



**KELARUTAN MINERAL Ca DAN Zn HASIL SAMPING
AGROINDUSTRI PADA RUMEN KAMBING JAWARANDU SECARA
IN SACCO**

**(In Sacco Minerals Solubility of Ca and Zn Agroindustry byproducts in
Jawarandu Goat Rumens)**

A. T. Suhada, E. Pangestu dan L. K. Nuswantara
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRACT

This study aims to determine the solubility of minerals Ca and Zn from agroindustry byproducts in feed soluble minerals (a), the potentially degradation fraction of the feed mineral (b), the rate of mineral fraction b (c), and the *in sacco* availability of minerals (DT). The material used is 3 rumen fistulated goats Jawarandu aged 12-18 months. Feed by sugarcane shoot, bagasse, corncob, peanut skins and elephant grass. Experimental design used in this research is Completely Randomized design (CRD), the influence of feed between treatments followed by *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) at 5% level. The results of mineral solubility of Ca and Zn in fractions a, b, c and DT showed a significant effect ($p < 0.05$) between the feed material. Solubility of Ca and Zn mineral feed is influenced by the distribution of Ca and Zn in cell contents and cell walls (NDF) and the characteristics of the fiber.

Key words: Mineral Solubility, Calcium, Zinc, *In Sacco*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelarutan mineral Ca dan Zn hasil samping agroindustri pada mineral pakan yang mudah larut (a), fraksi mineral pakan potensial terdegradasi (b), laju mineral dari fraksi b (c), dan ketersediaan mineral (DT) secara *in sacco*. Materi yang digunakan adalah 3 kambing jantan Jawarandu umur 12-18 bulan yang berfistula pada bagian rumennya. Bahan pakan yang diujikan yaitu pucuk tebu, bagase, janggal jagung, kulit kacang tanah dan rumput gajah. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), adanya pengaruh antar perlakuan pakan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian kelarutan mineral Ca dan Zn pada fraksi a, b, c dan DT menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) antar bahan pakan. Kelarutan mineral Ca dan Zn bahan pakan penelitian dipengaruhi oleh distribusi mineral Ca dan Zn pada isi sel dan dinding sel (NDF) serta karakteristik serat.

Kata kunci : Kelarutan Mineral, Kalsium, Zink, *In Sacco*.

PENDAHULUAN

Terbatasnya ketersediaan hijauan standar konvensional seperti rumput gajah (*Pennisentum purpureum*) menyebabkan lebih banyak pemanfaatan pakan berserat yang berasal dari hasil samping agroindustri. Oleh karena itu, sistem usaha ternak ruminansia di daerah yang ketersediaan hijauannya terbatas harus berintegrasi dengan sistem pertanian yang ada sebagai sumber pakan yang memadai (Pangestu, 2003).

Pemanfaatan hasil samping agroindustri sebagai pakan ternak ruminansia masih terkendala pada tingkat kelarutan mineral bahan pakan yang rendah di dalam rumen (Serra *et al.*, 1996). Ibrahim *et al.*, (1998) menjelaskan bahwa kandungan mineral dalam bahan pakan di daerah tropis umumnya rendah dan ketersediaan untuk induk semang belum banyak diketahui. Kelarutan mineral yang rendah dalam bahan pakan hasil samping agroindustri, disebabkan sering dijumpai berikatan dengan serat. Serat kasar yang terkandung dalam limbah agroindustri tersebut sulit untuk dicerna oleh ruminansia dibandingkan dengan serat kasar pada rumput gajah. Bahan pakan hasil samping agroindustri merupakan tanaman tua yang telah mengalami lignifikasi, menyebabkan terjadinya ikatan kompleks antara lignin, selulosa dan hemiselulosa (Eun *et al.*, 2006).

Ternak yang mendapat pakan dengan kandungan dan ketersediaan mineral rendah akan mengalami defisiensi mineral dan ketidakseimbangan antar mineral. Defisiensi mineral selain mengganggu proses metabolisme pada jaringan ternak, juga dapat mengganggu aktivitas mikrobia rumen dalam mendegradasi serat pakan karena mineral merupakan nutrisi esensial bagi pertumbuhan dan perkembangan mikrobia rumen. Mikrobia rumen mendapatkan mineral dari mineral pakan yang larut atau mudah tersedia di dalam rumen. Oleh karena itu, kelarutan mineral bahan pakan perlu dievaluasi agar upaya pemenuhan nutrisi bagi ternak ruminansia dapat lebih efektif dan peningkatan produksi ternak dapat lebih optimal.

Kelarutan mineral dan degradasi bahan pakan dapat dihitung dengan menggunakan metode *in vitro*, *in vivo* dan *in sacco* (Ibrahim *et al.*, 1998; Harfiah, 2005). Metode *in sacco* dapat digunakan untuk menentukan tingkat dan laju kelarutan mineral atau degradasi bahan pakan di dalam rumen. Metode *in sacco* lebih sering digunakan karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu kemampuan degradasi cepat diketahui, sederhana, pakan secara langsung diinkubasi dalam lingkungan rumen ternak serta dapat mengevaluasi bahan pakan lebih dari satu dalam waktu yang bersamaan (Ørskov, 1979). Hasil evaluasi degradasi *in sacco* dipengaruhi oleh karakteristik degradasi bahan pakan meliputi: fraksi pakan mudah larut (fraksi a), fraksi pakan potensial terdegradasi (fraksi b), dan laju degradasi fraksi b (nilai c).

Komponen penyusun isi sel merupakan komponen yang mudah dicerna dan mudah larut seperti pati, protein, lemak, dan mineral mudah larut (Van Soest, 1994). Fraksi potensial terdegradasi (b), terdiri atas komponen dengan tingkat degradasi lambat dan merupakan bagian dari dinding sel. Penyusun utama dinding sel adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Ginting, 2005). Van Soest (1994) menjelaskan bahwa komponen dinding sel (NDF) terbagi menjadi dua fraksi yaitu fraksi mudah didegradasi terdiri atas hemiselulosa dan fraksi sulit didegradasi terdiri atas ikatan lignin-selulosa, lignin, dan silika. Nilai c merupakan laju degradasi dari fraksi b. Variasi nilai c dipengaruhi oleh fraksi potensial terdegradasi (a+b) yang merupakan komponen dinding sel, jadi semakin tinggi nilai c maka komponen serat yang terkandung dalam bahan pakan lebih mudah didegradasi dan dimanfaatkan oleh mikrobia rumen. Tyler dan Ensminger (2006) menyatakan bahwa apabila kebutuhan mikrobia terpenuhi untuk berkembang dan tercipta kondisi rumen yang kondusif maka populasi dan jumlah mikrobia optimal sehingga mempercepat laju degradasi komponen pakan. Pamungkas dan Utomo (2008), menyatakan bahwa nilai DT ditentukan berdasarkan nilai fraksi a (mudah larut), fraksi b (potensial degradasi), nilai c (laju degradasi fraksi b) dan laju aliran pakan keluar dari rumen.

Penelitian bertujuan untuk mengkaji kelarutan mineral Ca dan Zn hasil samping agroindustri dan rumput gajah sebagai kontrol yang dilihat dari nilai

fraksi a, b, nilai c dan DT secara *in sacco*. Penelitian diharapkan dapat memberikan data dasar mengenai kelarutan mineral Ca dan Zn pada fraksi a, b, nilai c, dan DT yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui ketersediaan mineral bahan pakan yang mampu dimanfaatkan oleh mikrobia rumen dan induk inang.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2011 – Januari 2012 di kandang percobaan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang. Analisis dilakukan di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Laboratorium Biokimia Nutrisi Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah 3 kambing jantan Jawarandu umur 12-18 bulan yang berfistula pada bagian rumennya sebagai ulangan, serta 5 perlakuan yaitu bahan pakan hasil samping agroindustri (pucuk tebu, bagase, janggal jagung, kulit kacang tanah) dan rumput gajah sebagai hijauan standar. Konsentrat yang dikonsumsi sehari-hari yaitu (kandungan PK 12% dan TDN 61%) dan rumput gajah (RG). Perbandingan konsentrat dan RG yaitu 30:70%. Peralatan analisis yang diperlukan yaitu seperangkat peralatan analisis proksimat dan mineral Ca dan Zn.

Metode Penelitian

Metode *in sacco* digunakan untuk mengetahui degradasi pakan dalam rumen. Bahan pakan yang akan diuji digiling dan lolos pada diameter lubang saringan 2 mm sehingga diperoleh sampel yang sesuai dengan ukuran partikel didalam rumen. Sampel awal dilakukan analisis proksimat, NDF serta mineral (Ca dan Zn). Kantong nilon dioven (70⁰ C) selama 1 jam kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang. Sampel

ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam kantong nilon yang sudah diisi kelereng dan diikat supaya tidak tumpah, kemudian diinkubasikan dalam rumen. Waktu inkubasi yang digunakan adalah 0, 3, 6, 12, 24, 48 dan 72 jam. kantong nilon diambil dari rumen sesuai waktu inkubasi dan segera dicuci dengan aquades yang mengalir hingga jernih. Kantong selanjutnya ditiriskan, setelah tiris kemudian dimasukkan ke dalam oven (70⁰ C) selama 48 jam. Kantong dan sisa sampel diambil dan didiamkan selama 15 menit di dalam eksikator, kemudian dilakukan penimbangan berat kantong dan sampel residu. Berat residu diperoleh dari pengurangan berat kantong dan sampel residu terhadap berat kantong awal. Sampel residu selanjutnya dianalisis mineral Ca dan Zn untuk mengetahui persentase kelarutan mineral dari masing-masing bahan pakan. Persen kehilangan dihitung dengan rumus:

$$\% \text{kehilangan} = \frac{(\% \text{nutrien} \times \text{g sampel}) - (\% \text{nutrien} \times \text{g residu})}{(\% \text{nutrien} \times \text{g sampel})} \times 100\%$$

Variabel yang diamati adalah persentase kelarutan mineral Ca dan Zn bahan pakan yang digunakan untuk menghitung fraksi a, b, dan nilai c berdasarkan persamaan eksponensial Ørskov dan McDonald (1979) sebagai berikut:

$$\text{td} (\%) = a + b (1 - \exp (-ct))$$

Nilai a, b, dan c yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung degradasi teori (DT) berdasarkan asumsi bahwa laju partikel pakan keluar rumen (k) adalah konstan sebesar 0,06 (Mehrez dan Ørskov, 1977).

$$\text{DT} = a + \frac{b \times c}{c + k}$$

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan dan 5 perlakuan. Perlakuan berupa bahan pakan yang berbeda terdiri atas:

RG = Rumput gajah

PT = Pucuk Tebu

BG = Bagase

JJ = Janggal Jagung

KKT = Kulit kacang tanah

Data hasil penelitian diuji F berdasarkan prosedur sidik ragam dan apabila terdapat pengaruh perlakuan yang nyata ($P < 0,05$) dilanjutkan dengan *Duncan multiple range test* pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Mineral Ca dan Zn Bahan Pakan *In Sacco*

Kandungan Serat dan Distribusi Mineral Ca dan Zn Bahan Pakan disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis kimiawi menunjukkan kandungan mineral Ca dan Zn bahan pakan hasil samping agroindustri berbeda antar bahan pakan. Rumput gajah (RG) sebagai hijauan standar mempunyai kandungan mineral Ca cukup yaitu 0,74% dan mineral Zn rendah yaitu 8,5 ppm.

Tabel 1. Kandungan Serat dan Distribusi Mineral Ca dan Zn Bahan Pakan

Bahan Pakan	NDF ^c	ADF ^c	Hemi selulosa	Distribusi Mineral					
				Ca Total ^a	Ca NDF ^b	Ca Isi Sel ^b	Zn Total ^a	Zn NDF ^b	Zn Isi Sel ^b
			(%)				(ppm)		
Rumput Gajah	72,35	47,04	25,31	0,74	0,535	0,205	8,50	6,15	2,45
Pucuk Tebu	81,73	48,96	32,77	0,14	0,114	0,025	7,88	6,44	1,44
Bagase	86,87	53,98	32,89	0,034	0,029	0,0045	4,29	3,73	0,56
Janggal Jagung	89,35	44,34	45,01	0,043	0,038	0,0046	26,78	23,93	2,85
Kulit Kacang	80,01	56,89	23,12	0,20	0,160	0,04	11,44	9,15	2,29

Keterangan:

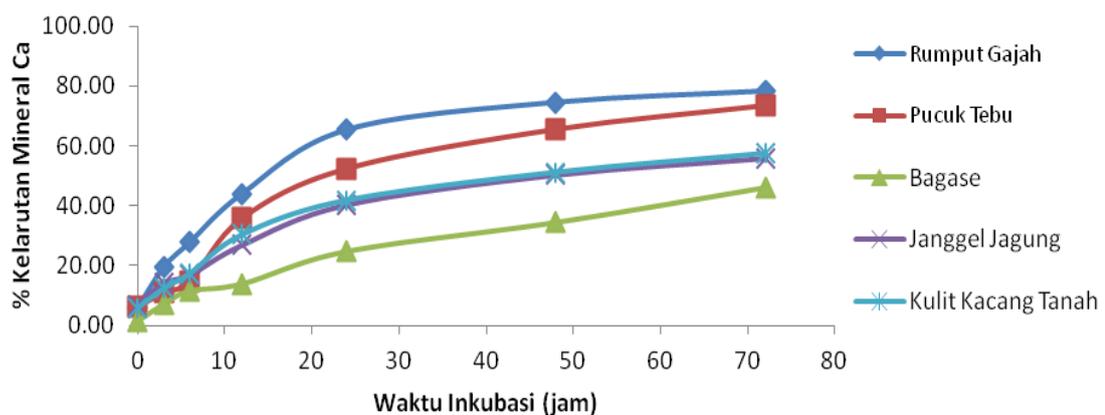
- a : Hasil Analisis Penelitian Tim di Laboratorium Biokimia Nutrisi Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang 2011.
- b : Hasil Perhitungan Distribusi Mineral Ca dan Zn Bahan Pakan 2011.
- c : Hasil Analisis Penelitian Tim di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang 2011.
- d : Hemiselulosa diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :
(Hemiselulosa = NDF – ADF)

Jumlah kandungan mineral Ca dan Zn yang tergolong kecil yaitu pada pucuk tebu (PT) (0,14% Ca; 7,88 pm Zn), bagase (B) (0,03% Ca, 4,29 ppm Zn), janggal jagung (JJ) (0,04% Ca; 26,78 ppm Zn) dan kulit kacang tanah (KKT) (0,2% Ca; 11,44 ppm Zn). Hasil tersebut berbeda dengan kandungan mineral Ca dan Zn dalam literatur. Rumput gajah mengandung mineral 0,7% Ca dan 26,12 ppm Zn (Hartadi, 1986). Kandungan mineral Ca pucuk tebu 0,47% (Sutardi, 1981), kulit kacang tanah yaitu 21,69 ppm Zn (Hartadi, 1986). Jumlah kandungan mineral bahan pakan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, umur tanaman, kesuburan tanah dan kapur yang mengendap dalam tanah (Whitehead, 2000).

Selain dipengaruhi konsentrasi mineral Ca dan Zn bahan pakan, kelarutan mineral yang dapat digunakan mikrobial dalam rumen dipengaruhi juga oleh karakteristik serat bahan pakan. Menurut Emanuele dan Staples (1990), mineral akan lebih sulit digunakan oleh mikrobial dalam rumen, yaitu mineral yang banyak terdistribusi pada dinding sel, dimana memerlukan waktu fermentasi lebih lama untuk mineral tersebut dapat dilepaskan.

Degradabilitas Mineral Ca

Kinetika degradabilitas mineral Ca pada perlakuan lima bahan pakan dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Kinetika Degradasi Mineral Ca Bahan Pakan secara *In Sacco*

Ilustrasi 1 yaitu kinetika kelarutan mineral Ca menunjukkan bahwa degradasi kumulatif mineral Ca bahan pakan semakin meningkat sedangkan

kecepatan degradasinya semakin menurun sejalan dengan semakin lamanya waktu inkubasi. Tingkat kelarutan rata-rata mineral Ca pada waktu inkubasi 0, 3, 6, 12, 24, 48 dan 72 jam tertinggi dijumpai pada RG, kemudian disusul PT, KKT, JJ dan terendah pada B. Semakin lama bahan pakan diinkubasi dalam rumen maka kelarutan mineral Ca yang dihasilkan semakin tinggi, namun ketersediaannya dalam bahan pakan semakin berkurang.

Tingkat kelarutan mineral Ca yang terlihat berbeda-beda antar bahan pakan penelitian tersebut, karena terdapat mineral yang mudah larut dan sulit terlarut, akibat adanya korelasi negatif antara mineral dengan NDF. Mineral Ca yang terdistribusi pada materi isi sel akan mudah dilepas daripada di dinding sel bahan pakan. Menurut Ibrahim *et al.* (1998), salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan mineral adalah distribusi mineral dalam sel tanaman. Komponen penyusun isi sel merupakan komponen yang mudah didegradasi dan mudah larut seperti pati, protein, lemak dan mineral mudah larut (Van Soest, 1994).

Analisis ragam mineral Ca disajikan pada Tabel 2, yang menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0,05$) nilai a, b, c dan DT mineral Ca pada beberapa bahan pakan penelitian.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c dan DT Mineral Ca Bahan Pakan.

Perlakuan	Variabel			
	Fraksi a	Fraksi b	Nilai c	Nilai DT
	----- (%) -----		-(%/jam)-	-(%)-
Rumput Gajah	8,72 ^b	69,47 ^a	6,25 ^a	44,15 ^a
Pucuk tebu	14,74 ^a	58,64 ^b	4,67 ^b	40,40 ^b
Bagase	4,11 ^d	41,97 ^d	2,69 ^c	17,11 ^e
Jangel Jagung	6,59 ^c	49,28 ^c	4,60 ^b	27,95 ^d
Kulit kacang tanah	8,39 ^b	48,96 ^c	4,39 ^b	29,07 ^c

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Hasil *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa fraksi a, b, c dan DT menunjukkan adanya pengaruh nyata. Hal tersebut karena dipengaruhi antarlain: konsentrasi mineral Ca, distribusi mineral Ca pada materi isi sel dan dinding sel (NDF) serta karakteristik serat bahan pakan, sehingga kemampuan mikrobial rumen dalam mendegradasi bahan pakan juga berbeda.

Fraksi mudah larut (a) (Tabel 2) tertinggi ($P < 0,05$) pada PT diikuti oleh RG, KKT, JJ dan paling rendah pada B. Namun demikian antara RG dan KKT tidak berbeda nyata.

Fraksi a yang tinggi pada PT diduga disebabkan karena sebagian besar mineral Ca dalam isi sel lebih mudah terlarut pada tahap awal, meskipun kandungan mineral Ca RG pada isi sel lebih tinggi daripada PT yaitu (0,2 vs 0,025%), yang dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi kimia bahan pakan merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat degradasi dan pencernaan pakan dalam rumen (McDonald *et al.*, 1989).

Hasil DMRT menunjukkan bahwa nilai degradasi mineral Ca fraksi potensial terdegradasi (b) (Tabel 2) tertinggi ($P < 0,05$) pada RG, kemudian disusul oleh PT, JJ, KKT. Namun demikian, antara JJ dengan KKT tidak berbeda nyata dan terendah ($P < 0,05$) pada B. Fraksi b merupakan fraksi yang potensial terdegradasi dalam rumen, dimana degradasi mineral yang potensial untuk didegradasi di dalam rumen adalah bagian dari dinding sel (NDF) yaitu hemiselulosa. Kelarutan mineral Ca RG pada fraksi b lebih tinggi dibandingkan bahan penelitian lain, menunjukkan bahwa kelarutan mineral Ca RG lebih banyak dimanfaatkan. Hal ini didukung dengan kandungan NDF (72,35%) dan ADF (47,04%) RG lebih rendah dari bahan pakan lain. Meskipun kandungan hemiselulosa RG rendah, tetapi didukung dengan kandungan abu yang tinggi dan kadar mineral Ca total (0,74%) tertinggi dari bahan pakan lain, sehingga RG mempunyai kandungan mineral yang potensial untuk didegradasi lebih tinggi. Fraksi b mineral Ca PT lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada B, JJ dan KKT, tetapi lebih rendah dibandingkan RG. Konsentrasi mineral Ca PT dalam materi dinding sel (0,114%) terlihat lebih rendah ketersediaannya daripada kulit kacang tanah (0,160%), namun PT mempunyai karakteristik serat yang cukup mudah terurai dibandingkan KKT yang berstruktur lignin. Hal tersebut tercermin pada nilai ADF PT yang lebih rendah dari KKT yaitu (48,96 vs 56,89%). Ginting (2005), menyatakan bahwa fraksi potensial terdegradasi yaitu pada fraksi b, terdiri atas komponen dengan tingkat degradasi lambat merupakan bagian dari dinding sel (NDF). *Acid Detergen Fiber* merupakan bagian dari NDF yang tidak larut dalam

deterjen asam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hakim (1992) bahwa NDF memiliki fraksi yang lebih mudah dicerna didalam rumen yaitu hemiselulosa, sedangkan komponen yang terdapat pada ADF yaitu selulosa, lignin dan silika lebih sulit untuk dicerna.

Hasil DMRT terhadap nilai degradasi mineral Ca pada nilai c disajikan pada (Tabel 2) tertinggi ($P < 0,05$) yaitu RG, kemudian disusul oleh PT, JJ, KKT dan B. Namun demikian tidak ada perbedaan nyata antara PT, JJ dan KKT. Fraksi c merupakan laju degradasi dari fraksi b. Tingginya fraksi c menunjukkan seberapa cepat kemampuan mikrobial rumen beradaptasi dan mencerna komponen fraksi b. Variasi nilai c dipengaruhi oleh fraksi potensial terdegradasi (a+b) yang merupakan komponen dinding sel, jadi semakin tinggi nilai c maka komponen serat yang terkandung dalam bahan pakan lebih mudah didegradasi dan dimanfaatkan oleh mikrobial rumen.

Rumput gajah mempunyai nilai c (6,25%/jam) paling tinggi, disebabkan karena karakteristik serat RG lebih mudah didegradasi oleh mikrobial rumen. Hal tersebut didukung oleh kandungan NDF (72,35%) dan ADF (47,04%) yang lebih rendah dari bahan pakan lain. Namun demikian kandungan ADF pada RG masih lebih tinggi dari JJ, yaitu 44,34%. Laju degradasi antara PT, JJ dan KKT tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Laju degradasi PT dan JJ yang hampir sama diduga karena kandungan hemiselulosa kedua bahan pakan tidak jauh berbeda yaitu (32,77 dan 32,89%). Kandungan hemiselulosa KKT (23,12%) terlihat lebih rendah daripada PT dan JJ, namun KKT mempunyai laju degradasi yang sama terhadap kedua bahan tersebut. Hal ini didukung oleh kandungan mineral Ca KKT cukup tersedia, yang didukung oleh kandungan abu KKT yang lebih tinggi dari JJ. Kandungan abu KKT lebih tinggi daripada JJ yaitu (5,44 vs 2,19%), sementara kandungan mineral Ca KKT yang terdistribusi pada dinding sel lebih tinggi daripada PT yaitu (0,04 vs 0,02%). Hal tersebut menyebabkan mineral Ca KKT yang terdegradasi lebih banyak dimanfaatkan oleh mikrobial untuk berkembang. Tyler dan Ensminger (2006) menyatakan bahwa apabila kebutuhan mikrobial terpenuhi untuk berkembang dan tercipta kondisi rumen yang kondusif maka populasi dan jumlah mikrobial optimal sehingga mempercepat laju degradasi

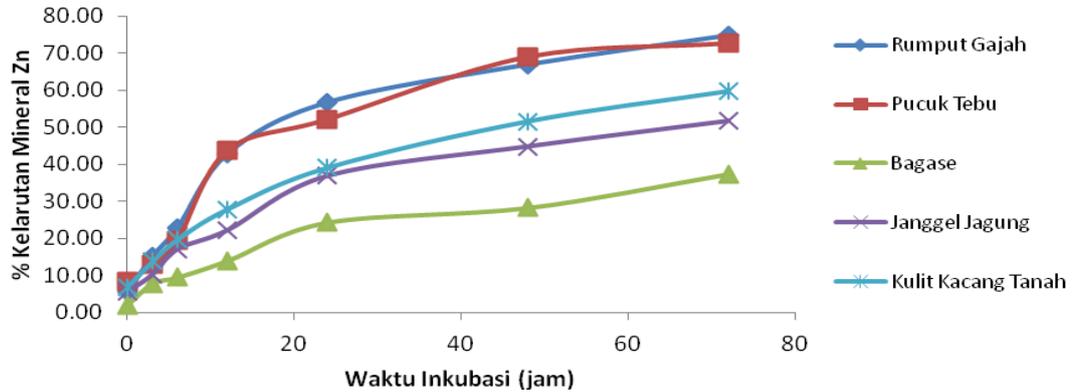
komponen pakan. Laju degradasi di dalam rumen berbanding lurus dengan ketersediaan substrat. Semakin lama bahan pakan di dalam rumen maka substrat yang dihasilkan semakin banyak, namun ketersediaannya akan semakin berkurang (Suhartanto *et al.*, 2000). Menurut Anggorodi (1994) bahwa, peningkatan jumlah mikrobia rumen akan menyebabkan peningkatan aktivitas mikrobia rumen dalam mencerna bahan pakan.

Hasil DMRT terhadap nilai DT mineral Ca yang disajikan pada (Tabel 2) terdapat pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada semua bahan pakan. Nilai DT mineral Ca tertinggi yaitu RG, kemudian diikuti oleh PT, KKT, JJ dan terendah terdapat pada B. Nilai DT mineral Ca dipengaruhi oleh fraksi a, b dan nilai c degradasi mineral Ca bahan pakan. Rumput gajah mempunyai nilai DT paling tinggi karena terlihat pada fraksi b dan nilai c juga paling tinggi, namun demikian mineral Ca mudah larut (fraksi a) RG lebih rendah dari PT. Selain kandungan mineral Ca total (0,74%) RG lebih tinggi dari bahan pakan lain dan karakteristik serat RG juga lebih mudah untuk didegradasi, RG mengandung kadar abu paling tinggi (14,32%), sehingga menyebabkan nilai DT tinggi. Hal ini karena kadar abu merupakan indikator kandungan mineral makro pada bahan pakan, dimana jika bahan pakan mempunyai kadar abu tinggi, maka konsentrasi mineral makro yang terkandung dalam bahan pakan juga berasosiasi positif.

Degradabilitas Mineral Zn

Kinetika degradabilitas mineral Zn pada perlakuan lima bahan pakan dapat dilihat pada Ilustrasi 2. Ilustrasi 2 yaitu kinetika degradasi mineral Zn menunjukkan bahwa degradasi kumulatif mineral Zn semakin meningkat sedangkan kecepatan degradasinya semakin menurun sejalan dengan semakin lamanya waktu inkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama bahan pakan berada dalam rumen akan semakin lama pula kesempatan mikrobia rumen untuk mendegradasi komponen pakan dalam hal ini adalah mineral Zn. Degradasi mineral Zn menggambarkan seberapa besar mineral Zn bahan pakan yang dapat dicerna oleh ternak. Tingkat kelarutan rata-rata mineral Zn pada waktu inkubasi 0, 3, 6, 12, 24, 48 dan 72 jam

tertinggi dijumpai pada RG, kemudian disusul PT, kulit KKT, JJ dan terendah pada B.



Ilustrasi 2. Kinetika Degradasi Mineral Zn Bahan Pakan Secara *In Sacco*

Tingkat kelarutan mineral Zn terlihat berbeda-beda antar bahan pakan penelitian, hal tersebut kerana terdapat mineral yang mudah larut dan sulit terlarut, akibat adanya korelasi negatif antara mineral dengan NDF. Hal tersebut sesuai pendapat NRC (1988), bahan pakan yang mengandung NDF tinggi akan mempunyai degradabilitas yang rendah, karena kandungan NDF yang tinggi dalam suatu bahan pakan berkorelasi negatif dengan degradabilitas pakan. Menurut Ibrahim *et al.* (1998), salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan mineral adalah distribusi mineral dalam sel tanaman.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c dan DT Mineral Zn Bahan Pakan.

Perlakuan	Variabel			
	Fraksi a	Fraksi b	Nilai c	Nilai DT
	----- (%) -----		-(%/jam)-	-(%)-
Rumput Gajah	12,85 ^b	61,87 ^a	4,49 ^b	39,33 ^b
Pucuk tebu	15,38 ^a	57,37 ^b	6,11 ^a	44,33 ^a
Bagase	6,26 ^d	31,11 ^c	2,75 ^d	16,04 ^e
Janggal Jagung	6,86 ^d	44,79 ^d	4,04 ^c	24,86 ^d
Kulit kacang tanah	8,89 ^c	50,79 ^c	3,82 ^c	28,63 ^c

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Analisis ragam mineral Zn disajikan pada Tabel 3, yang menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0,05$) nilai a, b, c dan DT mineral Zn pada beberapa bahan pakan penelitian. Hasil analisis variansi menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada fraksi a, b c dan DT degradasi mineral Zn bahan pakan. Hal ini mencerminkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan mikrobial rumen dalam mendegradasi mineral Zn bahan pakan. Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai degradasi mineral Zn RG pada fraksi mudah larut (fraksi a) lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada B, JJ dan KC, namun lebih rendah jika dibandingkan dengan PT dan terendah terdapat pada B. Namun demikian terlihat pada fraksi a, yaitu antara JJ dan B tidak berbeda nyata. Fraksi a pada mineral Zn PT terlihat bahwa nilai kelarutan yang dihasilkan lebih tinggi daripada bahan pakan lain. Hal tersebut terlihat pada persentase kelarutan mineral Zn pada jam ke-0, bahwa PT lebih tinggi daripada RG yaitu (8,29 vs 5,56%). Fraksi a yang tinggi pada PT diduga disebabkan karena sebagian besar mineral Zn dalam isi sel lebih mudah terlarut pada tahap awal, meskipun kandungan mineral Zn RG pada isi sel lebih tinggi daripada PT yaitu (2,45 vs 1,44 ppm). Namun demikian persen kelarutan mineral Zn (Tabel 3) RG mulai naik pada waktu inkubasi 3 jam (15,14%) sampai inkubasi 72 jam (74,72%) dan terlihat paling tinggi daripada bahan pakan lain. Komponen penyusun isi sel merupakan komponen yang mudah larut meliputi protein kasar, pati, lipid dan mineral mudah larut, namun tidak semua isi sel hilang saat pencucian (Van Soest, 1994). Menurut Ibrahim *et al.* (1998), salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan mineral adalah distribusi mineral dalam sel tanaman. Bahan pakan yang mengandung mineral mudah larut akan berdampak pada pencernaan yang tinggi, karena mineral tersebut mudah digunakan mikrobial rumen untuk berkembang.

Hasil DMRT menunjukkan bahwa fraksi a mineral Zn pada KKT lebih tinggi ($P < 0,05$) dari JJ, B, tetapi lebih rendah dari PT dan RG. Kandungan mineral Zn KKT yang terdistribusi di isi sel (2,29 ppm) lebih rendah dari RG, membuat nilai a mineral Zn KKT menempati posisi selanjutnya setelah PT dan RG. Nilai fraksi a pada mineral Zn JJ dan B yaitu (6,86 dan 6,26%) tidak berbeda nyata.

Hasil DMRT menunjukkan bahwa nilai degradasi mineral Zn fraksi potensial terdegradasi (b) (Tabel 3) berbeda nyata ($P < 0,05$) pada semua bahan pakan. Fraksi b merupakan fraksi yang potensial terdegradasi dalam rumen, dimana degradasi mineral Zn yang potensial untuk didegradasi di dalam rumen adalah bagian dari dinding sel (NDF) yaitu hemiselulosa. Ginting (2005), menyatakan bahwa fraksi potensial terdegradasi yaitu pada fraksi b, terdiri atas komponen dengan tingkat degradasi lambat merupakan bagian dari dinding sel (NDF). Hasil DMRT fraksi b mineral Zn paling tinggi pada RG, kemudian disusul oleh PT, KKT, JJ dan terendah terdapat pada B. Kelarutan mineral Zn RG pada fraksi b (61,87%) lebih tinggi dibandingkan bahan lain. Namun, menunjukkan bahwa kandungan mineral Zn NDF RG (6,15ppm) lebih rendah dari PT, JJ dan KKT (6,44; 26,78 dan 11,44 ppm). Meskipun demikian, nilai b mineral Zn pada RG terlihat lebih tinggi dari semua bahan pakan, hal ini karena didukung dengan kandungan NDF (72,35%) dan ADF (47,04%) RG lebih rendah dari bahan pakan lain. Hal tersebut menyebabkan ketersediaan mineral Zn RG yang terdistribusi pada dinding sel (NDF), lebih banyak termanfaatkan, karena mikrobia rumen mampu mendegradasi lebih banyak.

Fraksi b mineral Zn PT lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada B, JJ dan KKT, tetapi lebih rendah dibandingkan RG. Konsentrasi mineral Zn PT dalam materi dinding sel (6,44 ppm) terlihat lebih rendah ketersediaannya daripada KKT dan JJ (9,15 dan 23,93 ppm), namun PT mempunyai karakteristik serat yang lebih mudah terdegradasi dibandingkan KKT dan JJ yang karakteristik seratnya lebih kompleks. Karakteristik serat PT yang lebih mudah terdegradasi karena PT mempunyai kandungan NDF lebih rendah dari JJ yaitu (81,73 vs 89,35%), namun NDF PT menunjukkan lebih rendah dari KKT (80,01%). Data pendukung karakteristik PT lainnya juga tercermin pada nilai ADF PT yang lebih rendah dari KKT yaitu (48,96 vs 56,89%). Namun demikian PT mempunyai kandungan hemiselulosa lebih tinggi dari KKT yaitu (32,77 vs 23,12%). Ginting (2005), menyatakan bahwa fraksi potensial terdegradasi yaitu pada fraksi b, terdiri atas komponen dengan tingkat degradasi lambat merupakan bagian dari dinding sel (NDF). *Acid Detergen Fiber* merupakan bagian dari NDF yang tidak larut dalam deterjen asam. Hal ini sesuai

dengan pernyataan Hakim (1992) bahwa NDF memiliki fraksi yang lebih mudah dicerna didalam rumen yaitu hemiselulosa, sedangkan komponen yang terdapat pada ADF yaitu selulosa, lignin dan silika lebih sulit untuk didegradasi oleh mikrobia rumen.

Hasil DMRT Fraksi b pada mineral Zn B yaitu (31,11%) lebih rendah dari bahan pakan lain, hal tersebut menjelaskan bahwa potensial degradasi B dalam rumen sangat rendah. Nilai kelarutan mineral Zn B yang rendah tersebut karena ketersediaan mineral Zn yang juga rendah dalam bahan pakan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ibrahim *et al.* (1998), menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan mineral adalah kandungan mineral dalam bahan pakan. Sementara banyak mineral Zn bagase yang terdistribusi pada dinding sel (NDF) daripada di isi sel.

Struktur komponen serat dapat menghambat penetrasi enzim mikrobia di dalam rumen sehingga kelarutan mineral menjadi lebih lambat. Nilai degradasi B yang rendah pada fraksi b juga didukung dengan kandungan NDF dan ADF yang tinggi yaitu (86,87 dan 53,98%). Meskipun demikian kandungan NDF B terlihat lebih rendah dari JJ (89,35%) dan kandungan ADF B juga lebih rendah dari KKT (56,89%), namun diduga karakteristik serat dari B telah mengalami ikatan lignin secara kompleks, sehingga mikrobia rumen sulit untuk mendegradasi. Ikatan lignin yang kompleks tersebut merupakan ikatan lignin yang telah membentuk kerak didalam dinding sel sebagai ikatan kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa, kompleks ini disebut dengan lino-karbohidrat. Hal ini sesuai dengan pendapat Prihartini *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa fraksi potensial terdegradasi sangat ditentukan oleh karakteristik lignin dimana struktur lignin tersebut mempengaruhi komposisi kimia bahan pakan terutama fraksi NDF. Komponen serat limbah agroindustri memiliki struktur yang lebih kompleks karena sebagian selulosa telah mengalami kristalisasi dan didominasi oleh lignin sehingga serat yang dapat didegradasi oleh mikrobia menjadi lebih sedikit. Van Soest (1994) menjelaskan bahwa komponen dinding sel terbagi menjadi dua fraksi yaitu fraksi mudah didegradasi terdiri atas hemiselulosa dan fraksi sulit didegradasi terdiri atas ikatan lignin-selulosa, lignin, dan silika.

Hasil DMRT terhadap nilai degradasi mineral Zn fraksi c disajikan pada (Tabel 4) tertinggi ($P < 0,05$) yaitu PT, kemudian disusul oleh RG, JJ, KKT dan B. Namun demikian tidak ada perbedaan nyata antara JJ dan KKT. Sementara B mempunyai nilai c paling rendah. Fraksi c merupakan laju degradasi dari fraksi b. Tingginya fraksi c menunjukkan seberapa cepat kemampuan mikrobial rumen beradaptasi dan mencerna komponen fraksi b. Variasi nilai c dipengaruhi oleh fraksi potensial terdegradasi (a+b) yang merupakan komponen dinding sel, jadi semakin tinggi nilai c maka komponen serat yang terkandung dalam bahan pakan lebih mudah didegradasi dan dimanfaatkan oleh mikrobial rumen.

Pucuk tebu mempunyai nilai c (6,11%/jam) paling tinggi, disebabkan karena ketersediaan mineral mudah larut (fraksi a) dapat dimanfaatkan oleh mikrobial rumen untuk berkembang. Nilai c mineral Zn pada PT yang tinggi karena PT mengandung mineral Zn NDF (6,44 ppm) lebih tinggi dari RG (6,15 ppm). Hal ini didukung dengan kandungan NDF serta hemiselulosa PT (81,73 dan 32,77%) yang lebih tinggi dari RG (72,35 dan 25,31%) dapat terdegradasi lebih optimal, sehingga membuat laju degradasi (nilai c) PT juga tinggi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Tyler dan Ensminger (2006) bahwa apabila kebutuhan mikrobial terpenuhi dan tercipta kondisi rumen yang kondusif maka populasi dan jumlah mikrobial optimal sehingga mempercepat laju degradasi komponen pakan. Laju degradasi di dalam rumen berbanding lurus dengan ketersediaan substrat. Semakin lama bahan pakan di dalam rumen maka substrat yang dihasilkan semakin banyak, namun ketersediaan substrat tersebut akan semakin berkurang (Suhartanto *et al.*, 2000). Anggorodi (1994) menyatakan bahwa peningkatan jumlah mikrobial rumen akan menyebabkan peningkatan aktivitas mikrobial rumen dalam mencerna bahan pakan.

Hasil DMRT terhadap nilai DT mineral Zn yang disajikan pada (Tabel 3) terdapat pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada semua bahan pakan. Nilai DT mineral Zn tertinggi yaitu PT, kemudian diikuti oleh RG, KKT, JJ dan paling rendah pada B. Nilai DT mineral Zn dipengaruhi oleh fraksi a, b dan nilai c degradasi mineral Zn bahan pakan. Pucuk tebu mempunyai nilai DT (44,33%) paling tinggi karena terlihat pada fraksi a dan nilai c juga paling tinggi, tetapi pada fraksi b PT lebih

rendah dari RG. Rumput gajah mempunyai potensial degradasi (fraksi b) lebih tinggi dari bahan pakan lain, namun pada tahap awal kelarutan mineral Zn RG pada fraksi a lebih rendah dari PT, sehingga mikrobial rumen kurang dapat memanfaatkan mineral Zn mudah larut pada RG. Hal ini membuat laju degradasi (nilai c) mineral Zn RG lebih lambat dari PT, sehingga menyebabkan nilai DT pada RG (39,33%) menjadi rendah. Pamungkas dan Utomo (2008), menyatakan bahwa nilai DT ditentukan berdasarkan nilai fraksi a (mudah larut), fraksi b (potensial degradasi), nilai c (laju degradasi fraksi b) dan laju aliran pakan keluar dari rumen. Mineral Zn merupakan mineral mikro, dimana ketersediaannya sangat penting untuk mikrobial rumen berkembang. Darmono, (1995) menjelaskan bahwa defisiensi mineral Zn dapat mengganggu pertumbuhan mikrobial rumen, sehingga mengakibatkan mikrobial rumen terkendala dalam mendegradasi bahan pakan.

Bagase mempunyai nilai DT paling rendah dari bahan pakan lain, hal tersebut karena B tidak didukung dengan kandungan nutrisi lain yang mendukung mikrobial rumen untuk berkembang. Hal tersebut tercermin dari ketersediaan mineral Zn total pada B sangat rendah yaitu 4,29 ppm. Sementara mikrobial rumen membutuhkan mineral Zn terlebih dahulu untuk dapat berkembang dan mendegradasi serat. Hal ini sesuai dengan pendapat Ibrahim *et al.* (1998), menjelaskan bahwa konsentrasi mineral bahan pakan yang rendah menyebabkan ketersediaannya juga rendah. Fraksi a, b dan nilai c mempengaruhi nilai degradasi mineral Zn bahan pakan yang tercermin pada ketersediaan mineral pada nilai DT. Nilai DT mineral Zn pada B yang rendah, karena dipengaruhi juga oleh nilai pada fraksi a, b dan nilai c. Apabila jumlah SK dalam ransum tinggi maka aktivitas mikrobial selulolitik dalam rumen juga meningkat, tetapi juga harus didukung dengan kebutuhan nutrisi untuk perkembangan mikrobial rumen. Anggorodi (1994) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah mikrobial rumen akan menyebabkan peningkatan aktivitas mikrobial rumen dalam mencerna bahan pakan.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini bahwa persentase kelarutan mineral Ca dan Zn pada bahan pakan berserat dipengaruhi oleh konsentrasi mineral bahan pakan,

karakteristik serat bahan pakan, distribusi mineral dalam isi sel dan dinding sel, dan lama inkubasi dalam rumen. Semakin besar nilai DT menunjukkan bahwa semakin besar pula tingkat kelarutan mineral Ca dan Zn pada bahan pakan di dalam rumen.

Saran yang dapat diberikan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pencernaan mineral secara *in vivo*, karena proses pencernaan melibatkan semua organ pencernaan, sedangkan metode *in sacco* hanya terjadi di rumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi. 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT Gramedia, Jakarta
- Emanuele, S.M. and C.R. Staples. 1990. Ruminant release of mineral from six forage species. *J. Anim. Sci.* 68 : 2052.
- Eun JS, KA Beauchemin, SH Hong and MW Bauer. 2006. Exogenous enzymes added to untreated or ammoniated rice straw : Effect on *in vitro* fermentation characteristic and degradability. *J. Anim. Sci. and Tech.* 131 : 86-101.
- Ginting, S. P. 2005. Sinkronisasi degradasi protein dan energi dalam rumen untuk memaksimalkan produksi protein mikrobia. *Wartazoa*. Vol. **15** : 1-10.
- Hakim, M. 1992. Laju Degradasi Protein Kasar dan Organik *Setaria splendida*, Rumput Lapangan dan Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan Teknik *In Sacco*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Harfiah. 2005. Penentuan nilai indek beberapa pakan hijauan ternak domba. *J. Sains dan Teknologi*. **5** : 114-125.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo dan A. D. Tillman. 1986. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hattaka A. 2000. Biodegradation of Lignin. University of Helsinki, Viikki Biocenter, Department of Applied Chemistry dan Microbiology. Helsinki.
- Ibrahim, M.N.M, G. Zemminlink and S. Tamminga. 1998. Release of mineral elements from tropical feeds during degradation in the rumen. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 11 : 530 – 537.
- Master, D.G. and White, C.L., ed. 1996. Detection and Treatment of Mineral Nutrition Problems in Grazing Sheep. Australian Centre for International Agricultural Research. Australian
- McDonald, P, R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalg. 1989. Animal Nutrition. 4th Ed. *Longman Scientific and Technical*. New York.
- Ørskov, E. R and I. Mc Donald. 1979. The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weight According to Rate of Passage. *J. Agric. Sci. Comb.*, 92 ; 499 - 503.

- Pamungkas, D. dan R. Utomo. 2008. Kecernaan bahan kering *in sacco* tumpi jagung dan kulit kopi substrat tunggal dan kombinasi sebagai pakan basal sapi potong. Dalam: Syafitrie, C., L. Yunia, E. Kelonowati dan Muladi (ed). Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi Peternakan dan Veteriner. Hal. 205-211.
- Pangestu, E. 2003. Evaluasi potensi nutrisi fraksi pucuk tebu pada ternak ruminansia. *Med. Pet.* 5 : 65 - 70.
- Prihartini, I., Soebarinoto., S.Chuzaemi dan M.Winugroho. 2011. Karakteristik nutrisi dan degradasi jerami padi fermentasi oleh inokulum *lignolitik TLiD dan BopR*. *Animal Production.* 11 : 1-7.
- Serra, S.D., A.B. Serra, T. Inchinohe and T. Fujihara. 1996. Ruminant solubilization of macromineral of dietary minerals in selected Philippine forage. *Asian-Australian. J. Anim. Sci.* 9 : 139 – 147.
- Suhartanto, B., Kustantinah dan S. Padmowijoto. 2000. Degradasi *in sacco* bahan organik dan protein kasar empat macam bahan pakan diukur menggunakan kantong intra dan rowett research institute. 24 : 82-93.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik. Cetakan ke-4. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (Diterjemahkan Oleh : B. Sumantri).
- Sutardi, T. 1981. Landasan Ilmu Nutrisi. Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak diterbitkan).
- Tyler, H. D. and M. E. Ensminger. 2006. Dairy Cattle Science 4th Edition. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of The Ruminant. 2nd Edition. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, Ithaca and London.
- Whitehead D.C. 2000. Nutrient Elements In Grassland. Department of Soil Science, University of Reading, UK.