb agar tidak diabsorpsi di dalam saluran pencernaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk memecahkan masalah penyediaan pakan melalui pemanfaatan limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan ternak sapi potong.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Permasalahan Budidaya Sapi Potong Di Indonesia

Budidaya sapi potong di Indonesia masih mengalami berbagai permasalahan, baik pada aspek ternak maupun pakan. Dilihat dari aspek ternak, peternakan sapi potong di Indonesia masih dihadapkan dengan semakin menurunnya mutu genetik sapi lokal, karena terjadi seleksi tidak terkendali melalui pemotongan ternak (Jasmal, 2006). Di samping itu sapi lokal yang dipelihara oleh peternak memiliki kinerja reproduksi yang rendah. Arifin *et al.*(2001) melaporkan jarak beranak induk sapi peranakan Ongole (PO) pada peternakan rakyat rata-rata 19,4 bulan, hal tersebut tidak sesuai dengan potensi jarak beranak yang dimiliki oleh sapi PO sebesar 14 bulan. Affandhy *et al.*(2001) juga melaporkan bahwa umur pubertas pada sapi PO 23-24 bulan, sedangkan Frandson (1996) menyatakan umur pubertas sapi adalah 7-15 bulan. Dari sisi produksi penambahan bobot badan harian (PBBH) sapi PO yang diberi pakan konsentrat dengan jerami padi mempunyai PBBH sebesar 0,42 kg (Umiyasih *et al.*,2007). Hal tersebut masih rendah jika dibandingkan potensi PBBH sapi PO jantan yang dapat mencapai  $> 0,8$  kg/hari (Frandson, 1996).

Dilihat dari aspek pakan, budidaya sapi potong menghadapi permasalahan (1) ketersediaan, (2) kontinuitas, dan (3) kualitas pakan. Ketersediaan pakan dari waktu ke waktu mengalami penurunan, karena banyak lahan tanaman pakan dan pertanian mengalami alih fungsi menjadi areal pemukiman dan industri. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan, selama 1995-2005, lahan sawah mengalami penyusutan perluasan dari 8,464 juta hektar menjadi 7,696 juta atau penurunan 768 ribu hektar (Astheria, 2008). Permasalahan kontinuitas pakan di Indonesia dapat berhubungan dengan musim. Di musim penghujan produksi hijauan pakan berlimpah, sedangkan pada musim kemarau peternak kekurangan hijauan pakan. Sajimin *et al.* (2001) melaporkan bahwa produksi BK hijauan *Shorgum sp* di musim hujan lebih tinggi dibanding dengan produksi di musim kemarau yaitu 47,2 dan 5,3 g/rumpun/musim. Selain berpengaruh terhadap produksi, musim juga berpengaruh terhadap kualitas, sebagai contoh rumput gajah yang dipanen di musim kemarau mempunyai SK yang relatif tinggi yaitu 23,51% sedangkan pada musim penghujan hanya 13,47% (Bawono, 1991).

## **2.2. Potensi Limbah Pasar dan Permasalahan Pemanfaatannya Sebagai Pakan Ternak**

Sampah pasar merupakan salah satu limbah yang memiliki potensi sangat besar sebagai pakan ternak. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Tengah (2006) di Jawa Tengah terdapat 1.697 unit pasar tradisional, pasar tersebut menghasilkan sampah kurang lebih 37.000 ton/hari. Irawati (1999) melaporkan bahwa 48,3 %

sampah yang berasal dari pasar layak dimanfaatkan sebagai pakan. Muktiani *et al.* (2004) melaporkan bahwa kadar bahan kering (BK) limbah pasar kurang lebih 10%, sehingga produksi BK limbah pasar di Jawa Tengah sebanyak 1.787,1 ton/hari atau 1.787.100 kg dan mampu mencukupi kebutuhan BK pakan untuk sapi potong yang memiliki bobot badan 300 kg sebanyak 148.925 ekor, dari perhitungan sebagai berikut:  $37.000.000 \times 48,3 \% \times 10\% : (4\% \times 300\text{kg}) = 148.925$  ekor sapi PO. Apabila pemberian limbah pasar tersebut 40% dari total pemberian pakan :  $148.925 \times (100/40) = 372.312,5$  ekor sapi PO.

Dilihat dari sisi kualitas, limbah pasar memiliki kandungan nutrisi yang baik dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan. Komposisi limbah organik pasar biasanya berupa sisa sayuran, sisa buah-buahan dan sisa makanan. Muktiani *et al.*, (2005) melaporkan bahwa limbah sayuran pasar memiliki kandungan PK 23,87 % ,SK 22,62 %, LK 1,75 %, Abu 12,50 %. Kandungan protein kasar (PK) limbah pasar berupa sayuran tersebut lebih tinggi dan SK yang lebih rendah dibanding rumput lapangan yaitu 8,67 % dan 24,63 %. Demikian juga, jika dibandingkan dengan hijauan pakan lain, limbah pasar berupa sayur memiliki kandungan nutrisi relatif baik (Tabel 1). Oleh karena itu secara kualitas limbah pasar memiliki kandungan nutrisi yang baik dan dapat digunakan sebagai pakan ternak.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Limbah Sayuran Pasar dan Hijauan Pakan

Hijauan Pakan	Nutrien				
	PK	SK	LK	Abu	BETN

	.....%				
Limbah Sayuran Pasar*	23,87	22,62	1,79	12,45	39,27
Rumput Lapangan**	8,20	31,70	1,44	14,46	44,20
Rumput Gajah**	8,69	32,30	2,71	12,60	43,70
Rumput Benggala**	10,90	32,90	2,43	12,47	41,30

\* Sumber: Muktiani *et al.*(2005)

\*\* Sumber: Sutardi(1981)

Selain produksi dan kualitas yang baik, limbah sayur dari pasar memiliki berbagai kelemahan, seperti kadar air yang tinggi, tercampur dengan bahan yang busuk, kandungan mineral Zn yang rendah dan adanya kontaminan toksikan diantaranya berupa logam berat. Keberadaan toksikan pada limbah sayur dari pasar tersebut karena limbah sayur tercampur dengan sampah lain seperti kertas koran, plastik, dan kontaminan lainnya. Muktiani *et al.* (2005) melaporkan bahwa limbah pasar berupa sisa sayur memiliki kandungan Zn sebesar 43,70 mg/kg dan logam berat timbal (Pb) cukup tinggi, yaitu 12,16 mg/kg. Dengan demikian jika akan digunakan sebagai pakan, akan menghasilkan produksi yang kurang maksimal, sehingga perlu dilakukan upaya-upaya untuk mengatasi masalah defisien Zn pada ternak dan mengeliminasi dampak negatif dari logam Pb tersebut.

### 2.3. Upaya Mengatasi Keracunan Pb dan Defisiensi Zn

### 2.3.1. Pemberian zat aditif alginat

Alginat merupakan bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif pakan. Alginat merupakan polimer linier yang tersusun oleh dua unit monomerik (asam hexauronat), yaitu  $\alpha$ -(1-4)-D-manuronic acid dan  $\alpha$ -(1,4)-L-guluronic acid yang merupakan asam-asam karbosiklik (Anggadiredja *et al.*, 2006). Alginat dapat diperoleh dari ekstraksi rumput laut yang berasal dari genus *Laminaria*, *Lessonia*, *Aschophylum*, *Sargassum* dan *Turbinaria*. Salah satu rumput laut coklat yang potensial sebagai penghasil alginat adalah *Sargassum sp*, rumput laut ini tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia (Kadi dan Atmadja, 1998). Alginat pada semua rumput laut coklat berfungsi sebagai penyusun dinding sel seperti halnya selulosa dan pektin (Cottrell dan Kovacs, 1980). Muktiani *et al.*(2005) melaporkan bahwa 100 gram *Sargassum sp* dapat diekstrak menjadi sebanyak  $\pm$  40 gram tepung alginat.

Alginat biasanya digunakan sebagai bahan aditif pakan dalam bentuk garam natrium, kalsium dan magnesium. Bahan alginat di dalam pakan memiliki kemampuan menyerap radionukleotida dengan membentuk senyawa tak larut dengan logam berat, sehingga dapat dikeluarkan oleh tubuh melalui saluran pencernaan tanpa diserap oleh tubuh (Angka dan Suhartono, 2000). Franca *et al.* (2001) menyatakan *Sargassum sp* merupakan rumput laut coklat terbaik dalam menyerap logam berat yang tinggi. Muktiani *et al.*(2005) membuktikan manfaat alginat dalam mengeliminasi Pb sebanyak 0,5 : 1 dan 1,5% dari BK ransum.

Pengeluaran Pb dapat mencapai 100% dari Pb yang dikonsumsi pada hari ke -11 sejak pemberian alginat sebanyak 1 dan 1,5 % BK ransum.

Kemampuan alginat dalam mengeliminasi logam berat Pb di dalam saluran pencernaan khususnya di dalam rumen dapat meningkatkan pencernaan nutrisi. Hal tersebut dikarenakan adanya logam berat Pb akan bereaksi dengan asam amino terutama yang mempunyai gugus sulfur pada membran dinding sel bakteri, sehingga bakteri tidak dapat berkembang secara optimal dan akhirnya mati (Sunaryadi, 2006). Sifat negatif logam Pb ini antara lain karena kemampuannya untuk membentuk kompleks dengan gugus karboksil ( $-\text{COO}^-$ ), gugus amino ( $-\text{NH}_3^+$ ) dan sulfidril ( $-\text{SH}$ ) asam amino dari protein dinding sel bakteri dan enzim, sehingga ada kemungkinan enzim yang bersangkutan akan mengalami denaturasi (Bernal *et al.*, 1997) sehingga menurunkan pencernaan nutrisi di dalam rumen.

### **2.3.2. Suplementasi mineral Zn**

Kandungan mineral Zn pada pakan kasar untuk ruminansia umumnya relatif rendah, sehingga banyak ditemukan kejadian defisiensi Zn pada ternak ruminansia. Little (1986) melaporkan kandungan Zn pada pakan kasar ruminansia berkisar antara 20-38 mg/kg bahan kering, sedangkan kebutuhan seng bagi ternak ruminansia sekitar 40-50 mg/kg (Arora, 1989). Dengan demikian bisa diperkirakan bahwa ternak yang dipelihara di Indonesia berpotensi mengalami defisiensi Zn dan perlu diberikan suplemen.

Seng (Zn) merupakan mineral mikro yang terdapat pada setiap jaringan tubuh terutama pada tulang. Tulang merupakan tempat akumulasi Zn yang paling tinggi bila dibandingkan dengan hati. Zn terdapat di dalam darah terutama di dalam eritrosit, di samping itu Zn juga ditemukan dalam konsentrasi yang cukup tinggi pada kulit, rambut dan wool. Kamal (1994) menyatakan mineral Zn juga terdapat pada beberapa macam enzim pencernaan.

Mineral seng (Zn) sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk memelihara fungsi tubuh dan membantu dalam proses metabolisme karbohidrat. Manfaat Zn di dalam tubuh ternak yaitu (1) sebagai komponen enzim tirosinase, oksidase monoamin, oksidase galaktoda oksidase sitokrom dan anhidrase karbonat (berguna untuk pengangkutan CO<sub>2</sub> di dalam sel darah merah), (2) membantu proses absorpsi Fe dari organ pencernaan, dan (3) berperan dalam proses pigmentasi yang normal pada bulu dan wool (Kamal, 1994). Seng merupakan kofaktor pada lebih dari 70 macam enzim (Berdanier, 1998), enzim tersebut banyak terlibat dalam proses metabolisme dan memiliki arti yang penting untuk menjaga stabilitas dan integritas biomembran. Sebagai bagian dari sistem enzim, mineral Zn berperan banyak dalam metabolisme karbohidrat, sintesis protein, dan metabolisme asam nukleat (NRC, 1988).

Suplementasi Zn dapat meningkatkan populasi bakteri yang berbahan *Aspergillus oryzae*, karena jamur tersebut mampu memanfaatkan O<sub>2</sub> di dalam rumen sehingga keadaan anaerob bisa optimal, yang menyebabkan meningkatnya populasi mikroba yang hidup (Sunaryadi, 2006). Selain itu suplementasi Zn dapat

memenuhi kebutuhan Zn pada mikroba rumen yang cukup tinggi yaitu 100-120 mg/kg (Hungate, 1966) sehingga dapat mengoptimalkan bakteri dalam menghasilkan enzim pencernaan dan dapat mencerna pakan yang masuk ke dalam tubuh dengan lebih maksimal.

Kekurangan Zn pada ternak berdampak luas terhadap penampilan produksi dan reproduksi ternak. Kekurangan Zn pada ternak antara lain dapat menyebabkan (1) pertumbuhan lambat karena biosintesis asam nukleat dan penggunaan asam amino atau sintesis protein terganggu, (2) spermatogenesis dan produksi testosteron oleh sel Leydig tidak normal atau hipofungsi testikuler pada hewan jantan karena gagalnya pertumbuhan testis, (3) parakeratosis atau hiperkeratinisasi kulit akibat gagalnya degenerasi inti sel secara lengkap pada sel epitel kulit atau jaringan usus, (4) menurunnya berat thymus dan sirkulasi limfosit yang berpengaruh terhadap berbagai fungsi sel T (McDowell, 1992), dan (5) penurunan efisiensi penggunaan pakan (Kamal, 1994).

Suplemen pakan merupakan bahan pakan yang mengandung zat-zat gizi dan non gizi, biasanya dalam bentuk kapsul, kapsul lunak, tablet, bubuk atau cairan yang fungsinya sebagai pelengkap kekurangan zat gizi. Bentuk suplemen Zn yang diberikan kepada ternak dapat berupa Zn oksida, Zn sulfat dan Zn karbonat (Kamal, 1994). Hartati (1998) melaporkan bahwa penambahan bobot badan sapi Holstein jantan yang lebih tinggi dengan suplementasi Zn 75 mg/kg dibanding dengan suplementasi 50 mg/kg (0,79 vs 0,74 kg). Muktiani *et al* (2005) melaporkan bahwa dengan suplementasi Zn 20 mg/kg pada domba yang diberi pakan limbah sayur mempunyai nilai pencernaan PK lebih tinggi dibanding dengan

tanpa suplementasi yaitu 68,48 dan 61,46% dan pada produksi VFA yaitu 120 mM dan 90 mM. Zn sangat dibutuhkan untuk mendukung penampilan produksi ternak namun NRC (1988) menyebutkan batas maksimum pemberian suplementasi Zn yaitu 500 mg/kg, karena pemberian yang melebihi batas toleransi akan menyebabkan keracunan pada ternak.

#### **2.4. Proses Pencernaan pada Ternak Ruminansia**

Pencernaan adalah suatu proses perubahan seluruh bahan pakan yang masuk ke dalam saluran pencernaan menjadi zat-zat lebih sederhana yang dipersiapkan untuk diabsorpsi dan digunakan oleh ternak. Proses pencernaan pada ruminansia lebih kompleks dibandingkan dengan proses pencernaan pada jenis ternak lainnya yaitu meliputi interaksi antara pakan, populasi mikrobial dan ternak itu sendiri. Sutardi (1980) menyatakan bahwa proses pencernaan pada ruminansia terjadi secara mekanis (di mulut), fermentasi (oleh enzim-enzim yang berasal dari mikroorganisme rumen) dan hidrolisis (oleh enzim-enzim induk semang). Ensminger (1987) menyatakan perbedaan yang paling mendasar antara ternak ruminan dan ternak lainnya adalah pada rumen dan mikroorganisme yang terdapat di dalamnya, mikroorganisme tersebut membantu dalam mencerna pakan dan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan ternak yang tidak terdapat pada pakan.

Keunggulan proses pencernaan ruminansia tersebut tidak terlepas dari sistem saluran pencernaan yang lebih istimewa dibandingkan dengan ternak lain.

Ternak ruminansia memiliki lambung yang terdiri dari 4 ruang yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum (Church dan Pond, 1988; Russell dan Bruckner, 1991; Forbes dan France, 1993) yang menempati tiga per empat bagian rongga perut (abdomen) (Church, 1979). Pada tiga bagian utama yaitu rumen, retikulum dan omasum tidak terdapat mukus, enzim pencernaan atau asam, akan tetapi pencernaan bisa terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme di dalam rumen dan retikulum. Rumen dan retikulum merupakan organ terbesar yang volumenya 10-15% dari massa tubuh ternak (Annison, 1965), bahkan Sutardi (1980) menyatakan bahwa ukuran volume rumen dan retikulum dapat mencapai 15-22% dari massa ternak atau berkisar 75% dari seluruh volume organ pencernaan (Van Soest, 1982).

Di dalam rumen terdapat empat jenis mikroorganisme seperti fungi, protozoa, bakteri dan "yeast". Bakteri merupakan mikroba yang paling banyak jenisnya dan lebih beragam macam substratnya. Rumen merupakan tempat utama terjadinya proses fermentasi dan didalamnya terdapat  $10^{10}$ -  $10^{11}$  bakteri dan lebih dari  $10^7$  protozoa per g isi rumen (Annison, 1965 dan Banerjee, 1978). Jumlah bakteri di dalam rumen ada sebanyak  $10^9$  –  $10^{10}$  dan jumlah protozoa lebih sedikit yaitu sekitar  $10^6$  untuk setiap ml isi rumen (Kamal, 1994). Populasi mikrobial yang jumlahnya cukup besar itu sangat esensial dalam proses pencernaan serat (Church, 1979). Produk yang dihasilkan protozoa adalah asam asetat, asam butirat, asam laktat, gas  $CO_2$  dan gas hidrogen. Protozoa lebih menyukai substrat yang mudah dicerna seperti pati, gula dan bakteri (Russell dan

Hespell, 1981). Selain bakteri dan protozoa dilaporkan bahwa fungi juga penting dalam proses pencernaan dalam rumen, dan sering dianggap sebagai pionir dalam aktivitas pencernaan fraksi serat. Hal ini terjadi karena fungi dapat membentuk koloni pada jaringan lignoselulosa partikel pakan dan adanya rhizoid yang tumbuh jauh menembus dinding sel serat makanan, sehingga sangat membantu mikrobia rumen (bakteri) dan enzim pencernaan untuk mencerna pakan (Fonty *et al.*, 1990). Adanya aktivitas mikrobia dalam rumen dan retikulum memberikan kemampuan yang istimewa pada ruminansia untuk memanfaatkan pakan berkualitas rendah. Bila ditinjau dari aspek pencernaan zat-zat makanan, rumen mempunyai peranan cukup besar yaitu 40-70% dari angka pencernaan bahan organik ransum (Madsen dan Hvelplund, 1985).

Kapasitas dan proses pencernaan secara fermentatif di dalam rumen memberikan keuntungan dan sekaligus juga menyebabkan kerugian bagi ternak yang bersangkutan. Keuntungan pencernaan fermentatif adalah ternak dapat mencerna pakan berkadar serat kasar tinggi, dapat menampung pakan dalam jumlah besar, dapat mengubah non protein nitrogen (NPN) seperti urea menjadi protein berkualitas tinggi, dan produk fermentasi dalam rumen dapat disalurkan ke dalam usus halus dalam bentuk yang mudah dicerna (Sutardi, 1980). Sebaliknya kerugian yang dialami adalah banyak energi yang terbuang dalam bentuk gas metan ( $\text{CH}_4$ ) pada ruminansia dapat kehilangan energi pakan yang berupa gas metan sampai sebanyak 7%, panas fermentasi, protein bernilai hayati tinggi mengalami degradasi menjadi  $\text{NH}_3$  (Kamal, 1994).

## 2.5. Pencernaan Nutrien pada Ruminansia

Nutrien penyusun utama pakan ternak ruminansia yaitu air, protein, karbohidrat, lemak, dan mineral. Nutrien tersebut dapat berasal dari limbah pertanian berupa jerami, rumput-rumputan dan leguminosa, silase, pakan sumber energi seperti biji-bijian dan umbi-umbian yang memiliki protein  $< 20\%$  dan serat kasar  $18\%$ , pakan sumber protein berasal dari tanaman, hewan dan susu yang memiliki kandungan protein  $\geq 20\%$ . Pakan sumber energi yang berasal dari karbohidrat mempunyai kandungan kimia karbon, hidrogen dan oksigen. Sedangkan protein terdiri dari asam-asam amino dan berisi  $\pm 16\%$  nitrogen (Tillman *et al.*, 1982). Bagian terbesar karbohidrat terdiri dari yang mudah larut yaitu gula dan pati dan yang sukar larut yaitu selulosa dan hemiselulosa, misal hijauan dan limbah serat (Frandsen, 1996).

Pencernaan karbohidrat di dalam rumen sangat kompleks dan tidak lepas dari peran mikroorganisme di dalam rumen. Mikroorganisme berperan mencerna selulosa dan hemiselulosa yang tidak dapat dicerna oleh enzim yang dihasilkan oleh kelenjar pencernaan. Pencernaan karbohidrat di dalam rumen mengalami dua tahap yaitu tahap pertama adalah pencernaan karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana. Tahap kedua adalah gula-gula sederhana dengan bantuan mikroorganisme di dalam rumen menghasilkan asam lemak volatil (VFA) seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, karbon dioksida dan metan (Kamal, 1994).

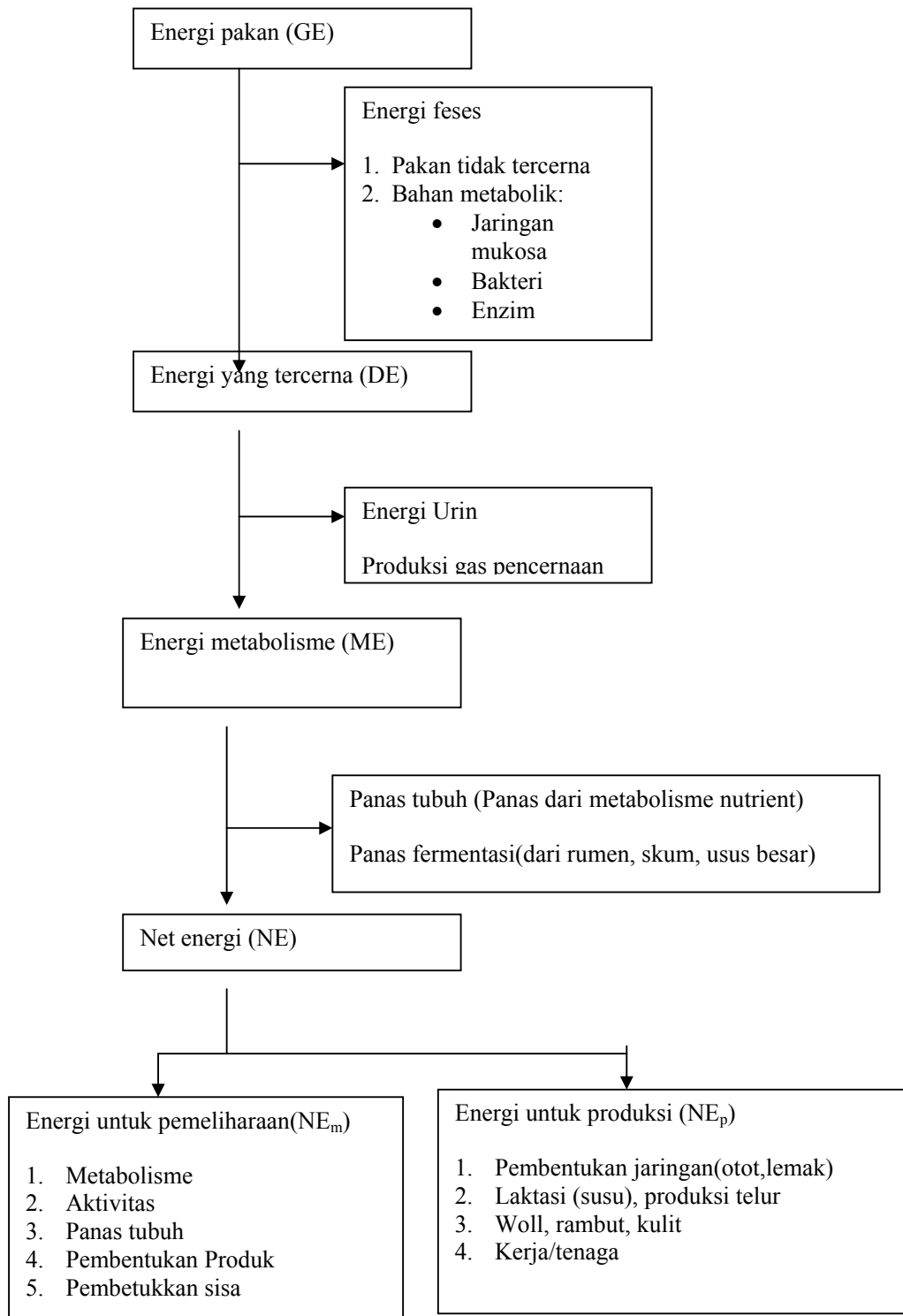
Lemak pakan di dalam rumen mengalami dua proses yang sangat penting yaitu lipolisis dan hidrogenasi. Lemak mengalami lipolisis oleh enzim lipase mikroba menghasilkan asam lemak bebas (*free fatty acid*), gliserol dan galactocyl acyl glyserol. Gliserol dan galaktosa difermentasikan lebih lanjut untuk menghasilkan VFA terutama propionat, sedangkan FFA akan dihidrogenasi oleh mikroba menjadi asam lemak jenuh (Preston dan Leng, 1987). Pada proses hidrogenasi terjadi perubahan asam lemak tidak jenuh C18 yaitu oleat, linoleat dan linolenat menjadi stearat. Sedangkan asam lemak jenuh berantai panjang lebih dari C18 seperti arakhidonat, eikosa pentaenoat (EPA) dan dokosa heksaenoat (DHA) di dalam rumen tidak mengalami hidrogenasi (Ashes *et al.*, 1992)

Pencernaan protein di dalam rumen dilakukan oleh enzim mikroorganisme yang terdapat di dalam rumen. Sumber protein yang berasal dari protein pakan sebagian dihidrolisis menjadi peptida dan asam amino oleh mikroorganisme rumen dan sebagian asam amino mengalami degradasi lebih lanjut menjadi asam organik, amonia dan karbon dioksida (Kamal, 1994). Amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang berasal dari perombakan ransum sangat besar kontribusinya terhadap pool amonia rumen (Sutardi, 1977). Nitrogen non protein (NPN) yang berasal dari senyawa organik sederhana seperti asam amino, amida, amin dan senyawa anorganik (nitrit) akan didegradasi di dalam rumen dan hasilnya berupa nitrogen yang selanjutnya akan berubah menjadi amonia. Amonia dibutuhkan mikroba rumen untuk membentuk protein tubuh mikroba, dan sebagian diserap oleh dinding rumen, masuk ke dalam sirkulasi portal dan dibawa ke hati untuk selanjutnya diubah menjadi urea dan masuk ke sirkulasi darah (Kamal, 1994). Konsentrasi amonia yang optimal untuk

sintesis protein mikroba rumen sekitar 3, 57 mM (Satter dan Slyter, 1974), atau sekitar 4 sampai 12 mM (Sutardi, 1979).

Energi dalam pakan yang umumnya bersumber dari karbohidrat dan lemak dimanfaatkan oleh ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan produksi. Energi yang terdapat dalam pakan tidak semuanya dimanfaatkan oleh ternak untuk memenuhi kebutuhan aktivitas hidupnya, hal tersebut digambarkan pada Ilustrasi 1. Asupan energi ke dalam tubuh ternak dimanfaatkan oleh ternak dalam bentuk gas 5 %, panas tubuh 20%, energi untuk pemeliharaan atau hidup pokok 20%, produksi dan reproduksi 20%, energi feses 30% dan energi urine 5% (Ensminger,1987).

Ternak memperoleh energi dari pakan yang dikonsumsi. Ensminger (1987) menyatakan pada proses deposisi energi sebagian energi pakan akan terbuang dalam feses, dan sebagian lainnya diserap oleh tubuh untuk kemudian digunakan dalam proses metabolisme. Jumlah energi yang tidak dapat diserap oleh tubuh akan dibuang melalui urin dan gas metan dan sisanya akan dimanfaatkan oleh tubuh sebagai panas metabolisme. Energi yang terserap di dalam tubuh akan dikonversikan menjadi panas tubuh dan yang tersisa akan disimpan kemudian digunakan untuk hidup pokok dan produksi (Church dan Pond, 1988).



Ilustrasi 1. Partisi Pemanfaatan Energi pada Ternak (Church dan Pond, 1988).

Efisiensi energi merupakan faktor penting dalam perhitungan produksi. Efisiensi energi yaitu jumlah energi yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 kg bobot badan. Efisiensi konversi heksosa menjadi VFA dapat diketahui dari besar konsentrasi VFA parsial, dengan menggunakan rumus (Ørskov and Ryle, 1990). Sebagian energi yang terbuang sebagai metan juga dapat di duga melalui perhitungan menggunakan rumus Kurihara *et al* (1995), yaitu  $CH_4(\text{liter/hari}) = 63,27 + 0,02678 \times \text{konsumsi bahan kering (g/hari)}$  data produksi  $CH_4$  (liter/hari) tersebut kemudian dikonversikan menjadi nilai energi dengan mengalikan 9,45 kal/liter dan 4,184 J untuk tiap kalori. Selain itu dapat juga dihitung menggunakan rumus Ørskov and Ryle (1990) yaitu  $M = 0,5 a - 0,25 p + 0,5 b$ .

## **BAB III**

### **MATERI DAN METODE PENELITIAN**

Penelitian pengaruh suplementasi Zn dan zat aditif alginat terhadap kinerja pencernaan pada sapi peranakan ongole (PO) yang diberi pakan limbah pasar berupa sisa kobis telah dilaksanakan pada tanggal 20 Juli – 20 September 2007. Penelitian ini dilaksanakan pada dua tempat, yaitu penelitian on farm di Kelompok Tani Ternak (KTT) Kalipancur, Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang dan penelitian laboratorium di Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.

#### **3.1. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 16 ekor sapi PO jantan dengan umur 1-2 tahun, rata-rata bobot badan awal  $226,13 \pm 44,09$  kg (CV 19,50%). Bahan pakan yang digunakan dalam penelitian berupa rumput lapang, limbah pasar berupa sisa kobis, konsentrat, suplemen Zn dan zat aditif alginat. Rumput lapang diambil dari daerah sekitar lokasi penelitian, sedangkan limbah pasar berupa sisa-sisa kobis diambil dari di pasar Peterongan dan pasar Johar Semarang. Konsentrat yang digunakan dalam penelitian ini disusun dari 10,22%

jagung giling, 28,13% onggok, 23,30% dedak, 24,37% bungkil kelapa, 10,55% bungkil kapuk, 1,72% urea, 0,90% mineral mix, dan 0,82% minyak.

Ransum yang dicobakan dalam penelitian ini terdiri dari satu jenis ransum kontrol dan 3 jenis ransum perlakuan (Tabel 2). Ransum kontrol disusun dengan pakan kasar rumput lapang dan konsentrat, sedangkan ransum perlakuan disusun dari rumput lapang, limbah pasar dan konsentrat dengan pembeda kandungan suplemen Zn dan aditif alginat.

Tabel 2. Susunan Ransum Penelitian

Bahan Pakan	T0	T1	T2	T3
Komposisi				
Rumput lapang (%)	60	30	30	30
Limbah Kobis (%)	-	30	30	30
Konsentrat (%)	40	40	40	40
Zn proteinat (mg/kg)	-	-	34	34
Alginat (% BK)	-	-	-	1
Jumlah	100	100	100	100
Kandungan Nutrien				
PK(%)	13,09	17,17	17,17	17,17
LK(%)	3,79	3,50	3,50	3,50

SK(%)	29,37	24,72	24,72	24,72
BETN(%)	44,48	45,26	45,26	45,26
Zn(mg/kg)	30,44	30,54	64,54	64,54
Pb(mg/kg)	9,97	17,32	17,32	17,32

Suplemen Zn proteinat dibuat dengan bahan dasar onggok dan ZnO yang difermentasi menggunakan *Aspergillus oryzae* seperti yang dilakukan Muktiani *et al.*(2004). Produk Zn proteinat kemudian dianalisis kandungan Zn-nya dengan menggunakan AAS dan didapatkan kandungan Zn 846 mg/kg. Alginat diekstrak dari rumput laut coklat yang diambil dari pantai Bandengan, Jepara menggunakan metode Muktiani *et al.* (2005).

### 3.2. Metode Penelitian

#### 3.2.1. Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan pemberian pakan dan 4 kelompok/ulangan bobot badan sapi. Perlakuan penelitian yang dicobakan berupa pemberian pakan: T0=Rumput lapangan 60% + konsentrat 40% (kontrol), T1= Limbah kobis 30% + rumput lapangan 30% + konsentrat 50%, T2= T1 + mineral Zn 35 mg/kg, dan T3= T2 + alginat 1%. Sedangkan pengelompokan ternak dilakukan berdasarkan bobot badan awal, yaitu: K1 = 193 ± 7,09 kg, K2= 232,5± 10,54 kg, K3= 244,75± 16,80 kg, dan K4=307± 6,78 kg.

### **3.2.2. Prosedur penelitian**

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan yang dibagi menjadi 3 tahap, yaitu tahap pendahuluan selama 2 minggu, tahap adaptasi selama 2 minggu, dan tahap perlakuan selama 10 minggu. Pada tahap pendahuluan ternak diberikan obat cacing secara oral untuk menghilangkan kemungkinan ternak mengidap endoparasit, di samping itu materi ternak juga dibiasakan dengan pakan yang akan dicobakan. Selama tahap adaptasi dilakukan pemberian pakan dua kali sehari pada pukul 07.00 dan 16.00 WIB, pakan yang diberikan selama tahap ini sudah disesuaikan dengan perlakuan. Diawali dengan penimbangan ternak yang bertujuan untuk mengetahui dan menentukan kebutuhan bahan kering sapi. Tujuan dari periode adaptasi adalah untuk membiasakan sapi mengkonsumsi jenis pakan yang akan diberikan. Pada tahap perlakuan ransum percobaan diberikan selama 10 minggu. Pengambilan data berupa produksi feses dilakukan 2 minggu terakhir dan pengambilan cairan rumen dilakukan seminggu sebelum penelitian berakhir. Pengambilan cairan rumen dilakukan dengan menggunakan pompa vakum dan selang, selang dimasukkan melalui mulut. Pengambilan cairan rumen dilakukan 3 jam setelah sapi diberi makan pagi.

### **3.2.3. Parameter Penelitian**

Peubah yang diukur dalam penelitian ini meliputi: kinerja pencernaan dan efisiensi penggunaan energi. Masing-masing peubah tersebut diukur dengan metode seperti dijelaskan berikut ini:

#### **A. Kinerja pencernaan**

- 1) Populasi Bakteri. Jumlah koloni bakteri rumen dicacah dengan menggunakan metoda pencacahan koloni bakteri yaitu kira-kira 15 menit setelah cairan rumen diambil kemudian langsung diinokulasikan. Bakteri yang dicacah hanya yang hidup (viable count). Prinsip perhitungannya adalah: mula-mula cairan rumen diencerkan secara serial lalu dilakukan pembiakan (kultivasi bakteri dalam tabung Hungate selama 7 hari dalam suasana anaerob dan pada suhu 39<sup>0</sup>C. Media kultivasi yang digunakan adalah “non selective media”. Prosedur yang dilakukan mengikuti petunjuk Suryahadi (1990). Bahan-bahan yang digunakan untuk 100 media adalah 16,5 ml larutan A, 16.5 ml larutan B, 16.5 ml cairan rumen steril, 0.1 g peptone, 0.1 g ekstrak ragi (yeast extract), 0.5 g NaHCO<sub>3</sub>, 0.2 g glukosa, 0.1 ml resazurin 0.1% dan 50 ml H<sub>2</sub>O. Larutan A terbuat dari campuran (perliter): 3,0 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 6,0 g NaCl; 3,0 g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 0,3 g CaCl<sub>2</sub> dan 0,3 g MgSO<sub>4</sub>. Larutan B adalah (perliter): 3,0 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Bahan-bahan tersebut dicampur dalam botol yang dapat distrilisasi dalam autoclave. Campuran tersebut pertama dipanaskan perlahan-lahan sambil terus dialirkan gas CO<sub>2</sub> sampai terjadi perubahan warna dari merah ke coklat muda. Sesudah itu segera didinginkan dengan meletakkan botol tersebut di dalam air es. Kemudian media dipindahkan ke tabung Hungate masing-masing sebanyak 5 ml di mana tabung tersebut sebelumnya sudah diisi dengan agar sebanyak 0,075 g (sekitar 1.5% dari jumlah media), lalu tabung ditutup untuk selanjutnya disterilisasikan dalam autoclave pada suhu 110<sup>0</sup>C selama 45 menit. Sebelum inokulasi, media

tersebut diletakkan dalam penangas air panas suhu  $47^{\circ}\text{C}$  (pada suhu tersebut agar belum memadat dan dalam waktu singkat tidak mematikan bakteri waktu diinokulasi). Untuk kultivasi setiap sample cairan rumen dimasukkan ke dalam 5 tabung Hungate yang berisi media yang tidak mengandung agar sebagai pengencer. Dengan menggunakan syring steril (satu ml), dilakukan inokulasi dan pengenceran serial dengan cara sebagai berikut: 0.5 ml cairan rumen sample dimasukkan ke dalam tabung nomor 1, lalu dikocok sampai homogen. Kemudian dari tabung nomor 1 tersebut diambil 0.5 ml dan dimasukkan ke tabung nomor berikutnya dan demikian seterusnya sampai tabung nomor 5. Sesudah itu dari tabung nomor 5 dikocok dan diambil 0.5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung media nomor 3, dari tabung pengencer nomor 4 dimasukkan 0.5 ml ke dalam tabung media agar nomor 2 dan terakhir dari tabung pengencer nomor 3 ke tabung media agar nomor 1 (masing-masing untuk populasi bakteri  $10^6$ ,  $10^8$  dan  $10^{10}$ ). Apabila pada tabung media agar nomor 3 terdapat n koloni, maka jumlah koloni bakteri dari cairan rumen sample tersebut adalah :  $(n/0.5)(10^{10})$  bakteri per ml cairan rumen. Jumlah koloni bakteri tersebut merupakan rata-rata dari perhitungan pada tabung media agar nomor 1, 2 dan 3.

- 2) Populasi Protozoa. Jumlah sel protozoa rumen dihitung berdasarkan teknik pewarnaan dengan menggunakan larutan methylgreen formalin salin (MFS) dalam larutan NaCl fisiologis dan kemudian difiksasi dengan formalin (Ogimoto dan Imai, 1981). Larutan MFS terdiri atas 100 ml formaldehid 35%, 0.6 g methylgreen, 8 g Na Cl dan 900 ml air steril. Tahapan pencacahannya

adalah: sample cairan rumen yang baru diambil (menggunakan stomach tube) diencerkan 5 kali dengan larutan MFS dengan perbandingan 1:1:3 (cairan rumen: MFS: aquades). Kemudian campuran tersebut diambil dengan pipet 1-2 tetes, kemudian ditempatkan dalam ruang hitung (counting chamber) secara hati-hati dengan ketebalan 0.1 – 0.2 mm, luas kotak yang diukur 1 mm<sup>2</sup>. Perhitungan jumlah sel protozoa dilakukan pada lima (5) buah kotak yang masing-masing bervolume 0.1 mm<sup>3</sup> dengan mikroskop pada pembesaran 40 -100 kali. Cacahan sel protozoa per ml cairan rumen (P) dihitung dengan rumus berikut:  **$P = (n/5 \times 10^4 \times FP)$** ;

Keterangan:

N : Jumlah protozoa hidup yang terhitung dalam 5 kotak counting chamber.

5 : Jumlah kotak yang terhitung dalam counting chamber (Vol. 0.1 mm<sup>3</sup>/kotak).

FP : Faktor pengenceran.

- 3) Konsentrasi VFA Total. Menggunakan teknik penyulingan uap (Sutardi, 1994). Dengan cara, 5 ml supernatan dimasukkan ke dalam tabung suling khusus, kemudian secara hati-hati ditambahkan 1 ml asam sulfat 15%. Tabung dimasukkan ke dalam labu suling yang telah dihubungkan dengan pendingin leibig, dimulailah destilasi. Destilasi ditampung dalam erlemeyer yang telah berisi 5 ml sodium hidroksida 0,5 N. Destilasi dihentikan bila volume erlemeyer telah mencapai 100 ml. Erlemeyer diambil dan diberi indikator phenolptalein 2 tetes, kemudian dilakukan titrasi dengan asam

chloride 0,5 N hingga terjadi perubahan warna dari pink menjadi putih jernih. Dibuat blanko dengan menggunakan 5 ml NaOH 0,5 N yang telah diberi indikator pp, kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 N.

Perhitungan produksi VFA Total=  $(y-z) \times N \text{ HCl} \times (1000 / 5)\text{mM}$

Keterangan:  $y$ = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi 5 ml NaOH (blanko).

$z$ = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi.

- 4) Konsentrasi VFA parsial cairan rumen. Pengambilan sampel cairan rumen dilakukan untuk mengetahui konsentrasi VFA total dan parsial di dalam cairan rumen. Pengambilan cairan rumen dilakukan 3 jam setelah diberi pakan pagi. Setelah 100 ml cairan rumen diambil dari ternak, kemudian disaring dengan kain kasa, selanjutnya cairan rumen disentrifuse pada 1500 rpm selama 15 menit dan disimpan dalam pendingin bersuhu  $-20^{\circ}\text{C}$  kemudian dianalisis kandungan VFA dengan gas kromatografi (AOAC, 1975) dilaksanakan di laboratorium PAU, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Konsentrasi VFA parsial ini kemudian digunakan untuk menghitung efisiensi konversi heksosa, dengan menggunakan rumus (Ørskov and Ryle, 1990):

$$E = \frac{0,622 pa + 1,092 pp + 1,560 pb}{pa + pp + 2pb} \times 100$$

Keterangan: E = efisiensi konversi heksosa menjadi VFA

pa = proporsi asetat

pp = proporsi propionat

pb = proporsi butirat

- 5) Produksi Metan. Gas metan diukur menggunakan perhitungan/pendugaan menurut persamaan Ørskov dan Ryle (1990), yaitu :

$$\text{Metan (mM)} = 0,5 a - 0,25 p + 0,5 b.$$

- 6) Konsentrasi N-amonia. Konsentrasi N-amonia dalam cairan rumen ditentukan dengan metode mikrodifusi Conway. Sebanyak 1 ml supernatan cairan rumen diletakkan dalam salah satu sisi cawan Conway dan pada sisi yang lainnya 1 ml larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) jenuh, kemudian cawan diletakkan pada posisi miring. Pada bagian tengah cawan diisi dengan 1 ml asam borat berindikator merah metil dan brom kresol hijau. Selanjutnya cawan ditutup rapat dengan tutup yang bervaselin, lalu digoyang agar supernata dan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  jenuh tercampur merata. Amonia yang dibebaskan akan ditangkap oleh asam borat yang dapat terlihat dari perubahan warna yang terjadi. Setelah 24 jam amonia borat dititrasi dengan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,005 N sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi kemerah-merahan. Konsentrasi N-amonia dalam cairan rumen dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{N-amonia} = (\text{ml H}_2\text{SO}_4 \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000)\text{mM}$$

- 7) Nutrien Tercerna. Nutrien tercerna diukur dengan mengurangkan nutrien terkonsumsi dengan nutrien di dalam feses. Analisis kandungan nutrien menggunakan analisis proksimat. Konsumsi nutrien dihitung dari perkalian persentase nutrien dalam pakan dengan konsumsi bahan kering. Keluaran nutrien feses ditentukan dengan mengalikan jumlah feses dengan kandungan nutrien di dalamnya. Kecernaan nutrien (TDN) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{TDN}(\%) = \text{PK}_{\text{dd}} + \text{SK}_{\text{dd}} + 2,25 \text{LK}_{\text{dd}} + \text{BETN}_{\text{dd}}$$

## **B. Efisiensi Penggunaan Energi**

1. Digestible Energi (DE). Energi tercerna diukur dengan mengurangkan energi pakan dengan energi feses. Energi pakan dan energi feses dihitung dengan kalorimetri menggunakan bom kalorimeter.
2. Metabolisme Energi (ME). Didapat dengan menggunakan rumus ME (NRC, 1994), yaitu

$$\text{ME} = 0,82 \times \text{DE}$$

### **3.3. Analisis data**

Data yang diperoleh dari penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (varian) yang ditujukan untuk mengetahui adanya perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan. Uji nilai rata-rata dilakukan menggunakan F-Tes dengan tingkat signifikansi 5%. Jika  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$  ( $P < 0,05$ ) maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$  ( $P > 0,05$ ) maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Apabila F-tes

ditemukan ada perbedaan nilai rata-rata perlakuan, maka akan dilanjutkan uji wilayah ganda Duncan yang ditujukan untuk mengetahui perbandingan antara nilai rata-rata perlakuan.

Model matematis linier analisis ragam untuk Rancangan Acak Kelompok yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Hasil pengamatan akibat perlakuan pemberian pakan ke -i dan kelompok bobot badan ke-j

$\mu$  = Nilai tengah umum

$\tau_i$  = Pengaruh perlakuan pemberian pakan ke-i

$\beta_j$  = Pengaruh kelompok bobot badan ke-j

$\varepsilon_{ij}$  = Galat percobaan akibat perlakuan pemberian pakan ke-i dan kelompok bobot badan ke-j

Hipotesis statistik yang diuji adalah sebagai berikut:

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$ , tidak ada perbedaan kinerja pencernaan dan efisiensi penggunaan energi pada sapi PO yang diberi pakan limbah pasar berupa sisa kobis dengan perlakuan suplementasi Zn dan alginat.

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\tau_i \neq 0$ , ada perbedaan kinerja pencernaan dan efisiensi penggunaan energi pada sapi PO yang diberi pakan limbah pasar berupa sisa kobis dengan perlakuan suplementasi Zn dan alginat.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Kinerja Pencernaan**

##### **4.1.1. Populasi Bakteri dan Protozoa Rumen**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata populasi bakteri dalam cairan rumen antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 3). Populasi tertinggi diperoleh pada T0, yaitu sebesar  $2,75 \times 10^8$ /ml. Pemberian limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan sapi potong menghasilkan populasi bakteri lebih rendah jika dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0). Suplementasi Zn dan alginat pada pakan sapi potong yang berbahan dasar limbah sayur berupa sisa kobis dapat memperbaiki populasi bakteri di dalam rumen, namun demikian tidak dapat menyamai populasi bakteri pada penggunaan rumput (T0).

Populasi bakteri pada T1 lebih rendah dibanding dengan T0. Hal tersebut dikarenakan kandungan serat kasar bahan pakan pada T1 lebih rendah dibandingkan dengan T0, dimana bakteri berperan dalam mencerna serat kasar di dalam rumen. Hal ini juga disebabkan oleh kadar amonia yang relatif rendah pada T1 yaitu 3,29 mM (Tabel 4) akan berdampak pada menurunnya populasi bakteri,

karena konsentrasi amonia minimal yang dibutuhkan untuk sintesis protein mikroba rumen adalah 3,57 mM (Kamal, 1994).

Selain itu rendahnya populasi bakteri juga disebabkan kandungan Pb ransum T1 lebih tinggi dibandingkan dengan ransum T0 (5,64 vs 5,12 mg/kg). Logam berat Pb ini bereaksi dengan asam amino terutama yang mempunyai gugus sulfur pada membran dinding sel bakteri, sehingga bakteri tidak dapat berkembang secara optimal dan akhirnya mati (Sunaryadi, 2006). Sifat negatif logam Pb ini antara lain karena kemampuannya untuk membentuk kompleks dengan gugus karboksil (-COO<sup>-</sup>), gugus amino (-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) dan sulfidril (-SH) asam amino dari protein dinding sel bakteri dan enzim, sehingga ada kemungkinan enzim yang bersangkutan akan mengalami denaturasi (Bernal *et al.*, 1997). Hal ini berakibat pada menurunnya tingkat pencernaan ransum, sehingga ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba rumen juga ikut menurun.

Tabel 3. Rata-rata Populasi Bakteri dan Protozoa Rumen pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat

Parameter	Perlakuan				Signifikansi
	T0	T1	T2	T3	
Bakteri (10 <sup>8</sup> /ml)	2,75 <sup>A</sup>	1,12 <sup>D</sup>	1,52 <sup>C</sup>	2,00 <sup>B</sup>	**
Protozoa(10 <sup>5</sup> /ml)	1,03 <sup>C</sup>	1,58 <sup>B</sup>	0,62 <sup>C</sup>	3,78 <sup>A</sup>	**

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01).

Populasi bakteri pada perlakuan suplementasi Zn (T2) dan suplementasi Zn + alginat (T3) lebih tinggi ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan perlakuan pemberian limbah pasar berupa sisa kobis tanpa suplementasi (T1). Hasil ini menunjukkan bahwa suplementasi Zn (T2) maupun suplementasi Zn + alginat (T3) dapat memperbaiki jumlah populasi bakteri rumen pada sapi yang diberi pakan sisa kobis dari pasar. Hal tersebut juga menguatkan dugaan bahwa alginat dapat mengurangi dampak racun dari Pb. Peningkatan populasi bakteri akibat pemberian suplementasi Zn yang berbahan *Aspergillus oryzae* ini disebabkan jamur tersebut mampu memanfaatkan  $O_2$  di dalam rumen sehingga keadaan anaerob bisa optimal, yang menyebabkan meningkatnya populasi mikroba yang hidup (Sunaryadi, 2006). Selain itu suplementasi Zn dapat memenuhi kebutuhan Zn pada mikroba rumen yang cukup tinggi yaitu 100-120 mg/kg (Hungate, 1966) sehingga dapat mengoptimalkan bakteri dalam menghasilkan enzim pencernaan.

Penambahan alginat pada pakan untuk sapi yang diberi pakan limbah pasar berupa sisa kobis dalam penelitian ini terbukti dapat meningkatkan jumlah populasi bakteri rumen. Hal tersebut dikarenakan alginat mampu membentuk senyawa tak larut dengan logam berat, sehingga dapat mengurangi logam berat Pb dalam saluran pencernaan (Angka dan Suhartono, 2000).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata populasi protozoa di dalam cairan rumen antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 3). Populasi protozoa tertinggi diperoleh pada T3, yaitu sebesar  $3,78 \times 10^5$ /ml. Penggunaan

limbah pasar berupa sisa kobis dalam pakan ternak sapi potong menghasilkan populasi protozoa yang lebih tinggi dibanding penggunaan rumput. Pemberian suplemen Zn menurunkan populasi protozoa dibandingkan dengan T1. Penambahan alginat (T3) pada pakan sapi potong yang berbahan dasar limbah sayur berupa sisa kobis dapat memperbaiki populasi protozoa di dalam rumen. Jumlah populasi protozoa dalam penelitian ini sudah masuk kisaran normal, kecuali pada perlakuan T2 karena jumlah protozoa menurut Yokohama *et al*, (1994) yaitu berkisar  $10^5$ -  $10^6$  cacahan sel per ml isi rumen. Yokohama *et al*, (1994) menyatakan bahwa protozoa dan bakteri bersaing dalam menggunakan beberapa bahan makanan, protozoa akan menggunakan bakteri sebagai sumber protein untuk kehidupannya sehingga jumlah bakteri dalam rumen berkurang sampai setengah atau lebih. Terlihat pada perlakuan T1 dimana saat populasi protozoa naik, terjadi penurunan populasi bakteri (Tabel 3). Penurunan populasi protozoa pada perlakuan T2, disebabkan proses defaunasi akibat suplementasi Zn. Hal ini sesuai dengan penelitian Kurihara *et al.*(1997) yang melaporkan terjadi penurunan populasi protozoa dari  $4,8 \times 10^6$  menjadi  $2,2 \times 10^6$  pada suplementasi Zn sulfat 35 g/ekor/hari pada pakan sapi.

Uji beda populasi protozoa pada perlakuan T1 lebih tinggi dibandingkan dengan T0, hal tersebut terjadi karena kandungan BETN perlakuan T1 lebih tinggi dan kandungan SK lebih rendah dari T0 (Tabel 2). Bahan ekstrak bukan nitrogen (BETN) merupakan karbohidrat mudah dicerna yang banyak mengandung gula dan pati, dimana keberadaan zat tersebut sangat mempengaruhi populasi protozoa di dalam rumen. Protozoa yang kekurangan zat pati dan gula akan memangsa

bakteri yang merupakan mikroba utama dalam rumen (Sunaryadi, 2006). Perlakuan T2 menunjukkan penurunan jumlah protozoa, hal tersebut dikarenakan perkembangan bakteri yang baik menyebabkan populasi protozoa tertekan. Populasi protozoa dan bakteri pada perlakuan T3 menunjukkan nilai tertinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa nutrisi yang dibutuhkan protozoa dan bakteri untuk pertumbuhan dapat mencukupi sehingga tidak terjadi kompetisi antara keduanya. Hal tersebut dikarenakan kemampuan alginat dalam mengeliminasi Pb dapat mencegah terjadinya denaturasi enzim-enzim pencernaan, sehingga ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri dan protozoa dapat mencukupi.

#### **4.1.2. Konsentrasi $\text{NH}_3$ dan VFA cairan rumen**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi amonia dalam cairan rumen antar penelitian berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 4). Konsentrasi amonia tertinggi diperoleh pada T0, yaitu sebesar 5,28 mM. Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis menghasilkan konsentrasi amonia yang lebih rendah dibandingkan penggunaan rumput (T0). Pemberian suplementasi Zn dan alginat pada ransum ternak sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis mampu menaikkan konsentrasi amonia hingga menghasilkan konsentrasi amonia yang sama seperti penggunaan rumput (T0).

Produksi amonia cairan rumen hasil penelitian pada perlakuan T0, T1, T2, dan T3 adalah sebesar 5,28; 3,29; 4,39 dan 4,10 mM. Menurut pendapat Sutardi (1979) produksi amonia yang optimal untuk pertumbuhan mikroba rumen yaitu sekitar 4 sampai 12 mM, sedangkan Satter dan Slyter (1974) menyatakan

konsentrasi amonia minimal yang optimal yang dibutuhkan untuk sintesis protein mikroba rumen sekitar 3,57 mM.

Konsentrasi amonia pada semua perlakuan sudah memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan optimal mikrobia rumen kecuali pada perlakuan T1. Hal ini menunjukkan protein limbah sisa kobis merupakan jenis protein yang sulit dicerna oleh enzim mikroba rumen, sehingga menyebabkan rendahnya konsentrasi  $\text{NH}_3$  di dalam rumen pada T1 meskipun kandungan protein ransum tinggi.

Tabel 4. Rata-rata Konsentrasi VFA pada Sapi PO yang Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat

Parameter	Perlakuan				Signifikansi
	T0	T1	T2	T3	
$\text{NH}_3$ (mM)	5,28 <sup>a</sup>	3,29 <sup>b</sup>	4,39 <sup>ab</sup>	4,10 <sup>ab</sup>	*
VFA Total (mM)	105,75 <sup>A</sup>	63,75 <sup>B</sup>	105,50 <sup>A</sup>	111,75 <sup>A</sup>	**
Konsentrasi VFA Parsial					
Asetat (mM)	13,08 <sup>C</sup>	17,20 <sup>B</sup>	12,98 <sup>C</sup>	34,36 <sup>A</sup>	**
Propionat (mM)	4,42 <sup>B</sup>	13,06 <sup>A</sup>	4,11 <sup>B</sup>	13,44 <sup>A</sup>	**
Rasio A/P	2,96	1,32	3,16	2,56	
Butirat (mM)	4,14 <sup>B</sup>	4,83 <sup>B</sup>	4,55 <sup>B</sup>	8,55 <sup>A</sup>	**
Metan (mM)	7,51 <sup>B</sup>	7,75 <sup>B</sup>	7,74 <sup>B</sup>	18,10 <sup>A</sup>	**
EKH (%)	75,17 <sup>B</sup>	81,40 <sup>A</sup>	75,10 <sup>B</sup>	76,09 <sup>B</sup>	**

Keterangan : \*\*Superskrip yang berbeda dengan huruf kapital pada baris sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ )

\*Superskrip yang berbeda dengan menggunakan huruf kecil menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ).

EKH: efisiensi konversi heksosa menjadi VFA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi VFA total dalam cairan rumen antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 4). Produksi VFA total tertinggi diperoleh pada T0, T2, dan T3, yaitu sebesar 105,75; 105,50; dan 111,75. Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis (T1) menghasilkan VFA total yang lebih rendah dibandingkan penggunaan rumput (T0). Pemberian suplementasi Zn dan alginat pada ransum ternak sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis mampu menaikkan produksi VFA total hingga menghasilkan konsentrasi VFA total yang sama seperti penggunaan rumput (T0).

Konsentrasi VFA total pada semua perlakuan penelitian masih berada dalam kisaran normal untuk ruminansia, yaitu 30 sampai 130 Mm (France dan Siddons, 1993). Dalam penelitian ini VFA diukur dengan teknik penyulingan uap. Dengan cara tersebut bukan saja VFA yang akan menguap, tetapi juga asam organik lain. Antara lain asam-asam dikarboksilat anggota siklus kreb. Karena bergugus karboksil ganda, asam-asam tersebut walaupun jumlahnya sedikit dapat menghasilkan titar yang tinggi. Memberi kesan seolah-olah kadar VFA tinggi. Padahal asam-asam seperti alfa-keto glutarat dan asam suksinat tidak tergolong ke dalam VFA. Dengan demikian, kadar VFA total tinggi pada destilat penyulingan uap bukan seluruhnya berasal dari VFA. Pada perbandingan perolehan radio-karbon  $^{14}\text{C}$  VFA antara teknik khromatografi cairan-cairan, khromatografi gas-

cairan, dan penyulingan uap, teknik terakhir selalu menghasilkan  $^{14}\text{C}$  tertinggi yaitu dapat mencapai 120 % (Sutardi *et. al.*, 1979). Hasil penelitian Sutardi *et al.*(1979) menyebutkan kisaran VFA total sebesar 80-160 mM, sehingga hasil VFA yang tinggi pada penelitian ini masih menunjukkan kisaran yang normal.

Perlakuan T1 menunjukkan nilai VFA total terendah, hal tersebut dikarenakan jumlah bakteri yang rendah (Tabel 3) sehingga menyebabkan penurunan produksi VFA total pada rumen. Berdasarkan hasil VFA total pada T2 dan T3 yang lebih tinggi dibandingkan dengan T1, maka dapat dibuktikan bahwa suplementasi Zn dan suplementasi Zn + alginat dapat meningkatkan konsentrasi VFA total di dalam rumen, karena dengan perlakuan tersebut kinerja pencernaan di dalam rumen dapat diperbaiki.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi VFA parsial dalam cairan rumen antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ )(Tabel 4). Produksi asam asetat tertinggi diperoleh pada T3 yaitu sebesar 34,36 mM, produksi asam propionat tertinggi diperoleh pada T1 dan T3 yaitu sebesar 13,06 mM dan 13,44 mM, sedangkan produksi asam butirat tertinggi diperoleh pada T3 yaitu 8,55 mM.

Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis dalam pakan ternak sapi potong menghasilkan produksi asam asetat, propionat lebih tinggi dan menghasilkan asam butirat yang lebih rendah dibanding dengan penggunaan rumput (T0). Penggunaan suplementasi Zn dan alginat pada ransum ternak sapi potong yang

berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis dapat meningkatkan produksi asam asetat, propionat dan butirir jika dibandingkan dengan penggunaan rumput.

Konsentrasi asam asetat, propionat dan butirir tertinggi terjadi pada perlakuan dengan suplementasi Zn+alginat (T3). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian suplementasi Zn+alginat secara bersama-sama pada T3, mampu mengeliminasi Pb di dalam rumen sehingga suasana kondusif di dalam rumen terjaga yang berdampak pada produksi asam asetat, propionat dan butirir lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Adanya Pb dapat mengganggu suasana yang kondusif di dalam rumen (Sunaryadi, 2006). Dari ketiga parameter tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan T1 memiliki rasio konsentrasi asetat:propionat yang paling rendah sehingga menghasilkan EKH menjadi VFA yang paling tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Dengan menurunnya rasio asetat terhadap propionat dan meningkatkan efisiensi energi (Arelovich *et al.*, 2008).

#### **4.1.3. Kecernaan Nutrien dan Total Digestible Nutrient (TDN)**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kecernan PK, SK, LK dan BETN antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 5). Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis pada pakan ternak sapi potong menghasilkan PK, LK, BETN tercerna yang lebih tinggi dan SK tercerna yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0). Suplementasi Zn dan alginat pada ransum sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis tidak mampu memperbaiki kecernaan SK dan BETN di dalam saluran pencernaan,

namun demikian dapat memperbaiki pencernaan PK dan LK jika dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0).

Protein kasar dan BETN tercerna pada perlakuan T1 mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan perlakuan lain, hal tersebut dikarenakan jumlah protozoa yang juga meningkat pada perlakuan T1 jika dibandingkan dengan T0. Protozoa menggunakan bahan pakan yang banyak mengandung pati dan gula untuk pertumbuhannya (Sunaryadi, 2006). Hal ini terlihat pada perlakuan T2, yaitu pada populasi protozoa yang rendah dihasilkan BETN tercerna yang rendah pula.

Protein kasar (PK) tercerna pada perlakuan T2 tidak berbeda dibandingkan T1. Suplementasi Zn 35 mg/kg pada perlakuan T2 tidak dapat meningkatkan kemampuan ternak dalam mencerna nutrisi, hal tersebut tidak sesuai dengan hasil penelitian Hartati (1998) yang melaporkan bahwa pemberian suplementasi Zn 50 mg/kg menghasilkan pencernaan PK yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa suplementasi Zn yaitu 69,2 % vs 55,7 %. Hal ini disebabkan oleh jenis protein limbah pasar berupa sisa kobis yang sulit dicerna di dalam rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Tillman *et al*, (1982) yang menyatakan pencernaan PK di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh jenis protein dan kelarutannya.

Tabel 5. Rata-rata TDN Tercerna pada Sapi PO yang diberi Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat

Parameter	Perlakuan				Signifi- kansi
	T0	T1	T2	T3	
PK tercerna(%)	11,80 <sup>C</sup>	15,85 <sup>A</sup>	15,50 <sup>AB</sup>	15,05 <sup>B</sup>	**
SK tercerna(%)	34,57 <sup>A</sup>	24,77 <sup>D</sup>	29,30 <sup>C</sup>	30,40 <sup>B</sup>	**
LK tercerna(%)	1,57 <sup>B</sup>	2,42 <sup>A</sup>	2,25 <sup>A</sup>	2,17 <sup>A</sup>	**
BETN tercerna(%)	37,55 <sup>B</sup>	42,02 <sup>A</sup>	37,90 <sup>B</sup>	37,52 <sup>B</sup>	**
TDN (%)	87,45	88,08	87,76	87,85	ns

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ )

Kecernaan SK pada T1, T2 dan T3 lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibandingkan dengan perlakuan T0, hal tersebut dikarenakan jumlah populasi bakteri yang juga menurun pada T1, T2 dan T3. Bakteri berperan mencerna serat kasar di dalam rumen, sehingga semakin sedikit populasi bakteri akan menyebabkan penurunan kecernaan SK di dalam pakan.

Pada perlakuan pemberian pakan limbah pasar berupa sisa kobis baik T1, T2 dan T3 dalam penelitian ini tidak mampu meningkatkan jumlah TDN pakan ( $P > 0,05$ ) dibandingkan dengan perlakuan T0 (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa semua ransum perlakuan dapat dicerna dengan baik oleh enzim mikroba rumen maupun enzim pencernaan yang dihasilkan dalam usus. Hal ini dapat dilihat dari angka TDN yang tinggi pada semua perlakuan yaitu berkisar 87,44-88,18%.

#### 4.2. Efisiensi Penggunaan Energi

#### **4.2.1. Pemanfaatan energi pakan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi energi antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 6). Konsumsi energi tertinggi diperoleh pada T0 dan T2, yaitu sebesar 30179,00 dan 28825,39 Kcal/hari. Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan ternak sapi potong menghasilkan konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0). Suplementasi Zn dan alginat pada ransum sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis dapat memperbaiki konsumsi energi jika dibandingkan T1, namun konsumsi energi T3 tidak mampu menyamai konsumsi energi pada penggunaan rumput (T0).

Konsumsi energi terendah terjadi pada perlakuan pemberian pakan berupa limbah pasar berupa sisa kobis tanpa suplementasi (T1). Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan T1 memiliki konsumsi BK paling rendah. Data konsumsi BK pada perlakuan T1, T2, T3 dan T4 yaitu 7,34; 5,52; 5,72; dan 5,93 kg/hari (Priyanta, 2008). Pada perlakuan T2 dan T3 terjadi peningkatan konsumsi energi, hal tersebut menunjukkan dengan penambahan suplemen Zn dan alginat pada perlakuan T2 dan T3 dapat meningkatkan konsumsi akibat perbaikan kinerja pencernaan dalam rumen. Perbaikan kinerja pencernaan dalam rumen mengakibatkan laju digesta ke pasca rumen lebih cepat sehingga rumen cepat kosong dan konsumsi meningkat.

Tabel 6. Rata-rata Besarnya Energi Tercerna pada Sapi PO yang diberi Diberi Pakan Limbah Pasar Berupa Sisa Kobis dengan Suplementasi Zn dan Alginat

Parameter	Perlakuan				Signifi -kansi
	T0	T1	T2	T3	
Konsumsi energi (MJ /hari)	126,23 <sup>A</sup>	99,28 <sup>C</sup>	120,61 <sup>AB</sup>	105,46 <sup>BC</sup>	**
Energi feses (MJ /hari)	25,21	22,40	27,61	23,21	ns
Kecernaan energi (%)	79,15	77,42	77,51	77,53	ns
Energi tercerna (MJ /hari)	101,02 <sup>A</sup>	76,88 <sup>B</sup>	93,00 <sup>AB</sup>	82,24 <sup>AB</sup>	**
Metabolisme Energi (MJ/hari)	82,83 <sup>A</sup>	62,81 <sup>B</sup>	76,26 <sup>AB</sup>	67,44 <sup>AB</sup>	**
Efisiensi Energi (MJ/kg PBBH)	162,03 <sup>A</sup>	91,36 <sup>B</sup>	93,49 <sup>B</sup>	82,16 <sup>B</sup>	**

Keterangan : \*\*Superskrip yang berbeda pada baris sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

ns: Non signifikan/tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencernaan energi antar perlakuan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) (Tabel 6). Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis dalam pakan sapi potong menghasilkan pencernaan energi yang sama dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0). Suplementasi Zn dan alginat pada ransum sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis tidak mampu memperbaiki pencernaan energi. Hal tersebut memberikan arti bahwa limbah pasar berupa sisa kobis dan rumput memiliki pencernaan energi yang sama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi energi antar perlakuan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) (Tabel 6). Efisiensi terbaik diperoleh pada T1, T2 dan T3 yaitu sebesar 91,36; 93,49 dan 82,16 MJ/hari. Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan ternak sapi potong menghasilkan efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan rumput (T0). Suplementasi Zn dan alginat pada ransum sapi potong yang berbahan dasar limbah pasar berupa sisa kobis tidak dapat memperbaiki efisiensi energi jika dibandingkan T1.

Efisiensi energi terendah terjadi pada perlakuan pemberian pakan berupa rumput lapangan (T0). Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan T0 memiliki PBBH terendah. Perlakuan T0, T1, T2, dan T3 menghasilkan PBBH sebesar 0,52; 0,59; 0,84 dan 0,85 kg/hari (Priyanta, 2008). Dilihat dari efisiensi energi perlakuan T1 lebih tinggi dibandingkan T0. Hal tersebut disebabkan T1 memiliki PK, LK dan BETN tercerna lebih tinggi dibandingkan T0. Hasil energi termetabolis di dalam penelitian lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Umar (2007) yang menyatakan hasil energi termetabolis pada sapi PO yang diberi pakan rumput gajah dan konsentrat yaitu 55,55 MJ/hari.

Efisiensi energi perlakuan T2 dan T3 tidak berbeda jika dibandingkan dengan perlakuan T1. Meskipun suplementasi Zn dan alginat (T2 dan T3) menghasilkan rasio energi tercerna terhadap PBBH yang tidak berbeda dibandingkan tanpa suplementasi (T1) namun menghasilkan PBBH yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan penggunaan pakan limbah pasar berupa sisa kobis mempunyai efisiensi yang lebih baik dibanding dengan penggunaan

rumpun, namun pemberian mineral Zn dan alginat tidak mampu memperbaiki efisiensi energi jika dibandingkan dengan perlakuan T1.

Hal ini memberikan arti bahwa dengan suplementasi Zn dan alginat tidak berpengaruh terhadap efisiensi energi. Hal tersebut berbeda dengan Arelovich *et al.* (2008), yang melaporkan bahwa suplementasi Zn pada konsentrasi 250 ppm pada sapi akan meningkatkan efisiensi energi pada proses fermentasi di dalam rumen. Efisiensi energi pakan dipengaruhi oleh faktor genetik, umur, bobot badan, konsumsi pakan, palatabilitas pakan, suhu lingkungan (McDowell, 1972; Campbell dan Lasley, 1975; Nonaka *et al.*, 2001).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa suplementasi Zn dan alginat dapat memperbaiki kinerja pencernaan pada penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis sebagai pakan kasar pada sapi PO. Penggunaan limbah pasar berupa sisa kobis sebanyak 30% memiliki efisiensi penggunaan energi yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan rumput sebagai pakan kasar sapi PO, tetapi efisiensi penggunaan energi tidak terpengaruh oleh suplementasi Zn dan alginat tersebut. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka disarankan penggunaan limbah pasar berupa sisa sayuran kobis dapat digunakan dalam ransum sapi potong sebanyak 30% sebagai pengganti rumput tanpa menambahkan Zn dan alginat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandhy, L. P, Situmorang, P.W. Prihadini, D. W. Wijono dan A. Rasyid. 2001. Performans Reproduksi dan Pengelolaan Sapi Potong Induk pada Kondisi Peternakan Rakyat. Prosiding Seminar dan Ekspose Teknologi BPTP Jawa Timur, Malang. Bogor. 11-12 September 2001. Puslitbang Sosek Pertanian. Hal:91-100
- Anggadiredja, J.T., A. Zاتمika, H. Nurwoto dan S. Istini. 2006. Rumpun Laut. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Angka, S. L. dan M. T. Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Penerbit PKSPL Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Annison, E. F. 1965. Absorption from the Ruminant Stomach. In. R. W. Dougherty (editor). Physiology of Digestion in the Ruminant. Butterworths, Washington, D. C.
- Arelovich, H. M., F. N. Owens, G. W. Horn and J. A. Viccarra. 2008. Effect of supplementation of zinc and manganese on ruminal fermentation, forage intake, and digestion by cattle fed prairie hay and urea. J. Anim. Sci. **78**:2972-2979.
- Arifin, M. dan E. Riyanto. 2001. Produktivitas Induk Sapi Peranakan Ongole pada Peternakan Rakyat: Studi Kasus Di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Special Edition, (April 2001). 118-123.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh R. Muwarni)
- Ashes, J. R., B. D. Gulati, S. K. Cuthbertson and T. W. Scott. 1992. Incorporation of W-3 Fatty Acid Oil Tissue and Serum Lipids of Ruminants. Lipids. **27**:629-631.
- Asteria. 2008. Alih Fungsi Lahan Sawah Kritis. Inovasi Portal Berita, Jakarta.
- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis. 12<sup>th</sup>. Ed. Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D. C.

- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 1989. Surat Keputusan Direktorat Jendral Pengawas Obat dan Makanan. Batas Maksimal Cemaran Logam dalam Makanan, Jakarta. (tidak diterbitkan)
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. 2006. Jawa Tengah Dalam Angka 2006. BPS Jawa Tengah, Semarang.
- Bawono, N. A. 1991. Hubungan antara Umur, Bobot Badan dan Konsumsi Bahan Kering Pakan dengan Berat Jenis Susu Sapi Perah Peranakan Frisien Holstein. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.(Skripsi)
- Banerjee, G. C. 1978. A Textbook of Animal Nutrition. Oxford and OBH Publishing Co., New Delhi.
- Berdanier, C.D. 1998. Advanced Nutrition Microelement. CRC Press. New York, Washington, DC..
- Bernal, J., Juang-Ha Lee, L.C. Leanne. and P. Edard. 1997. Full reversal of  $Pb^{++}$  block of L-type  $Ca^{++}$  channels requires treatment with heavy metal antidotes. JPET. **282**: 172-180.
- Campbell, J.R. and J.F. Lasley. 1975. The Science of Animals that Serve Mankind. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Church, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol.1,2<sup>nd</sup> Ed. O and B Books, Corvalis, Oregon.
- Church, D.C. and W. G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. 3<sup>rd</sup> Ed. John Wiley and Son, New York.
- Cottrel, I. W. and P. Kovacs. 1980. Alginats. Mc Graw-Hill Book Co, New York.
- Departemen Pertanian. 2007. Pedoman Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi (P2SDS). Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Ensminger, M. E. 1987. Beef Cattle Science. The Interstate Printer and Publisher Inc, California.

- Franca, F. P., A. P. M. Tavares and A.C. Da Costa. 2001. Calcium interference with continuous biosorption of zinc by *Sargassum sp* (Phaeophyceae) in tubular laboratory reactors. *Bioresources Technology*. **83**:159-163.
- Fonty, G., K. N. Joblin and A. Brownlee. 1990. Contribution of an Aerobic Fungi to Rumen Functions. *The Rumen Ecosystem. The Microbial Metabolism and Its Regulation*. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.
- Forbes, J.M. and J. France. 1993. *Quantitive Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism*. C. A. B. International, London.
- France, J. and R. C. Siddons. 1993. Volatile Fatty Acid Production. J. M. Forbes and J. France. *Quantitive Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. C. A. B. International, London.
- Frandsen, R. D. 1996. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. 4<sup>th</sup> edition. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh B. Srigandono dan K. Praseno).
- Hartati, E. 1998. *Suplementasi Minyak Lemuru dan Seng ke dalam Ransum yang Mengandung Silase Pod Kakao dan Urea untuk Memacu Pertumbuhan Sapi Holstein Jantan*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Disertasi)
- Hungate, R. E. 1966. *The Rumen and its Microbes*. Academy Press, New York.
- Irawati, D.A. 1999. *Kinerja Sapi Peranakan Ongole yang Digembalakan Di Tempat Pembuangan Akhir Mojosongo Surakarta*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Tesis)
- Jasmal, A. S. 2006. *Meningkatkan Populasi Sapi Sulawesi Selatan*. Fakultas Peternakan UNHAS, Makassar.(Laporan Penelitian).
- Kadi, A dan W.S. Atmadja. 1998. *Rumput Laut (Algae): Reproduksi, Produksi, Budidaya, dan Pasca panen*. Puslitbang Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Kamal, M. 1994. *Nutrisi Ternak 1*. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Kurihara, M., M. Shibata, T. Nishida, A. Purnomoadi and F. Terada. 1997. Methane Production and Its Dietary Manipulation in Ruminants. In: Rumen Microbes and Digestive Physiology in Ruminants. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo. P: 199-208.
- Kurihara, M., S. Kume, T. Aii, S. Takahashi, M. Shibata and T. Nishida. 1995. Feeding method for dairy cattle to cope with global warming-technical assesment based on energy metabolism. The Bulletin of Kyushu National Agricultural Experiment Station. **29**:21-107.
- Little, D.A. 1986. The Mineral Content of Ruminant Feeds and Potential for Mineral Supplementation in South-East Asia with Particular Reference to Indonesia. In: R. M. Dixon, Ed. Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residues. IDP, Canberra.
- Madsen, J. And T. Hvelplund. 1985. Protein degradation in rumen: A comparasion between in vivo, nylon bag, in vitro and buffer measurement. Acta Agric. Scand. Suppl. **25**:103.
- McDowell, R.E. 1992. Mineral in Animal and Human Nutrition. Academic Press, London.
- McDowell, R. E. 1972. Improvement of Livestock Production in Warm Climates. W. H. Freeman and Company, San Fransisco.
- Muktiani, A., F. Wahyono, dan Sutrisno. 2004. Probiotik Bermineral untuk Memacu Pertumbuhan dan Meningkatkan Produksi Susu Serta Kesehatan Sapi Perah. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Laporan Penelitian).
- Muktiani, A., J. Achmadi, dan B.I.M. Tampubolon. 2005. Teknologi Pengolahan Sampah sebagai Pakan Ruminansia serta Upaya Detoksifikasi Logam Berat melalui suplementasi Alginat dan Mineral Organik. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Laporan Penelitian).
- National Research Council (NRC). 1994. Nutrient Requirement of Beef Cattle. National Academy Press, Washington DC.

- National Research Council (NRC). 1988. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Six<sup>th</sup> revised Ed. : National Academy Press, Washington DC.
- Nonaka, I., F. Itoh, A. Purnomoadi, K. Higuchi, O. Enishi, F. Terada dan Y. Obara. 2001. Energy metabolism in lactating cows treated with recombinant bovine somatotropin under high environmental temperature. In : A. Chwalibong and K. Jakobsen (Ed). Energy Metabolism in Animals. EAAP Publications, No 103, Snekkersten.
- Ogimoto, K. and S. Imai. 1981. Atlas of rumen microbiology. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo. 231 p
- Ørskov, E. R. and M. Ryle. 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier Science Publishers Ltd., London.
- Preston, T. R., and R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in The Tropics and Subtropics. Penambul Books Ltd., Armidale NSW.
- Priyanta, S. 2008. Upaya Peningkatan Efisiensi Pakan Sapi Peranakan Ongole melalui Suplementasi Mineral dan Alginat pada Ransum Berbahan Limbah Kobis. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi)
- Russell, J. B. and . G. Bruckner. 1991. Microbial Ecology of the Normal Animal Intestinal Tract. In: J.B. Woolcock (Ed). Mycrobiology of animals and Animal Products. Elsevier, New York.
- Russell, J. B. and R. B. Hespell. 1981. Microbial Rumen Fermentation. J. Dairy Sci. **64**:1153-1161
- Sajimin, B., Prawiradiputra, E. Sutedi, dan Lugiwo. 2001. Pengaruh Interval Potong Terhadap Produksi Hijauan Beberapa Kultivar. Dalam: Prosiding Seminar dan Ekspose Teknologi BPTP Jawa Timur, Malang. Bogor. 11-12 September 2001. Puslitbang Sosek Pertanian. Hal:143-151
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production *in vitro*. Brit J. Nutr. **32**:199-208

- Sunaryadi. 2006. Peredaman Toksisitas Timbal (Pb) dan Stimulasi Kinerja Produksi Ternak Ruminansia dengan Suplemen Mineral Proteinat dan Khitosan serta Ekstrak Rumput Laut Coklat. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Disertasi).
- Susetyo, Kismono dan B. Soewardi. 1969. Hijauan Makanan Ternak. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sutardi, T. 1981. Sapi Perah dan Pemberian Makanannya. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi Departemen Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan, IPB, Bogor.
- Sutardi, T., N. A. Sigit, dan T. Toharmat. 1979. Standarisasi Mutu Protein Bahan Makanan Ruminansia Berdasarkan Parameter Metabolismenya oleh Mikroba Rumen. Direktorat Pembinaan, dan Pengabsian pada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. ITB, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan Protein Bahan Makanan terhadap Degradasi oleh Mikrobia Rumen dan Manfaatnya Bagi Peningkatan Produktivitas Ternak. LPP IPB, Bogor.
- Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi. Bahan Penataran Kursus Peternakan Sapi Perah di Kayu Ambon. Direktorat Jenderal Peternakan. Lembang, Bogor.
- Sunaryadi. 2006. Peredaman toksisitas Timbal (Pb) dan Stimulasi Kinerja Produksi Ternak Ruminansia dengan Suplemen Mineral Proteinat dan Khitosan serta Ekstrak Rumput Laut Coklat. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Disertasi Doktor).
- Suryahadi. 1990. Penuntun Praktikum Ilmu Nutrisi Ruminansia. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. IPB, Bogor.
- Tillman, A.D, Hartadi. H, Reksohadiprodjo. S, Prawirokusumo. S, Lebdoesoekojo. S. 1982. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Umar, M. 2007. Pemanfaatan Energi Pakan Pada Sapi Madura dan Peranakan Ongole dengan Pakan Intensif. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Tesis)
- Umiyasih, U., Y. N. Anggraenny dan N. H. Krishna. 2007. Strategi Pakan Murah untuk Pembesaran Sapi PO: Respon Sapi PO Jantan Muda Terhadap Ransum yang Mengandung Tongkol Jagung Fermentasi. Dalam: Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 21-22 Agustus 2007. Puslitbang Peternakan, Bogor. Hal 46-50.
- Van Soest. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Ruminant Metabolism, Nutritional Strategis, the Celulolytic Fermentation and The Chemistry of Forages and Plant Fiber. O and B. Books Inc., Oregon.
- Yokohama, I., J. D. Kmet, and P. Siroka. 1994. Influence of diet and yeast supplement on in vitro ruminal characteristic. *Animal Feed Science and Technology*. **49**:211-221.

Lampiran 1. Kandungan dan Komposisi Nutrien Ransum Penelitian

Kandungan Bahan Pakan Ransum Penelitian dalam 100% Bahan Kering

Bahan Pakan	TDN	Abu	PK	LK	SK	BETN	Ca	P
Rumpul Lapang	50,38	12,25	10,26	2,41	38,12	36,96	0,36	0,23
Limbah Sayur Pasar	57,16	12,48	23,87	1,47	22,62	39,55	0,46	0,36
Jagung	87,09	2,19	10,8	4,28	2,53	80,20	0,23	0,41
Onggok	72,21	2,4	1,87	0,32	9,60	85,81	0,15	0,31
Dedak	58,96	16,9	8,36	3,97	28,90	41,87	0,28	1,69
B.Kelapa	82,82	7,3	21,3	10,9	14,00	46,50	0,22	0,66
B.Kapuk	59,62	7,54	29,6	7,58	30,00	25,28	0,0	0,00
Urea	0,00	0,00	2,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineral	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	18,90
Minyak	225,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Keterangan: Hasil analisis proksimat Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro 2007.

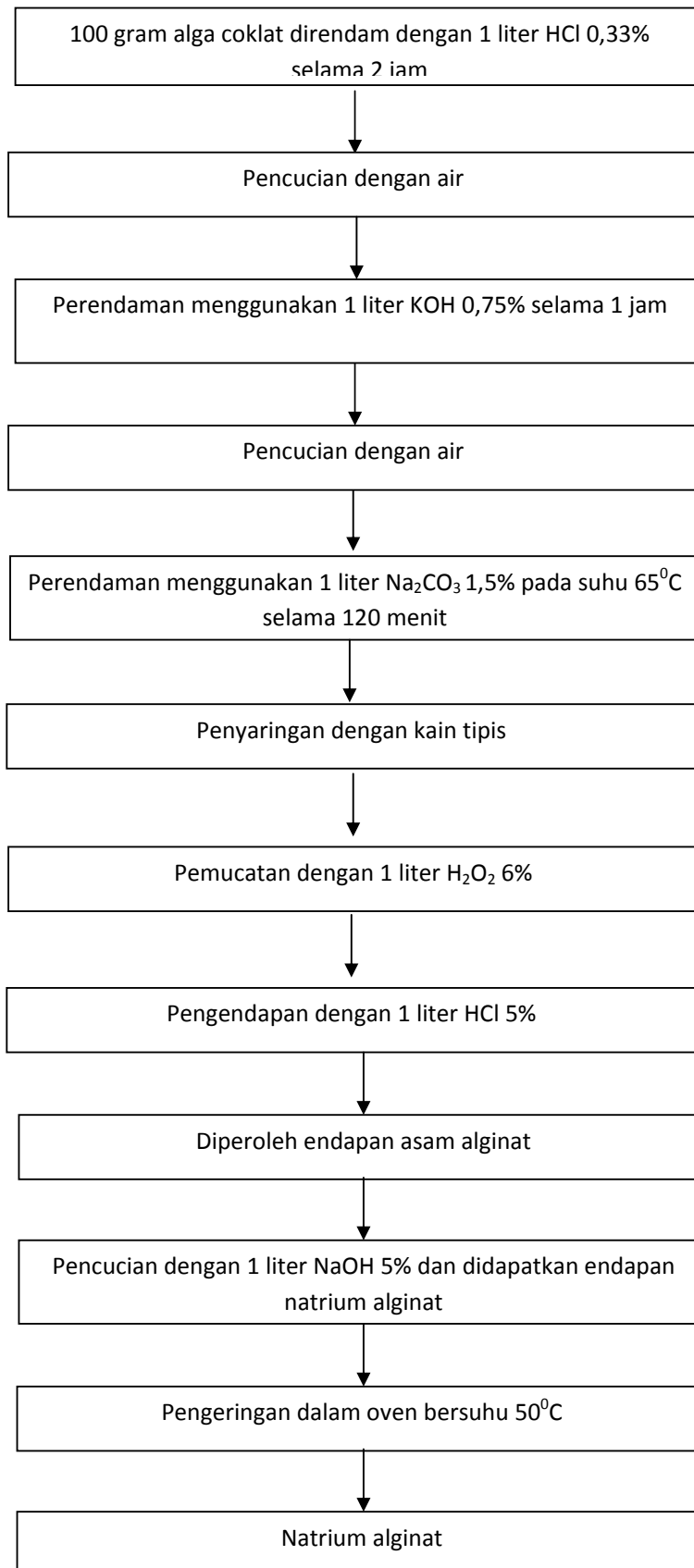
Komposisi Nutrien Ransum Imbangan: Limbah Sayur Pasar = 60:0

Bahan pakan	Komposisi	TDN	Abu	PK	LK	SK	BETN	Ca	P
	si						N		
		.....%							
R.Lapangan	60	30,22	7,348	6,158	1,446	22,87	22,17	0,21	0,13
L. Kobis	0	9	0	0	0	3	5	6	8
		0				0	0	0	0
<b>Total Hijauan</b>	<b>60</b>	<b>30,22</b>	<b>7,348</b>	<b>6,158</b>	<b>1,446</b>	<b>22,87</b>	<b>22,17</b>	<b>0,21</b>	<b>0,13</b>
		<b>9</b>				<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
Jagung	4,00	3,504	0,088	0,432	0,168	0,104	3,208	0,00	0,01
Onggok	11,20	8,725	0,269	0,213	0,034	1,075	9,610	9	6
Dedak	9,60	5,251	1,623	0,806	0,384	2,774	4,022	0,01	0,03
B. Kelapa	9,60	7,632	0,701	2,045	1,046	1,344	4,464	7	5

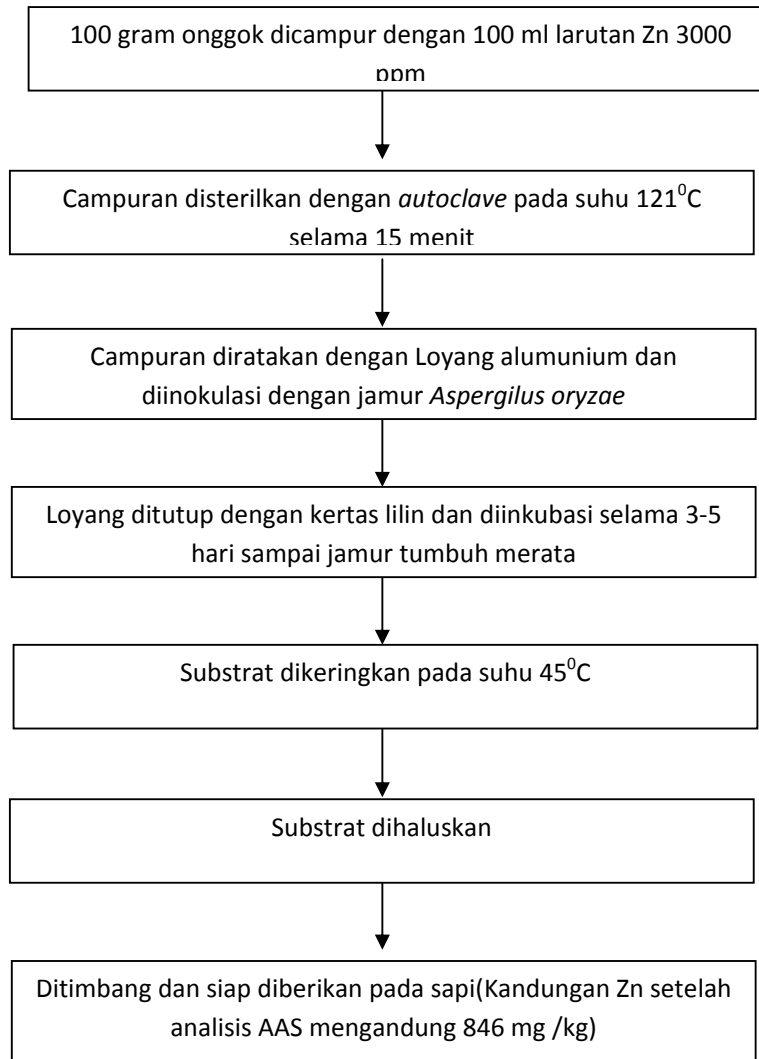


								-	-
								0,10	0,07
								8	6
								-	-
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>28,96</b>	<b>3,378</b>	<b>6,932</b>	<b>2,34</b>	<b>6,497</b>	<b>22,31</b>	<b>0,18</b>	<b>0,35</b>
<b>Konsentrat</b>		<b>4</b>						<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Total Ransum</b>	<b>100,00</b>	<b>61,22</b>	<b>10,79</b>	<b>17,17</b>	<b>3,505</b>	<b>24,72</b>	<b>45,26</b>	<b>0,42</b>	<b>0,52</b>
		<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>			<b>1</b>	<b>8</b>	<b>9</b>

## Lampiran 2. Proses Pembuatan Alginat



### Lampiran 3. Proses Pembuatan Mineral Zn



Lampiran 4. Data dan Analisis Ragam Populasi Bakteri dan Protozoa

No	Perlakuan	Populasi Bakteri( $10^8$ /ml)	Populasi Protozoa( $10^5$ /ml)
1	T1U1	2,6	1,38
2	T1U2	2,7	1,41
3	T1U3	3,0	1,04
4	T1U4	2,7	0,99
5	T2U1	1,1	1,56
6	T2U2	1,0	1,64
7	T2U3	1,2	1,42
8	T2U4	1,2	1,68
9	T3U1	1,5	0,66
10	T3U2	1,3	0,67
11	T3U3	1,7	0,49
12	T3U4	1,6	0,66
13	T4U1	1,7	3,77
14	T4U2	1,8	3,90
15	T4U3	2,3	3,60
16	T4U4	2,2	3,83

Analisis Ragam Populasi Bakteri Rumen ( $10^8 \text{ ml}^{-1}$ )

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	0,33	0,11	135,12	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	5,85	1,95				
GALAT	9	0,13	0,01				
TOTAL	15	6,32					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,98	6,49	0,12	1,85

Analisis Ragam Populasi Protozoa Rumen (  $\mu$ l)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	2542,86	847,62	107,65	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	236675,73	78891,91				
GALAT	9	6595,55	732,84				
TOTAL	15	245814,15					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,97	15,45	27,07	175,25

Lampiran 5. Data dan Analisis Ragam Konsentrasi NH<sub>3</sub>, VFA Total dan VFA Parsial (mM)

No	Perlakuan	NH <sub>3</sub>	VFA Total	Asetat	Propionat	Butirat
1	T1U1	5,610	61	12,708	5,449	4,876
2	T1U2	3,905	73	14,365	5,448	5,143
3	T1U3	5,335	165	12,271	3,335	3,266
4	T1U4	6,270	124	12,964	3,433	3,284
5	T2U1	3,393	70	16,955	13,849	4,788
6	T2U2	3,349	59	17,621	12,918	5,281
7	T2U3	4,015	65	17,554	13,093	4,827
8	T2U4	2,420	61	16,665	12,387	4,415
9	T3U1	4,730	96	11,690	5,341	4,242
10	T3U2	3,795	86	14,559	3,570	5,402
11	T3U3	4,607	110	12,924	3,989	4,432
12	T3U4	4,429	130	12,770	3,563	4,127
13	T4U1	3,410	76	35,986	14,440	9,110
14	T4U2	4,455	112	33,076	13,284	8,666
15	T4U3	4,374	115	34,303	13,339	8,446
16	T4U4	4,148	144	34,072	12,705	7,987

Analisis Ragam Konsentrasi NH<sub>3</sub> Rumen (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	1,02	0,34	4,25	3,86	8,99	0,05
PERLAKUAN	3	8,07	2,69				
GALAT	9	4,45	0,49				
TOTAL	15	13,54					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,67	18,82	0,79	4,23

Analisis Ragam Konsentrasi VFA Total Rumen (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	5028,19	1676,06	3,28	3,86	8,99	0,0725
PERLAKUAN	3	5886,19	1962,06				
GALAT	9	5381,06	597,89				
TOTAL	15	16295,44					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,67	25,29	24,45	96,69

Analisis Ragam Konsentrasi Asam Asetat (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	1,43	0,48	362,35	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	1238,99	413,00				
GALAT	9	10,26	1,14				
TOTAL	15	1250,68					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,99	5,50	1,07	19,40

Analisis Ragam Konsentrasi Asam Propionat (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	6,68	2,23	407,39	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	323,46	107,82				
GALAT	9	2,38	0,26				
TOTAL	15	332,52					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,99	5,87	0,51	8,76

Analisis Ragam Konsentrasi Asam Butirat (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	3,27	1,09	82,29	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	50,04	16,68				
GALAT	9	1,82	0,20				
TOTAL	15	55,14					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,97	8,16	0,45	5,52

Lampiran 6. Data dan Analisis Ragam EKH, Produksi Metan

No	Perlakuan	EKH(%)	Metan(mM)
1	T1U1	76,90	7,43
2	T1U2	76,11	8,39
3	T1U3	73,94	6,93
4	T1U4	73,74	7,27
5	T2U1	82,07	7,41
6	T2U2	81,03	8,22
7	T2U3	81,25	7,92
8	T2U4	81,25	7,44
9	T3U1	77,29	6,63
10	T3U2	73,90	9,09
11	T3U3	74,91	7,68
12	T3U4	74,32	7,56
13	T4U1	76,28	18,94
14	T4U2	76,30	17,55
15	T4U3	76,05	18,04
16	T4U4	75,74	17,85

Analisis Ragam Efisiensi Konversi Heksosa menjadi VFA (%)

	SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
						5%	1%	
KELOMPOK	3		8,2401500	2,7467167	47,07	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3		108,4044500	36,1348167				
GALAT	9		6,9097000	0,7677444				
TOTAL	15		123,5543000					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,944076	1,138786	0,876210	76,94250

Analisis Ragam Produksi Metan (mM)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	1,5848188	0,5282729	116,75	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	326,5589688	108,8529896				
GALAT	9	4,2160563	0,4684507				
TOTAL	15	332,3598438					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,987315	6,663190	0,684435	10,27188

Lampiran 7. Data dan Analisis Ragam Kecernaan PK, LK, SK, BETN dan TDN(%)

No	Perlakuan	PK	LK	SK	BETN	TDN
1	T1U1	11,5	1,5	34,5	37,2	86,56
2	T1U2	11,5	1,4	34,5	37,4	86,55
3	T1U3	12,1	1,7	34,6	37,8	88,31
4	T1U4	12,1	1,7	34,7	37,8	88,34
5	T2U1	15,9	2,5	24,8	41,6	88,01
6	T2U2	15,7	2,5	24,0	42,8	88,12
7	T2U3	15,8	2,4	26,6	40,4	88,35
8	T2U4	16,0	2,3	23,7	43,3	88,24
9	T3U1	15,8	2,4	29,5	38,6	89,45
10	T3U2	15,8	2,4	28,9	39,2	89,42
11	T3U3	15,2	2,1	29,3	37,1	86,26
12	T3U4	15,2	2,1	29,5	36,7	86,27
13	T4U1	15,0	2,0	30,4	37,6	87,58
14	T4U2	15,0	2,0	30,5	37,5	87,53
15	T4U3	15,1	2,3	30,4	37,5	88,20
16	T4U4	15,2	2,4	30,3	37,5	88,31

Analisis Ragam Kecernaan PK (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	0,02	0,0067	164,29	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	41,62	13,8700				
GALAT	9	0,76	0,0844				
TOTAL	15	42,40					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,98	1,20	0,29	14,55

Analisis Ragam Kecernaan LK (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	0,0069	0,0023	16,07	3,86	8,99	0,0006
PERLAKUAN	3	1,6369	0,5456				
GALAT	9	0,3056	0,0339				
TOTAL	15	1,9494					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,84	8,74	0,18	2,11

Analisis Ragam Kecernaan SK (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	1,37	0,46	145,88	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	194,62	64,87				
GALAT	9	4,00	0,44				
TOTAL	15	199,99					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,98	2,24	0,67	29,76

Analisis Ragam Kecernaan BETN (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	2,13	0,71	23,18	3,86	8,99	0,0001
PERLAKUAN	3	57,55	19,18				
GALAT	9	7,45	0,83				
TOTAL	15	67,13					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,89	2,35	0,91	38,75

Analisis Ragam TDN (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	1,1195	0,373158	0,0100	3,86	8,99	0,998
PERLAKUAN	3	0,0555	0,018492				
GALAT	9	13,6896	1,521069				
TOTAL	15	14,8646					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,08	1,40	1,23	87,84

Lampiran 8. Data dan Analisis Ragam Konsumsi Energi, Energi Feses, Energi Tercerna, Energi Termetabolis (MJ/hari), Efisiensi Energi (MJ/kg PBBH) dan Kecernaan Energi (%)

N o	Perlakuan	Konsumsi Energi	Energi Feses	Energi Tercerna	EM	Efisiensi	Kecernaan Energi
1	T1U1	97,44	24,20	73,23	60,05	101,78	75,16
2	T1U2	97,42	24,29	73,13	59,97	166,58	75,07
3	T1U3	155,03	26,43	128,60	105,45	206,77	82,95
4	T1U4	155,01	25,91	129,10	105,86	173,00	83,28
5	T2U1	88,30	20,04	68,26	55,97	62,89	77,31
6	T2U2	88,32	20,09	68,22	55,00	94,00	77,25
7	T2U3	110,24	24,63	85,60	70,19	87,74	77,65
8	T2U4	110,26	24,82	85,44	70,06	120,79	77,49
9	T3U1	108,92	20,14	88,78	72,80	84,65	81,51
10	T3U2	108,94	19,92	89,03	73,00	71,57	81,72
11	T3U3	132,27	35,17	97,10	79,62	120,64	73,41
12	T3U4	132,29	35,20	97,09	79,61	97,09	73,39
13	T4U1	85,81	21,42	64,39	52,80	55,00	75,04
14	T4U2	85,82	21,46	64,36	52,77	56,14	74,99
15	T4U3	125,09	25,01	100,06	82,07	107,98	80,01
16	T4U4	125,11	24,95	100,16	82,13	109,51	80,06

Ragam Konsumsi Energi (MJ/hari)

	SK	db	JK	KT	F.Tabel		P
					F.hit		
KELOMPOK	3	5052,722119	1684,240706	6,88	3,86	8,99	0,0105
PERLAKUAN	3	1911,270369	637,090123				
GALAT	9	833,784756	92,642751				
TOTAL	15	7797,777244					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,893074	8,525955	9,625110	112,8919

Analisis Ragam Energi Feses (MJ/hari)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	159,7860000	53,2620000	1,80	3,86	8,99	0,2171
PERLAKUAN	3	64,8325500	21,6108500				
GALAT	9	108,0266500	12,0029611				
TOTAL	15	332,6452000					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,675250	14,08059	3,464529	24,60500

Analisis Ragam Energi Tercerna (MJ/hari)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	3414.965319	1138.321773	3,17	3,86	8,99	0,0781
PERLAKUAN	3	1403.479819	467.826606				
GALAT	9	1327.028656	147.447628				
TOTAL	15	6145.473794					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0.784064	13,75	12.14280	88.28438

Analisis Ragam Energi Termetabolis (MJ/hari)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	2319,255219	773,085073	3,26	3,86	8,99	0,0733
PERLAKUAN	3	961,363869	320,454623				
GALAT	9	883,589306	98,176590				
TOTAL	15	4164,208394					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,787813	13,69807	9,908410	72,33438

Analisis Ragam Kecernaan Energi (%)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	6,49	2,16	0,16	3,86	8,99	0,92
PERLAKUAN	3	7,98	2,66				
GALAT	9	150,37	16,71				
TOTAL	15	164,85					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,09	5,25	4,09	77,89

Analisis Ragam Efisiensi Energi (MJ/kg PBBH)

SK	db	JK	KT	F.hit	F.Tabel		P
					5%	1%	
KELOMPOK	3	7789,84782	2596,61594	12,80	3,86	8,99	0,0013
PERLAKUAN	3	16291,25212	5430,41737				
GALAT	9	3817,78071	424,19786				
TOTAL	15	6145.473794					

R-Square	CV	Akar Tengah Kuadrat	Rata-rata
0,863156	19,20233	20,59606	107,2581

## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Semarang pada tanggal 28 Juli 1983, putri kedua dari Bapak Suyoto dengan Ibu Siswati. Pendidikan Sekolah Dasar di SDN Ngesrep 02 dan tamat pada tahun 1995, sekolah pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 21 dan tamat pada tahun 1998 serta pendidikan menengah atas di SMA Negeri 4 diselesaikan pada tahun 2001 pada jurusan IPA, kesemuanya di kota Semarang.

Tahun 2001 melanjutkan pendidikan di Universitas Diponegoro Semarang pada Fakultas Peternakan. Terdaftar sebagai Mahasiswa D-III Manajemen Usaha Peternakan dan lulus pada tanggal 15 Juni 2004, dengan Judul Tugas Akhir: Manajemen Pengolahan Susu Pasteurisasi di Pemerahan Susu “Moeria” Aspek Sanitasi. Penulis pada tanggal 15 Agustus 2006 memperoleh gelar Sarjana setelah mempertahankan skripsi yang berjudul "Karakteristik Fotosintesis Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan Tingkat Substitusi Pupuk Organik Eceng Gondok Terhadap Urea”.

Sejak tahun 2006 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Ternak, Pascasarjana Universitas Diponegoro dan pada tanggal 2 April-30 September menempuh kuliah (Summer Course) di Fakultas George of August, Goettingen-German. Penulis pada tanggal 4 Mei 2009 mempertahankan Tesis dengan judul “Pengaruh Pemberian Suplemen Zn dan Alginat Terhadap Efisiensi Penggunaan Energi pada Sapi Peranakan Ongole (PO) yang Diberi Pakan Limbah Pasar”.