



**HIBAH PEKERTI
ANGKATAN I, TAHUN II**

LAPORAN PENELITIAN

**SINTESIS PROBIOTIK BERMINERAL UNTUK MEMACU
PERTUMBUHAN DAN MENINGKATKAN PRODUKSI SERTA
KESEHATAN SAPI PERAH**

Bidang : Pertanian

Tim Peneliti Pengusul (TPP) :

Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi.

Drh, Fajar Wahyono, MP.

Ir. Sutrisno, MP.

Universitas Diponegoro

Tim Peneliti Mitra (TPM) :

Dr. Ir. Komang G. Wiryawan

Prof. Dr. Toha Sutardi, MSc.

Institut Pertanian Bogor

**DIREKTORAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

**LAPORAN PENELITIAN
HIBAH PEKERTI ANGKATAN I, TAHUN II**

I. IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Penelitian

Sintesis Probiotik Bermineral Untuk Memacu Pertumbuhan dan Meningkatkan Produksi serta Kesehatan Sapi Perah.

2. Tim Peneliti Pengusul (TPP)

Ketua	:	Dr.Ir. Anis Muktiani, MSi.
Anggota	:	1. Drh Fajar Wahyono, MP.
		2. Ir. Sutrisno, MP.

3. Instansi Tim Peneliti Pengusul

Instansi	:	Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro
Alamat instansi	:	Kampus Drh. R.Soejono Koesoemowardojo Tembalang Semarang – 50275 Telp. (024) 7474750 Fax (024) 7474750

4. Alamat Ketua Tim Peneliti Pengusul (TPP)

Alamat rumah	:	Jl. Bukit Kelapa Sawit VIII / AJ-40 Tembalang Semarang 50271
Telpon rumah / Hp	:	Telp. (024) 7476311. Hp. 08156529879
E-mail / Fax.	:	muktiani@telkom.net. Fax. (024) 7474750.

5. Tim Peneliti Mitra (TPM)

Ketua	:	Dr. Ir. Komang G. Wiryawan.
Anggota	:	Prof. Dr. Toha Sutardi, MSc

6. Instansi Tim Peneliti Mitra

Instansi	:	Pusat Studi Ilmu Hayati (PSIH) PAU - IPB
Alamat instansi	:	Jl. Kamper Kampus IPB Darmaga Bogor-16680

7. Jumlah Dana yang Disetujui Tahun II : Rp. 70.000.000,- (tujuh puluh juta rupiah)

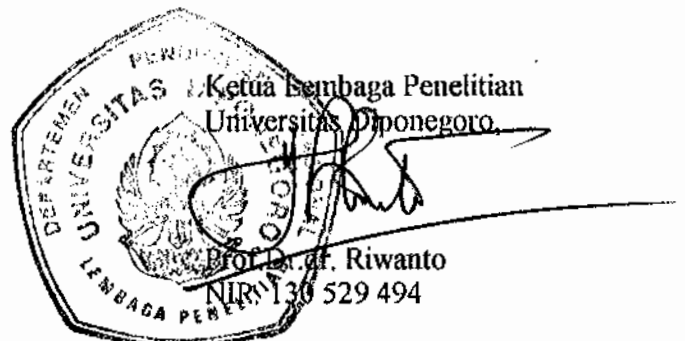
Ketua Tim Peneliti Mitra,

Dr. Ir. Komang G. Wiryawan.
NIP. 131 671 601



Semarang, 18 Oktober 2004
Ketua Tim Peneliti Pengusul,

Dr. Ir. Anis Muktiani, Msi.
NIP. 131 832 226



RINGKASAN

Penggunaan antibiotik sebagai feed aditif untuk memacu pertumbuhan (*growth promotor*) sebaiknya dihindari karena meninggalkan residu yang membahayakan bagi konsumen. Probiotik dapat menggantikan peran antibiotik. Probiotik merupakan mikroorganisme menguntungkan yang dapat bertahan hidup dalam saluran pencernaan. Kombinasi sintesis probiotik dan sintesis mineral organik diharapkan dapat menghasilkan probiotik bermineral. Keuntungan pemakaian probiotik bermineral yaitu selain dapat mengatasi masalah defisiensi mineral dalam pakan, juga dapat mengatasi masalah kesehatan dan peningkatan produksi ternak.

Tujuan khusus penelitian tahun kedua ini adalah mendapatkan kombinasi probiotik bermineral yang tepat sebagai rekomendasi teknis penggunaannya di lapangan. Penelitian dibagi menjadi 2 tahap percobaan, Tahap pertama adalah pengujian efek suplementasi probiotik bermineral dalam memacu pertumbuhan domba. Percobaan dilakukan di kandang Laboratorium Ternak Daging dan Kerja Fakultas Peternakan IPB selama 4 bulan. Rancangan yang digunakan adalah Acak Kelompok 4 x 4. Perlakuan suplementasi probiotik bermineral diterapkan adalah Kontrol (K) = Ransum standar (tanpa penambahan probiotik), A = K + SC + Zn-proteinat + AO - tanpa mineral, B = K + SC + Zn-proteinat + AO - Cr, C = K + SC + Zn-proteinat + AO - Cr + SC - Se. Dosis mineral yang ditambahkan adalah 20 mg/kg Zn-proteinat, 1 mg/kg Ao - Cr dan 0.3 mg/kg Ao Se. Enambelas ekor domba digunakan dalam percobaan ini. Masing-masing ransum perlakuan diberikan selama 6 minggu terdiri dari 2 minggu masa prelin dan 4 minggu kolektif data. Peubah yang diukur yaitu konsumsi dan pencernaan pakan, produksi VFA dan NH₃ rumen, aktivitas AFA darah dan pertambahan bobot badan.

Penelitian tahap II adalah pengujian efek suplementasi probiotik bermineral dalam meningkatkan produksi susu dan kesehatan sapi perah. Percobaan dilakukan di kandang percobaan Fakultas Peternakan UNDIP. Enambelas ekor sapi perah laktasi digunakan dalam percobaan ini. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diterapkan sama dengan perlakuan Tahap II, hanya dosis Zn-proteinat dinaikkan sesuai kebutuhan sapi perah yaitu 40 mg/kg. Pengelompokan didasarkan pada bobot badan dan bulan laktasi. Ransum perlakuan diberikan selama 8 minggu, yaitu 2 minggu masa prelin dan 6 minggu kolektif data.

Peubah yang diukur meliputi konsumsi dan pencernaan ransum, produksi susu harian, kadar bahan kering susu, lemak susu, laktosa susu, bahan kering tanpa lemak (SNF = solid non fat), kadar leukosit dan limfosit darah sebagai tolok ukur kekebalan yang diperantarai sel (CMI) dan jumlah sel somatic dalam air susu sebagai tolok ukur kerusakan sel kelenjar ambing akibat peradangan.

Semua data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*) dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji kontras ortogonal menurut Steel dan Torrie (1981).

LIPT-PUSTAK-UNDIP	
No. Daft:	427/KI/LPM/1.
Tgl.	22/08

Suplementasi probiotik bermineral Ao-Cr dan Ao-Se, Sc+Zn proteinat pada ransum domba ternyata tidak berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering dan bahan organik, namun berpengaruh terhadap pencernaan. Kecernaan bahan kering dan bahan organik tertinggi dihasilkan oleh suplementasi probiotik Sc+Zn proteinat+Ao-Cr (B) yaitu masing-masing sebesar 61.55 dan 63.78% dibanding kontrol 50.04 dan 56.71%.

Produksi VFA domba juga tidak dipengaruhi ($P < 0.05$) suplementasi probiotik bermineral, bahkan produksi VFA pada perlakuan penambahan probiotik bermineral Zn (A) dan Cr (B) terlihat sedikit lebih rendah dari batas minimal produksi VFA optimal untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen yaitu 80 mM yaitu 79.24 mM. Di sisi lain kedua perlakuan ini justru menghasilkan pertambahan bobot badan yang lebih tinggi yaitu 161 dan 144 g/hari dibanding kontrol 131 g/hari. Hal ini berarti rendahnya VFA kemungkinan digunakan sebagai sumber energi mikroba untuk sintesis protein atau telah mengalami penyerapan dalam rumen. Tingginya fosfatase alkalis pada perlakuan B (608.0 U/L) dibanding kontrol (590.1) juga menandakan bahwa terjadi sintesis / pertumbuhan sel-sel dalam tubuh ternak.

Pada percobaan menggunakan sapi perah laktasi suplementasi probiotik bermineral Ao-Cr dan Ao-Se, Sc+Zn proteinat menghasilkan respon senada dengan percobaan pada domba yaitu tidak berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap pencernaan dan konsumsi bahan kering dan bahan organik ransum. Meskipun demikian dilihat dari nilai rata-rata pencernaan bahan kering dan bahan organik cenderung meningkat pada penambahan probiotik bermineral Zn+Cr (B) yaitu konsumsi BK dan BO serta KCBK dan KCBO masing-masing sebesar 13.74 dan 13.01 kg serta 60.15 dan 67.58% dibanding kontrol 13.68 dan 12.51 kg serta 57.19 dan 60.21%

Produksi susu tertinggi dicapai oleh perlakuan suplementasi probiotik bermineral Zn, namun demikian produksi susu yang dikonversikan ke 4% FCM tertinggi dicapai oleh perlakuan suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr. Hal ini karena dibandingkan dengan suplementasi Zn saja (A) suplementasi Zn+Cr menghasilkan kadar lemak lebih tinggi (4.63 vs 3.56%); demikian juga dengan produksi lemak susu (819 vs 576 gram/hari), kadar laktosa (6.26 vs 5.04%) dan produksi laktosa (1106 vs 821 gram/hari).

Jumlah sel somatic (SCC) menurun dengan penambahan probiotik bermineral. Penambahan probiotik bermineral Zn telah mampu menurunkan jumlah sel somatic dalam air susu sebanyak 11.18% (252.2 vs 224.0 x 10³/ml), sedangkan suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr dan Zn+Cr+Se masing-masing menghasilkan penurunan masing-masing sebesar 19.02% dan 40.28%.

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa suplementasi probiotik bermineral Zn, Cr dan Se mampu meningkatkan fermentabilitas ransum dalam rumen baik pada domba maupun pada sapi perah. Suplementasi probiotik bermineral Zn saja pada domba menghasilkan pertambahan bobot badan tertinggi. Pada sapi perah produksi dan kualitas susu tertinggi dicapai bila ransum disuplementasi probiotik bermineral Zn+Cr, sedangkan untuk tingkat kesehatan ambing terbaik diperlukan suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr+Se.

ABSTRACT

Objectives of this study was to found the best combination of probiotics containing organic mineral (Zink, Chromium, Selenium) for increased productivity of sheep and milk production of dairy cattle. Experiment 1 was *in vivo* trial in 16 sheep. A Block Randomised Design was then conducted to evaluate 4 dietary treatment, i.e. K = control diet, A = K + probiotic (Sc+Ao) without mineral, A = K + probiotic Sc-Zn + Ao without mineral, B= K + probiotic Sc-Zn +Ao-Cr and C = K + probiotic Sc-Zn + Ao-Cr +Ao-Se. In experiment 2 the same treatment trial ini 16 lactating dairy cows. The observation ini sheeps supplementation probiotic containing Zn yielded more daily gain, but lactating dairy cows have the best milk, fat and lactose production with supplementation probiotic containing Zn+Cr. Somatic Cell Count (SCC) of milk was lowest with supplementation probiotic containing Zn+Cr+Se.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Laporan Penelitian Hibah Pekerti yang berjudul "Sintesis Probiotik Bermineral Untuk Memacu Pertumbuhan Dan Meningkatkan Produksi Serta Kesehatan Sapi perah" ini dapat selesai. Penelitian ini merupakan kegiatan Tahun Kedua atau Tahun Terakhir dari dua tahun penelitian yang direncanakan.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, atas kesempatan dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan kegiatan penelitian melalui pendanaan Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi (P4T). Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro, Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor, Direktur Pusat Studi Ilmu Hayat IPB dan Kepala Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia PSIH IPB atas segala dukungan dan fasilitas baik berupa materi penelitian maupun sumber daya manusia. Tak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Komang G. Wiryawan dan Prof. Dr. Toha Sutardi, MSc. atas kesediaan dan dukungan kerja sama selaku Peneliti Mitra dalam penelitian ini.

Akhir kata semoga hasil penelitian ini berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya Ilmu Nutrisi Ternak, perkembangan dunia peternakan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Semarang, 18 Oktober 2004

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN ABSTRACT	iii
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR ILUSTRASI.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN II	2
III. TINJAUAN PUSTAKA	3
IV. METODE PENELITIAN	7
Tahap I. Pengujian Efek Supplementasi Probiotik Bermineral dalam Ransum terhadap Parameter Metabolisme arumen Secara <i>In Vitro</i>	7
Tahap II. Pengujian Efek Supplementasi Probiotik Bermineral dalam Memacu Pertumbuhan Ternak	10
Tahap III. Pengujian Efek Supplementasi Probiotik Bermineral dalam Meningkatkan Produksi Susu dan Kesehatan Sapi Perah	11
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	12
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	22
6.1. Kesimpulan	22
6.2. Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Komposisi ingredient ransum	7
2.	Komposisi nutrien ransum	7
3.	Rata-rata KCBK, KCBO, Produksi VFA dan NH ₃ secara <i>In Vitro</i>	12
4.	Konsumsi dan Kecernaan Bahan Kering serta Bahan Organik Ransum Domba.....	14
5.	Produksi VFA, NH ₃ , AFA dan Pertambahan Bobot Badan Domba	15
6.	Konsumsi dan Kecernaan Bahan Kering serta Bahan Organik Ransum Sapi Perah	16
7.	Kadar SNF, Lemak, Protein dan Laktosa Susu	16
8.	Produksi susu dan Produksi Nutrien Susu.....	17
9.	Jumlah Sel Somatic, Kadar Limfosit dan Leukosit Darah.....	20

DAFTAR ILUSTRASI

Ilustrasi	Halaman
1. Metabolisme nutrien utama dalam sel sekretoris kelenjar ambing	19

I. PENDAHULUAN

Perkembangan usaha peternakan di Indonesia pada saat ini belum mengembirakan. Ketergantungan akan produk impor sangat tinggi, sebagai contoh lebih dari 60% kebutuhan susu dalam negeri masih mengandalkan impor, bahkan neraca perdagangan sektor peternakan mengalami defisit lebih dari US \$ 400 juta/tahun (Dit. Jen. Bina Produksi Peternakan, 2001). Usaha peningkatan produksi ternak menghadapi kendala dengan semakin menurunnya daya dukung lingkungan untuk menyediakan pasokan pakan yang berkualitas.

Pada sisi yang lain, hewan ternak sering kali berada dalam kondisi stres sebagai akibat dari cekaman lingkungan, kualitas pakan yang kurang baik, proses pengangkutan bibit/bakalan ternak ataupun dalam kegiatan pemasaran. Khusus pada sapi perah stres juga disebabkan kondisi fisiologis (bunting, laktasi) dan perlakuan fisik sehari-hari (pemerahan). Pada saat ternak mengalami stres, keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan terganggu, akibatnya sistem ketahanan tubuh menurun dan bakteri-bakteri patogen berkembang cepat. Kondisi ini menjadikan ternak menjadi rentan terhadap penyakit dan menghambat laju produksinya.

Penggunaan antibiotik dan hormon sebagai bahan aditif dalam pakan telah lama dilakukan. Tujuannya yaitu selain untuk menjaga kesehatan ternak, juga sebagai *growth promotor* guna meningkatkan efisiensi pakan dan produksi ternak. Namun, dengan semakin tingginya tingkat kesadaran masyarakat akan makanan yang sehat dan aman maka penggunaan kedua bahan tersebut diatas mulai dilarang. Alasannya karena antibiotik maupun hormon akan mengalami proses penyerapan di dalam usus sehingga meninggalkan residu yang membahayakan bagi konsumen. Selain itu antibiotik juga dapat menimbulkan adanya mikroorganisme patogen yang resisten di dalam tubuh ternak dan manusia. Indonesia sebagai negara anggota ASEAN telah sepakat untuk melarang penggunaan antibiotik maupun bahan lain sesuai dengan kesepakatan AFTA 2003 (Asean Free Trade Area – 2003).

Untuk mengatasi persoalan peningkatan produksi dan kesehatan ternak, pemberian probiotik dapat menjadi alternatif yang tepat sebagai pengganti antibiotik maupun hormon. Probiotik merupakan mikroorganisme yang menguntungkan, dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan tanpa mengalami proses penyerapan. Probiotik juga

mengandung komponen-komponen yang dibutuhkan ternak seperti vitamin dan enzim, serta mannanoligosakarida yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh ternak.

Mineral sangat dibutuhkan untuk mendukung metabolisme dalam tubuh ternak. Bahan pakan di Indonesia sebagian besar defisien mineral (Sutrisno, 1983; Little, 1986), sehingga suplementasi mineral mutlak diperlukan untuk mendukung pertumbuhan, produksi dan kesehatan ternak. Mineral dalam bentuk senyawa organik lebih mudah dimanfaatkan oleh tubuh dan tidak toksik. Mineral organik dapat disintesis dengan bantuan mikroorganisme melalui proses biofermentasi (Muktiani dan Tampubolon, 2001; Muktiani, 2002). Pemilihan mikroorganisme yang tepat dalam mensintesis mineral organik yang sekaligus juga berfungsi sebagai probiotik secara logika berpeluang menciptakan probiotik bermineral organik yang dibutuhkan untuk menggantikan peran antibiotik.

Muktiani *et al.* (2003) telah menghasilkan produk probiotik bermineral yaitu *A. oryzae* (A0) bermineral Zn, Cr dan Se. Masing-masing dengan kandungan mineral Ao-Zn = 2185 mg/kg, Ao-Cr = 1063 mg / kg dan Ao-Se = 199 mg / kg . Pada penelitian ini produk tersebut akan diaplikasikan penggunaannya dalam upaya meningkatkan pertumbuhan domba dan produksi susu serta kesehatan sapi perah.

II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN II

Dengan mengacu pada hasil-hasil penelitian diatas, penelitian tahun kedua ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi probiotik bermineral yang tepat sebagai rekomendasi teknis penggunaannya di lapangan. Hasil penelitian ini akan sangat bermanfaat untuk pengembangan iklim usaha peternakan mengingat aplikasinya tidak terbatas pada sapi perah saja, namun juga dapat diterapkan pada ternak ruminansia lain seperti kambing, domba, sapi potong, kerbau bahkan pada unggas dan babi.

Lebih jauh dalam jangka panjang dengan mengaplikasikan secara luas diharapkan dapat meningkatkan pendapatan peternak dan penyediaan pangan yang sehat bagi masyarakat luas. Dengan penerapan hasil penelitian ini maka diharapkan ketergantungan terhadap penggunaan hormon dan antibiotika yang pada umumnya adalah produk impor dapat dikurangi. Pada sisi yang lain dengan meningkatnya penyediaan pangan dalam negeri maka diharapkan juga akan mengurangi impor pangan produk peternakan.

III. TINJAUAN PUSTAKA

Ternak ruminansia dalam mencerna pakan sangat tergantung pada mikroba yang terdapat dalam lambungnya (rumen). Mikroba berfungsi untuk mencerna material pakan menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan oleh ternak ruminansia. Pemberian probiotik dapat meningkatkan populasi total bakteri dan bakteri selulolitik di dalam rumen. Biakan yeast (kapang) yang berisi *Saccharomyces cerevisiae* (SC) dan biakan fungi *Aspergillus oryzae* (AO) adalah dua biakan probiotik (direct-fed microbial) utama yang dapat ditambahkan pada pakan ternak ruminansia (Yoon dan Stern, 1996). Beberapa keuntungan pemberian probiotik antara lain dapat menstimulasi konsumsi bahan kering (Gomez-Alarcon *et al.*, 1990), meningkatkan produksi susu (Piva *et al.*, 1993) dan meningkatkan pertambahan bobot badan (Hughes, 1988; Amin, 1997).

Saccharomyces cerevisiae (SC) merupakan probiotik yang kaya akan vitamin, enzim dan kofaktor penting lainnya (Dawson, 1993), sedangkan AO mengandung enzim pencernaan serat kasar seperti enzim selulose yang merangsang pertumbuhan mikroorganisme selulolitik (Offer, 1990). Kedua probiotik ini memberikan respon yang sama terhadap populasi selulolitik (Yoon dan Stern, 1996) dan meningkatkan populasi protozoa (Siti, 1996; Amin, 1997). Peningkatan populasi ini disebabkan probiotik tersebut dapat memanfaatkan oksigen di dalam rumen sehingga keadaan menjadi lebih anaerob dan mengakibatkan meningkatnya jumlah mikroba yang hidup. Probiotik SC selain berbau harum juga dapat memproduksi asam glutamat yang menyebabkan rasa enak pada ransum (Rose, 1987). Penambahan probiotik AO juga dapat meningkatkan konsumsi ransum (Beharka *et al.*, 1990). Pemberian probiotik SC dan AO juga berpengaruh nyata terhadap peningkatan efisiensi ransum yang diberikan pada sapi perah dara (Amin, 1997). Peningkatan konsumsi ransum dan efisiensi penggunaan ransum ini sangat penting dalam manajemen produksi ternak. Sebagai kelanjutan dari peningkatan kedua hal tersebut maka akan diikuti dengan peningkatan pertambahan bobot badan harian.

Probiotik juga diketahui sebagai bahan aditif yang memberikan manfaat dengan meningkatnya ketersediaan protein dan lemak bagi ternak, disamping itu probiotik juga meningkatkan kandungan vitamin B kompleks melalui fermentasi makanan. Probiotik juga meningkatkan kekebalan (immunity), mencegah alergi makanan dan kanker lambung pada

ternak (Samadi, 2002). Selanjutnya dijelaskan oleh Sanders (1999), pemberian probiotik dapat meningkatkan aktivitas enzim sinteetase di dalam sel inti darah, interferon serum dan B-lymphocyte. Dengan kenyataan di atas maka pemberian probiotik dapat meningkatkan derajat kesehatan ternak dan mencegah gangguan penyakit, dalam hal ini probiotik dapat berperan menggantikan fungsi antibiotik.

Pada saat ini bahan pakan yang ada di Indonesia umumnya mengalami defisiensi berbagai mineral, hal ini diantaranya terlihat dari hasil penelitian Sutrisno (1983) yang memperlihatkan defisiensi Zn yang menyeluruh. Little (1986) juga menyimpulkan bahwa 60% bahan pakan ruminansia di Indonesia berkadar Zn defisien atau marjinal, pada umumnya pada pakan hanya terdapat sekitar setengah dari yang dibutuhkan. Padahal di dalam tubuh, Zn berfungsi penting sebagai kofaktor lebih dari 70 enzim (Berdanier, 1998). Dalam ransum direkomendasikan agar setidaknya mengandung Zn 40 mg/kg pada sapi perah (NRC, 2001) dan 30 mg/kg pada sapi potong (NRC,1996), sedangkan untuk domba setidaknya mengandung 20 mg/kg (NRC, 1985).

Pada saat ini suplementasi Zn banyak digunakan untuk mengatasi mastitis pada sapi perah. Di Indonesia kurang lebih 90% populasi sapi perah menderita mastitis subklinis hingga klinis. Hal ini akan merugikan sekali, sebab akan menurunkan produksi dan kualitas susu. Defisiensi Zn akan menyebabkan puting susu mengeras, rapuh dan mudah pecah, sehingga memudahkan bakteri patogen masuk ke dalam kelenjar ambing.

Suplementasi Zn dalam bentuk Zn-lisinat dan Zn-Cu-proteinat yang diberikan pada ransum pedet dan domba memberikan hasil pertumbuhan yang lebih baik dibanding tanpa suplementasi sebagaimana dilaporkan oleh Sutardi (2001). Pemberian suplementasi tersebut menghasilkan pertumbuhan pedet yang lebih tinggi dibandingkan pemberian Zn-lisinat saja, sedangkan pada domba yang paling baik pertumbuhannya adalah dengan suplementasi Zn-Cu-proteinat dan pemberian Zn-Cu-lisinat justru menurunkan pertumbuhannya. Kenyataan ini merekomendasikan agar lebih baik suplementasi Zn dilakukan dalam bentuk ikatan Zn-proteinat.

Mineral Kromium (Cr) dalam bentuk fisiologis sebagai *glucose tolerance factor* (GTF) berperan meningkatkan aktifitas insulin dan insulin like growth factor-I (IGF-I) sehingga uptake asam amino dan glukosa ke dalam sel meningkat (Kamen, 1990 ; Mordenti *et al.*, 1997). Kromium juga berperan dalam meningkatkan sistem kekebalan ternak (Burton *et al.*,

1993 ; Speers, 1999). Cho *et al.*, (2000) menyatakan bahwa suplementasi Cr pada babi lepas sapih dapat meningkatkan retensi N dan penambahan bobot badan (74,88% dan 294,4 g/hari) yang lebih tinggi dibanding kontrol (67,12% dan 281,6 g/hari). Suplementasi Cr juga dapat meningkatkan fermentabilitas ransum, meningkatkan produksi susu (17,3%) serta bersama-sama dengan Zn dapat meningkatkan ketahanan sapi perah terhadap mastitis dan respon kekebalan ternak secara umum (Muktiani, 2002).

Suplementasi Cr lebih baik dalam bentuk Cr organik karena Cr anorganik dalam bentuk trivalen (Cr^{3+}) sulit diserap (Offenbacher *et al.*, 1986), sedangkan dalam bentuk heksavalen (Cr^{6+}) bersifat toksik (Mordenti *et al.*, 1997). Cr-proteinat dan Cr-pikolinat (organik) dapat diserap 5 – 10 kali lebih besar dibanding bentuk anorganik (Mordenti *et al.*, 1997; Muktiani, 2002)

Selenium (Se) dalam bentuk fisiologisnya sebagai Gluthation peroksidase (GSH-Px) berperan memproteksi sel dan subseluler dari kerusakan oksidatif dengan jalan mereduksi senyawa oksidatif menjadi senyawa yang aman bagi sel, termasuk sel kelenjar ambing (Groof dan Gropper, 2000). Pemeliharaan sel ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan produksi susu. Selenium juga berperan dalam keberhasilan reproduksi ternak. Defisiensi Se dalam tubuh antara lain kemandulan pada sapi perah betina (Arthur, 1997). Pada ransum sapi perah dianjurkan agar mengandung Se 0,3 mg/kg (NRC, 2001) dan pada sapi potong sebanyak 0,1 mg/kg (NRC, 1996).

Penggunaan sodium selenite yang biasa ditambahkan dalam pakan sebagai sumber Se belakangan diketahui bersifat karsinogenik (Mahan, 1995). Knowless *et al.* (1999) menyatakan bahwa suplementasi Se-yeast lebih efektif 2 – 3 kali dibandingkan pemberian Na_2SeO_4 dalam meningkatkan status Se dan kandungan Se susu dan casein. Bentuk selenomethionin, selenosistein dan selenoproteinat (organik) lebih mudah diabsorpsi oleh ternak, karena sel-sel tubuh secara aktif memanfaatkannya sebagai nutrien organik tanpa membedakan sumber Se pakannya (Windish *et al.*, 1998).

Dalam menghasilkan mineral organik sangat dibutuhkan peran mikroba seperti fungi/yeast sebagai perantara dalam perubahan bentuk ikatan anorganik menjadi bentuk organik. Hal ini seperti yang telah dilakukan oleh Muktiani dan Tampubolon (2001) dimana diproduksi mineral organik selenomethionin atau selenoproteinat dengan perantaraan fungi *Aspergillus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae*, dan Sutardi (2001) yang menghasilkan Zn-

proteinat dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*, serta Muktiani (2002) yang menghasilkan kromium proteinat dengan bantuan fungi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Aspergillus. oryzae*. Pada penelitian tersebut di atas hanya dihasilkan mineral organik saja karena proses akhir dari sintesis tersebut dilakukan pengeringan dengan suhu tinggi. Proses ini tentunya kurang menguntungkan, sebab fungi yang mati tersebut tidak lagi dapat berperan sebagai probiotik di dalam rumen.

Pengeringan yang merupakan proses akhir produksi mineral organik akan lebih baik bila dilakukan pada suhu sedang atau kurang dari 58°C supaya sel vegetatif fungi yang ada belum mati (Reed dan Nagodawithana, 1991). Dengan demikian hasil akhir produknya diharapkan dapat berupa probiotik bermineral. Hal inilah yang akan diteliti lebih lanjut dan dicoba kemanfaatannya dalam meningkatkan derajat kesehatan ternak dan produksinya, sehingga produk yang dihasilkan diharapkan dapat menggantikan peran penggunaan antibiotik dan hormon dalam manajemen pemeliharaan ternak ruminansia, khususnya sapi perah.

IV. METODE PENELITIAN

Penelitian dibagi menjadi 3 tahap percobaan, yaitu 1). Pengujian Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Ransum terhadap Parameter Metabolisme Rumen Secara *In Vitro*, 2) Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Memacu Pertumbuhan Ternak, dan 3) Pengujian Efek Suplementasi Probiotik bermineral Untuk Meningkatkan Produksi Susu dan Kesehatan Sapi Perah.

Tahap I. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Ransum terhadap Parameter Metabolisme Rumen Secara *In Vitro*.

Produk probiotik yang dihasilkan pada Tahap I disuplementasikan ke dalam ransum sapi perah standar yang mengandung Total Digestible Nutrient (TDN) 65% dan Protein Kasar (PK) 14% dengan imbalanced hijauan konsentrat 50 : 50. dengan komposisi ingredient dan nutrisi seperti tertera pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi ingredient ransum

Bahan Pakan	Komposisi
Rumput gajah (%)	50.00
Dedak (%)	17.00
Onggok (%)	15.50
Bungkil kelapa (%)	15.00
Urea (%)	1.00
Mineral (%)	1.00
CaCO ₃ (%)	0.50

Tabel 2. Komposisi nutrisi ransum

Nutrien	Komposisi
TDN (%)	63.23
PK (%)	12.52
Lemak (%)	4.53
SK (%)	22.39
BETN (%)	51.30
Ca (%)	0.75
P (%)	0.73

Kandungan mineral ransum dianalisis untuk mengetahui kandungan awal mineral. Jumlah biomassa yang disuplementasikan dihitung berdasarkan konsentrasi mineral pada masing-masing probiotik, yaitu Zn 20 mg/kg ; Cr 1.0 mg/kg dan Se 0.3 mg/kg BK ransum. Diupayakan jumlah probiotik yang ditambahkan tidak kurang dari 1% BK ransum. Jumlah probiotik yang ditambahkan masing-masing adalah :

1. Sc-Zn = $40/2185 \times 1000 \text{ g} = 18,31 \text{ g / kg ransum}$
2. Ao-Cr = $1/1063 \times 1000 \text{ g} = 0,96 \text{ g / kg ransum}$
3. Ao-Se = $0,3/199 \times 1000 \text{ g} = 1,59 \text{ g /kg ransum}$

Percobaan dilakukan secara *batch culture*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan, perlakuan yang diterapkan adalah :

1. Kontrol (K) : Ransum standar (tanpa penambahan probiotik)
2. Perlakuan (A) : K + Probiotik Sc + Ao (tanpa mineral, 1% BK ransum)
3. Perlakuan (B) : K + Probiotik bermineral (Sc-Zn + Ao-tanpa mineral)
2. Perlakuan (C) : K + Probiotik bermineral (Sc-Zn + Ao-Cr)
3. Perlakuan (D) : K + Probiotik bermineral (Sc-Zn + Ao-Cr + Sc-Se)

Pelaksanaan pengujian *in vitro* :

Sebanyak satu gram contoh ransum dimasukkan ke dalam tabung fermentor, kemudian ditambahkan larutan McDougall 12 ml dan cairan rumen 8 ml. Tabung dikocok dengan gas CO₂ selama 30 detik untuk menciptakan kondisi anaerob dan disumbat dengan tutup karet. Selanjutnya tabung dimasukkan ke dalam shaker bath Gallenkamp BKS-300-010F dan difermentasi selama 4 jam. Sumbat karet dibuka dan ditambah 0.2 ml HgCl₂ jenuh untuk membunuh mikroba sehingga fermentasi terhenti. Kemudian tabung disentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit, supernatan diambil untuk dianalisis. Peubah-peubah yang diukur pada percobaan ini adalah :

1. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik (KCBK dan KCBO)

Pengukuran kecernaan bahan kering dan bahan organik (KcBK dan KcBO) dilakukan dengan metode Tilley dan Terry (1963). Tahapan analisis sama seperti yang dilakukan pada pelaksanaan percobaan *in vitro* hanya waktu inkubasi dilanjutkan sampai 24 jam. Dan setiap 4 jam sekali dikocok dengan mengalirkan gas CO₂ selama 30 detik. Setelah pencernaan fermentatif (anaerob) selama 24 jam, tutup tabung dibuka dan ditambahkan 0.2 ml HgCl₂. Campuran disentrifugasi seperti di atas dan supernatan dibuang, kemudian ke dalam tabung ditambahkan 20 ml larutan pepsin 0.2%. Inkubasi dilanjutkan selama 24 jam secara aerob. Dengan bantuan pompa vacum campuran disaring dengan kertas Whatman nomor 41 yang

telah diketahui bobotnya. Hasil saringan dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dioven 105°C untuk mengetahui residu bahan kering dan diabukan dalam tanur 600°C untuk menghitung residu bahan organiknya. Kecernaan dihitung dengan rumus :

$$\text{KCBK (\%)} = [(\text{BK asal} - (\text{BK residu} - \text{BK residu blangko})) / \text{BK asal}] \times 100\%$$

BK residu blangko adalah BK residu hasil fermentasi tanpa sampel. Selanjutnya KCBO dihitung dengan prinsip yang sama.

2. Produksi NH₃

Produksi NH₃ ditentukan dengan metode microdifusi Conway (Sutardi, 1994). Cawan Conway yang akan dipakai lebih dahulu diolesi vaselin pada kedua bibirnya. Sebanyak 1 ml supernatan ditempatkan pada salah satu sisi sekat cawan dan di sisi yang lain ditempatkan 1 ml larutan NaOH jenuh. Cawan diletakkan miring ke arah sekat sehingga kedua larutan tidak tercampur. Pada bagian tengah cawan ditempatkan 1 ml asam borat berindikator merah metil dan brom kreosol hijau. Kemudian cawan ditutup rapat sehingga kedap udara. Larutan NaOH dicampurkan dengan supernatan dengan cara menggoyangkan dan memiringkan cawan. Selanjutnya cawan dibiarkan selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah tutup cawan dibuka asam borat dititrasi dengan 0.005 N H₂SO₄ sampai warnanya kembali menjadi merah muda. Produksi NH₃ (mM) dihitung menggunakan rumus :

$$(\text{ml titran sampel} - \text{ml titran cairan rumen tanpa sampel}) \times \text{N- H}_2\text{SO}_4 \times 1000 \text{ mM}$$

3. Produksi VFA Total

Analisis VFA total dilakukan dengan teknik destilasi uap (Sutardi, 1994). Sebanyak 5 ml supernatan dimasukkan ke dalam tabung destilasi Markham lalu ditambahkan 1 ml H₂SO₄ 15% dan tabung segera ditutup. Proses destilasi dilakukan dengan cara menghubungkan tabung dengan labu yang berisi air mendidih. Destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 5 ml NaOH 0.5 N sampai volumenya mencapai 300 ml. Setelah itu ditambahkan indikator fenolptalin sebanyak 2-3 tetes dan kemudian dititrasi dengan HCl 0.5 N sampai warna titran berubah dari merah jambu menjadi bening. Produksi VFA total (mM) dihitung dengan rumus :

$$(\text{ml titran blangko} - \text{ml tritrans sampel}) \times \text{N-HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

Tahap II. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Memacu Pertumbuhan Ternak

Tujuan percobaan ini adalah menguji efektifitas probiotik bermineral dalam meningkatkan populasi mikroba rumen, efisiensi pakan dan pertumbuhan ternak. Percobaan dilakukan di kandang Laboratorium Ternak Daging dan Kerja Fakultas Peternakan IPB selama 4 bulan.

Dalam percobaan ini terdapat perubahan perlakuan penambahan probiotik bermineral. Hal ini disebabkan produksi masal untuk probiotik bermineral Zn mengalami kesulitan karena terbatasnya ruang dan peralatan yaitu : 1) ruang isolasi khusus untuk fungi *S. cerevisiae* karena fungi ini sangat rentan terhadap kontaminasi, 2) oven khusus dengan kapasitas besar. Hal ini tidak bisa dikerjakan karena peralatan laboratorium terbatas jumlahnya sehingga harus bergantian pemakaiannya. Masalah ini kemudian diatasi dengan pembuatan probiotik *S. cerevisiae* tanpa mineral dengan menggunakan ragi tape, sedangkan untuk produksi mineral organik Zn diganti dengan Zn-proteinat yang prosedur pembuatannya sebagai berikut : Sebanyak 174 g $ZnCl_2$ dilarutkan ke dalam 37.5 liter air, kemudian sebanyak 12.5 kg bungkil kedelai dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan sambil diaduk hingga homogen. Campuran tersebut kemudian ditutup rapat dan didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya ke dalam campuran ditambahkan 12.5 kg sorgum giling dan diaduk hingga rata lalu dikeringkan.

Rancangan yang digunakan adalah Acak Kelompok 4 x 4. Perlakuan suplementasi probiotik bermineral diterapkan sebagai berikut :

1. Kontrol (K) : Ransum standar (tanpa penambahan probiotik)
2. Perlakuan (A) : K + Probiotik bermineral (SC+ Zn-proteinat + AO-tanpa mineral)
3. Perlakuan (B) : K + Probiotik bermineral (SC+ Zn-proteinat + AO-Cr)
4. Perlakuan (C) : K + Probiotik bermineral (SC+ Zn-proteinat + AO-Cr + SC-Se)

Dosis mineral yang ditambahkan adalah 20 mg/kg Zn- proteinat, 1 mg/kg Ao-Cr dan 0.3 mg/kg Ao Se. Enambelas ekor domba digunakan dalam percobaan sebagai hewan model, dengan pertimbangan tidak terlalu beresiko dan lebih mudah penanganannya dibanding menggunakan sapi perah secara langsung. Masing-masing ransum perlakuan diberikan selama 1.5 bulan (6 minggu) terdiri dari 2 minggu masa prelin dan 4 minggu kolektif data.

Peubah yang **diukur** yaitu konsumsi pakan, dan pencernaan pakan dengan menggunakan metode koleksi total. **Sampel** cairan rumen diambil untuk dianalisis VFA total menggunakan teknik distilasi uap **dan** produksi NH₃ dengan teknik microdifusi Conway (Sutardi,1994). Pertumbuhan ternak **diestimasi** dengan melakukan penimbangan bobot badan setiap minggu.

Tahap III. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Meningkatkan Produksi Susu dan Kesehatan pada Sapi Perah.

Tujuan percobaan ini adalah menguji efektifitas probiotik bermineral dalam meningkatkan produksi susu dan kesehatan pada sapi perah. Percobaan dilakukan di kandang percobaan Fakultas **Peternakan** UNDIP.

Enambelas **ekor** sapi perah laktasi digunakan dalam percobaan ini. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diterapkan sama dengan perlakuan Tahap II, hanya dosis Zn-proteinat dinaikkan sesuai kebutuhan sapi perah yaitu 40 mg/kg. Pengelompokan didasarkan pada bobot badan dan bulan laktasi. Ransum perlakuan diberikan selama 2 bulan (8 minggu), yaitu 2 minggu masa prelim dan 6 minggu **kolekting** data. Konsumsi pakan dan produksi susu dicatat setiap hari selama 6 minggu. **Sampel** susu dikoleksi setiap minggu untuk dianalisis.

Peubah yang **diukur** meliputi kadar bahan kering susu, lemak susu, laktosa susu, bahan kering tanpa lemak (SNF = solid non fat). Pada akhir percobaan sampel darah diambil untuk dianalisis aktivitas **Alkalin** Fosfatase, kadar leukosit dan limfosit darah sebagai tolok ukur kekebalan yang diperantarai sel (CMI).

Semua data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*) dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji kontras ortogonal menurut Steel dan Torrie (1981).

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Ransum terhadap Parameter Metabolisme Rumen Secara *In Vitro*.

Hasil percobaan *in vitro* terhadap pencernaan bahan kering (KCBK) dan pencernaan bahan organik (KCBO) serta reduksi VFA dan NH₃ disajikan dalam Tabel 3. Hasil perhitungan statistik menunjukkan bahwa pemberian kombinasi probiotik bermineral berpengaruh nyata terhadap KCBK, produksi VFA dan NH₃ namun tidak berpengaruh nyata terhadap KCBO.

Tabel 3. Rata-rata KCBK, KCBO, Produksi VFA dan NH₃ secara *in vitro*.

Probiotik	Perlakuan				
	K	A	B	C	D
KCBK (%)	52.46 ^a	63.65 ^b	58.54 ^a	57.01 ^a	61.43 ^b
KCBO (%)	50.86	62.71	62.06	57.85	61.23
VFA (mM)	84.50 ^a	135.67 ^b	164.67 ^c	116.33 ^b	150.33 ^c
NH ₃ (mM)	4.60 ^a	5.37 ^a	6.40 ^b	7.26 ^b	7.61 ^b

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Terlihat bahwa pemberian probiotik baik tanpa (A) maupun bermineral (B, C, D) mampu meningkatkan nilai rata-rata KCBK, KCBO, VFA maupun NH₃ rumen, walaupun secara statistik nilai rata-rata KCBO antar perlakuan tidak berbeda nyata. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Amin (1977) menyatakan bahwa suplementasi kombinasi probiotik *S. cerevisiae* dan *A. oryzae* dapat meningkatkan fermentabilitas pakan dalam rumen. Hal ini disebabkan oleh kerjasama yang sinergis kedua fungi tersebut. *S. cerevisiae* mampu menghasilkan enzim amilase yang berfungsi mencerna pati, sedangkan *A. oryzae* menghasilkan enzim selulase dan hemiselulase yang mampu mencerna serat kasar (selulosa dan hemiselulosa). Menurut Akin dan Borneman (1990) karakteristik fungi dengan rizoidnya yang mampu menembus kutikula dinding tanaman sehingga membuatnya mudah dimasuki enzim mikroba rumen.

Suplementasi probiotik bermineral Zn (B), Cr (C) dan Se (D) mampu meningkatkan produksi VFA dan NH₃ rumen. Penambahan mineral Zn (B) mampu meningkatkan produksi VFA hampir dua kali lipat dibanding kontrol (84.50 vs 164.67 mM). Hal ini disebabkan selain pengaruh probiotik sendiri juga dipengaruhi oleh mineral Zn. Mineral Zn adalah salah satu metaloenzim yang berfungsi menstimulir pertumbuhan mikroba rumen melalui sintesis protein dan asam nukleat. Mineral Cr membantu transpor gula pada sel ragi yang selanjutnya digunakan sebagai sumber energi (Linder, 1992), sedangkan Se mampu menggantikan kebutuhan Sulfur pada sintesis protein bakteri sehingga secara tidak langsung juga menstimulasi pertumbuhan bakteri rumen. Meningkatnya pertumbuhan bakteri rumen berarti meningkatkan produksi enzim-enzim pencernaan serat dan aktifitas degradasi protein oleh mikroba rumen yang mengakibatkan meningkatnya produksi VFA dan NH₃ rumen.

Produksi VFA dan NH₃ rumen berada dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan mikroba rumen yaitu produksi VFA 80 – 160 mM dan produksi NH₃ 4 – 12 mM (Sutardi, 1994) atau produksi NH₃ minimal 5 mg / 100 ml cairan rumen setara dengan 3.57 mM (Satter dan Slyter, 1974).

5.2. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Memacu Pertumbuhan Ternak

Pertumbuhan dapat digambarkan sebagai penambahan bobot per satuan waktu tertentu. Besarnya tingkat pertumbuhan hewan adalah manifestasi dari pemanfaatan pakan oleh tubuh yang tentu saja sangat tergantung pada kualitas pakan itu sendiri. Kualitas pakan antara lain dapat dilihat dari konsumsi dan pencernaan. Pencernaan pakan sangat ditentukan fermentabilitas pakan di dalam rumen yang diukur dengan besarnya produksi VFA dan NH₃ rumen.

5.2.1 Konsumsi dan Pencernaan Ransum

Pengaruh perlakuan terhadap konsumsi bahan kering dan bahan organik serta pencernaan bahan kering dan bahan organik dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tabel tersebut terlihat bahwa suplementasi probiotik bermineral tidak berpengaruh terhadap konsumsi bahan kering maupun bahan organik, namun berpengaruh terhadap pencernaan.

Tabel 4. Konsumsi dan Kecernaan Bahan Kering serta Bahan Organik Ransum Domba

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
BK (g/hari)	465.9	429.8	451.5	485.9
BO (g/hari)	421.1	379.7	440.3	439.7
Kecernaan BK (%)	50.04 ^a	52.79 ^a	61.55 ^b	53.13 ^a
Kecernaan BO (%)	56.71 ^a	57.59 ^a	63.78 ^b	55.62 ^a

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Kecernaan bahan kering maupun bahan organik meningkat pada suplementasi probiotik bermineral Zn dan Cr (B). Telah diketahui peran probiotik *A. oryzae* dan *S.cerevisiae* dalam meningkatkan kecernaan pakan adalah karena kemampuannya dalam menghasilkan enzim selulase dan amilase. Disamping itu rizoid kedua fungi tersebut mampu menembus kutikula dinding sel tanaman sehingga sel-selnya menjadi renggang dan memudahkan bakteri untuk penetrasi. Muktiani (2002) melaporkan bahwa suplementasi 1.5 ppm Cr organik dapat meningkatkan KCBK, KCBO, produksi VFA dan NH₃ rumen. Meskipun peran mineral Cr dalam mendukung pertumbuhan mikroba rumen belum diketahui secara pasti, namun hasil penelitian di atas bisa digunakan sebagai dasar bahwa kemungkinan Cr esensial bagi mikroba rumen. Keesensialan mineral Cr diduga berhubungan erat dengan penyediaan energi yang didasarkan pada fungsi kerja Cr dalam transpor gula pada sel ragi (Mirsky *et al* yang disitasi oleh Linder, 1992) dan kemampuan Cr dalam meningkatkan sintesis RNA baik secara *in vitro* maupun *in vivo* (Anderson, 1987). Disebutkan pula bahwa Cr merupakan salah satu komponen penyusun struktur tersier asam nukleat (Groof dan Gropper, 2000), yang menjaga stabilitas DNA dan RNA (Kamen, 1990).

5.2.2. Produksi VFA, NH₃, AFA dan Pertambahan Bobot Badan

Tolok ukur fermentabilitas pakan dalam rumen salah satunya adalah produksi VFA. Produksi VFA yang tinggi juga merupakan jaminan kecukupan energi bagi ternak. Suplementasi probiotik bermineral ternyata tidak berpengaruh ($P < 0.05$) terhadap produksi VFA dalam rumen, bahkan produksi VFA pada perlakuan penambahan probiotik bermineral

Zn (A) dan Cr (B) terlihat sedikit lebih rendah dari batas minimal produksi VFA optimal untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen yaitu 80 mM. Di sisi lain ternyata kedua perlakuan ini justru menghasilkan pertambahan bobot badan yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain.

Tabel 5. Produksi VFA, NH₃, AFA dan Pertambahan Bobot Badan Domba

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
Produksi VFA (mM)	86.33	79.24	79.24	67.65
Produksi NH ₃ (mM)	8.97 ^a	6.92 ^a	14.17 ^b	9.10 ^a
Fosfatase alkalis (U/L)	590.1	527.3	608.0	535.5
PBB (g/hari)	131	161	144	136

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Hal ini berarti rendahnya VFA kemungkinan digunakan sebagai sumber energi mikroba untuk sintesis protein atau telah mengalami penyerapan dalam rumen. Tingginya fosfatase alkalis pada perlakuan B juga menandakan bahwa terjadi sintesis / pertumbuhan pada sel-sel dalam tubuh ternak

5.3. Pengujian Efek Suplementasi Probiotik Bermineral dalam Meningkatkan Produksi Susu dan Kesehatan pada Sapi Perah.

Produksi dan kualitas susu sapi sangat ditentukan oleh kondisi fisiologis sapi, bobot badan, kualitas pakan. Kondisi fisiologis sapi perah seperti periode beranak atau umur dan bulan laktasi sangat berpengaruh pada fluktuasi produksi dan kualitas susu. Bobot badan awal akan menentukan tingkat konsumsi pakan sapi perah, sedangkan kualitas pakan berpengaruh pada jumlah nutrisi yang dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Jadi bobot badan dan kualitas pakan akan menentukan jumlah nutrisi yang tersedia sebagai bahan baku sintesis susu.

5.3.1 Konsumsi dan Kecernaan

Pengaruh suplementasi probiotik bermineral terhadap kecernaan dan konsumsi bahan kering dan bahan organik ransum disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Konsumsi dan Kecernaan Bahan Kering serta Bahan Organik Ransum Sapi Perah

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
Konsumsi BK (g/hari)	13.68	14.50	13.74	13.02
BO (g/hari)	12.51	13.79	13.01	12.48
Kecernaan BK (%)	57.19	57.16	60.15	59.17
Kecernaan BO (%)	60.21	62.17	67.58	60.25

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Suplementasi probiotik bermineral tidak berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap kecernaan dan konsumsi bahan kering dan bahan organik ransum. Meskipun demikian dilihat dari nilai rata-rata kecernaan bahan kering dan bahan organik cenderung meningkat pada penambahan probiotik bermineral Zn (A) dan Zn+Cr (B). Hal ini senada dengan hasil penelitian pada domba.

5.3.2. Kualitas Susu

Protein, lemak dan laktosa adalah tiga nutrisi utama yang terdapat dalam air susu. Protein dan laktosa kadarnya dipertahankan tetap di dalam susu, sedangkan lemak kadarnya berubah tergantung pasokan bahan baku sintesis lemak susu.

Tabel 7. Kadar BK, SNF, Lemak, Protein dan Laktosa Susu Sapi Perah

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
SNF (%)	8.31	8.48	7.82	8.70
Lemak (%)	3.87 ^a	3.56 ^a	4.63 ^b	4.20 ^a
Protein (%)	3.26	3.37	3.52	3.30
Laktosa (%)	5.05	5.04	6.26	5.71

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Pengaruh suplementasi probiotik bermineral terhadap kualitas susu disajikan pada Tabel 7. Pada penelitian ini kadar lemak dan laktosa tertinggi dicapai oleh perlakuan penambahan probiotik bermineral Zn+Cr (B). Subiyatno *et al.* (1996), menyatakan bahwa Cr mampu meningkatkan konsentrasi IGF-I yang berperan membantu meningkatkan uptake glukosa oleh sel kelenjar ambing. Seperti telah diketahui pada sintesis lemak susu pada ternak ruminansia ketersediaan glukosa tidak kalah penting dibandingkan ketersediaan asam lemak sebagai bahan baku sintesis susu. Glukosa juga merupakan sumber α -gliserol bagi sintesis lemak susu. Selain itu melalui siklus pentosa fosfat glukosa dibutuhkan untuk mereduksi NADP^+ sehingga menghasilkan NADPH (Collier, 1985). Telah dikemukakan sebelumnya bahwa setiap pemanjangan 2 rantai C pada sintesis asam lemak dibutuhkan 2 molekul NADPH. Berdasarkan hal tersebut diatas dapatlah dimengerti bahwa kadar lemak susu akan meningkat dengan meningkatnya pasokan glukosa ke dalam sel kelenjar ambing. Untuk lebih jelasnya tentang peranan glukosa dalam sintesis lemak susu dapat dijelaskan dalam Ilustrasi 1

5.3.3. Produksi susu dan Produksi Nutrien Susu

Seperti telah dikemukakan di muka bahwa besarnya produksi susu merupakan gambaran ketersediaan bahan baku sintesis komponen susu mencapai sel kelenjar ambing. Bahan baku tersebut antara lain glukosa, asam amino, asam lemak, asetat, β -hidroksi butirat, dan mineral (Collier, 1985). Pengaruh suplementasi probiotik bermineral terhadap kualitas susu disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Produksi susu dan Produksi Nutrien Susu Sapi Perah

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
Produksi susu (kg/hr)	14.37 ^a	17.30 ^b	16.03 ^b	13.77 ^a
Prod. Susu 4% FCM (kg/hr)	14.06 ^a	16.20 ^b	17.67 ^b	14.58 ^a
Prod. Lemak susu (g/hr)	548 ^a	576 ^a	819 ^b	616 ^a
Prod. Protein susu (g/hr)	460	545	624	479
Prod. Laktosa susu (g/hr)	706 ^a	821 ^b	1106 ^c	840 ^b

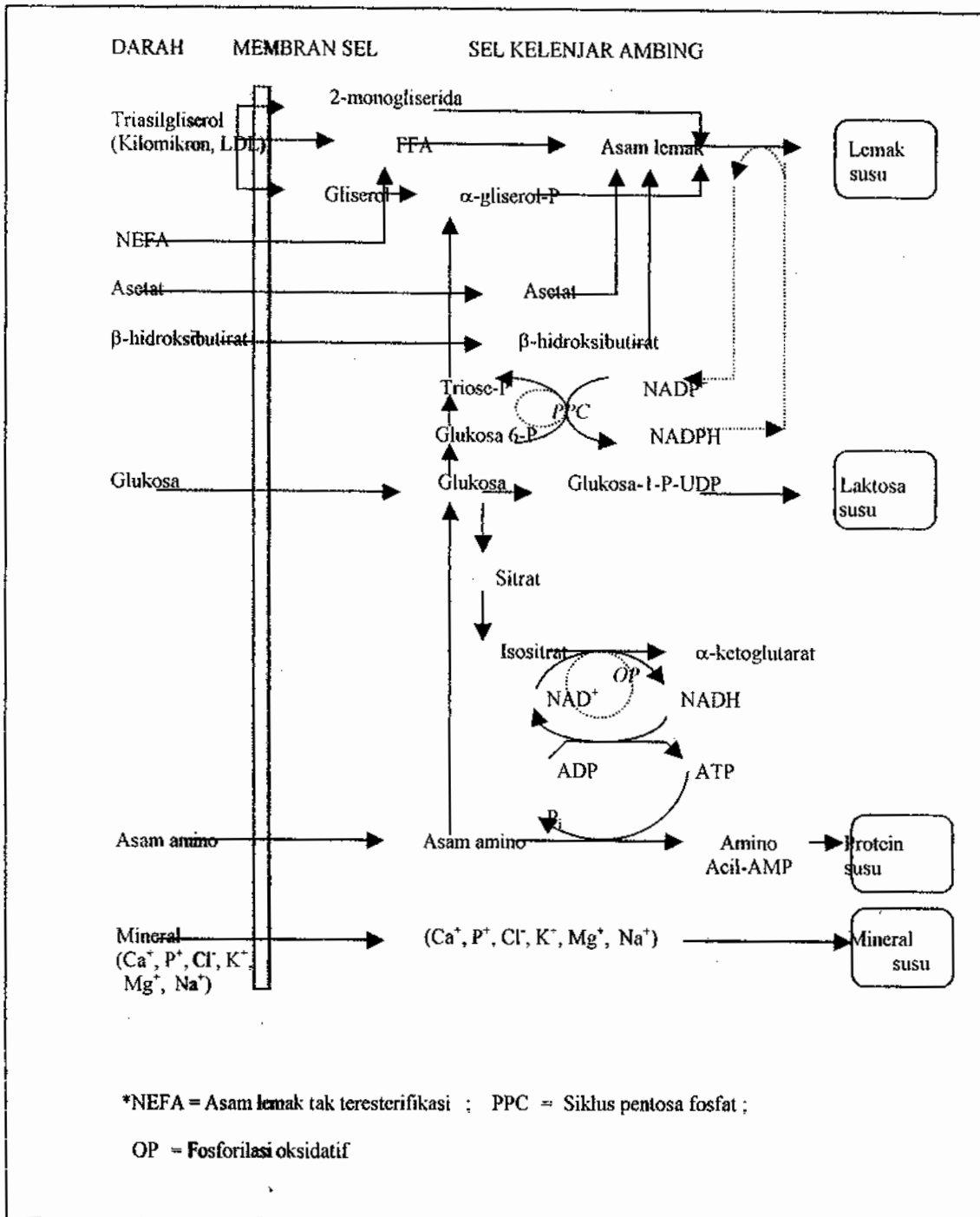
* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Pada tabel tersebut terlihat bahwa pemberian probiotik bermineral ternyata mampu menghasilkan produksi susu dan produksi nutrisi susu lebih tinggi dibanding kontrol. Produksi susu 4% FCM, produksi lemak susu, protein susu dan laktosa susu secara konsisten paling tinggi dicapai oleh perlakuan suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr.

Telah dijelaskan di muka bahwa peran Cr dalam meningkatkan uptake glukosa oleh sel kelenjar ambing merupakan kunci peningkatan kadar lemak susu. Schwartz dan Mertz (1959) mengemukakan bahwa Cr bekerja dalam bentuk fisiologis berupa faktor toleransi glukosa (*Glucose Tolerance Factor*, GTF). Anderson dan Kozlovsky (1985) menyatakan kerja GTF pada sistem transport glukosa dan asam amino adalah meningkatkan pengikatan insulin dengan reseptor spesifiknya pada organ target. Saat insulin mengikat reseptor spesifiknya, uptake seluler glukosa dan asam amino dipermudah, dalam hal ini fungsi GTF adalah meningkatkan efektifitas potensi insulin.

Pada sel kelenjar ambing hewan ruminansia uptake glukosa tidak ditentukan oleh insulin melainkan oleh *Insulin Like Growth Factor 1*, IGF-I (Collier, 1985; McGuire *et al.*, 1995). Namun demikian insulin sangat dibutuhkan untuk pengambilan asam amino khususnya asam aspartat, valin, isoleusin, leusin dan tirosin (Laarveld *et al.*, 1981). Hasil penelitian Fleet dan Mephram (1985) mendapatkan bahwa selain asam amino di atas, asam amino lain yang uptake selulernya ke dalam sel kelenjar ambing meningkat oleh perlakuan infusi insulin adalah metionin, lisin, asam glutamat, treonin, asparagin dan serin. Asam amino baik yang esensial maupun non esensial dibutuhkan untuk sintesis protein susu. Asam amino juga dapat diubah menjadi glukosa dan digunakan untuk sintesis laktosa susu khususnya yang bersifat glukogenik.

Peran glukosa selain merupakan bahan baku sintesis lemak susu seperti yang telah dijelaskan di depan juga merupakan bahan baku utama sintesis laktosa susu. Laktosa adalah karbohidrat utama dalam susu. Sintesis laktosa membutuhkan laju serapan glukosa 2 kali lipat (Annison *et al.*, 1974). Hal ini bisa dimengerti karena untuk membentuk 1 molekul laktosa dibutuhkan 2 molekul glukosa. Laktosa juga merupakan nutrisi dalam susu yang bertanggung jawab mempertahankan keseimbangan tekanan osmotik antara darah dan lumen susu. Dengan demikian produksi laktosa mempengaruhi volume air yang dialirkan ke dalam lumen susu dan selanjutnya menentukan volume produksi susu yang dihasilkan. Ilustrasi 1 menggambarkan metabolisme nutrisi utama dalam sel sekretoris kelenjar ambing.



Ilustrasi 1. Metabolisme nutrisi utama dalam sel sekretoris kelenjar ambing.

5.3.4. Parameter Kesehatan Sapi Perah

Dalam penelitian ini kesehatan sapi perah diukur melalui jumlah sel somatic yang ada dalam air susu. Hal ini didasarkan pada asumsi bahwa peradangan ambing atau mastitis akan menyebabkan sejumlah sel sekretoris mengalami kerusakan dan luruh ke dalam susu, sehingga tingginya jumlah sel somatic dalam air susu (*Somatic Cell Count, SCC*) dapat dijadikan indikasi adanya mastitis. Parameter lain yang digunakan adalah limfosit dan leucosit yaitu peubah yang dapat menggambarkan respons ternak terhadap infeksi dalam membangun sistem kekebalan ternak. Pengaruh suplementasi probiotik bermineral terhadap kualitas susu disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah Sel Somatik (SCC), Kadar Limfosit dan Leukosit Darah

Parameter	Perlakuan			
	K	A	B	C
SCC (10^3 sel / ml)	252.2 ^c	224.0 ^b	204.2 ^b	150.6 ^a
Limfosit (% leucosit)	60.25	46.75	56.67	53
Leukosit	4.63	5.01	3.65	4.35

* Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata ($p < 0.05$).

Terlihat jumlah sel somatic (SCC) menurun dengan penambahan probiotik bermineral. Penambahan probiotik bermineral Zn telah mampu menurunkan jumlah sel somatic dalam air susu sebanyak 11.18% (252.2 vs 224.0 x 10^3 /ml), sedangkan suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr dan Zn+Cr+Se masing-masing menghasilkan penurunan masing-masing sebesar 19.02% dan 40.28%.

Groff dan Gropper (2000) menyatakan bahwa peranan Zn dalam sistem kekebalan antara lain adalah menjaga stabilitas membran sel khususnya lipoprotein dan thiol (SH) yang berfungsi menjaga kerusakan sel dari gugus peroksida. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Harmon dan Torre (1997) bahwa defisiensi Zn akan menyebabkan puting susu mengeras, rapuh, pecah dan mudah terinfeksi bakteri patogen. Sedangkan fungsi Cr lebih banyak mendukung dalam sintesis antibodi dan peningkatan respons blastogenik (*lympocit blastogenesis*) terhadap stimulan (Spears (1999). Pengaruh selenium terhadap kekebalan humoral dijelaskan oleh Combs dan Combs (1986). Selenium mempunyai peran dalam

peningkatan sel-sel B yang berperan dalam sistem kekebalan humoral. Sel-sel B bertanggung jawab terhadap sintesis immunoglobulin G (IgG). Di samping itu selenium juga berperan pada peningkatan sel T yang berfungsi dalam sistem kekebalan yang diperantarai oleh sel. Selenium juga berfungsi meningkatkan aktivitas sel-sel fagosit (makrofag dan neutrofil). Peran fungsi sel-sel B sangat dipengaruhi oleh sel T dan makrofag.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Suplementasi probiotik bermineral Zn, Cr dan Se mampu meningkatkan fermentabilitas ransum dalam rumen baik pada domba maupun pada sapi perah.
2. Suplementasi probiotik bermineral Zn saja pada domba menghasilkan pertambahan bobot badan tertinggi.
3. Suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr menghasilkan produksi dan kualitas susu tertinggi pada percobaan pada sapi perah.
4. Suplementasi probiotik bermineral Zn+Cr+Se menghasilkan tingkat kesehatan terbaik yang dicerminkan oleh rendahnya jumlah sel somatic dalam air susu.

6.2. Saran

Pada pemeliharaan domba untuk produksi daging, pemberian probiotik bermineral Zn sebanyak 20 ppm sudah cukup untuk menghasilkan pertambahan bobot badan diatas 100 gram per hari. Sedangkan penggunaannya pada sapi perah minimal harus diberikan dalam bentuk kombinasi 2 macam probiotik bermineral yaitu Zn+Cr. Pemberian campuran probiotik bermineral Zn+Cr+Se cocok diberikan pada peternakan sapi perah rakyat dimana sanitasi belum dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akin, D.E. and W.S. ~~Borneman~~. 1990. Role of rumen fungi in fiber digestion. Symposium : Rumen microbial ecology and nutrition. J. Dairy Sci. 73(10): 3023-3032
- Amin, M. 1997. Pengaruh Penggunaan Probiotik *Saccharomyces cerevisiae* dan *Aspergillus oryzae* Dalam Ransum Pada Populasi Mikroba, Aktivitas Fermentasi Rumen, Kecernaan, dan Pertumbuhan Sapi Perah Dara. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Anderson, R.A. 1987. Chromium. In : Elements in Human and Animal Nutrition. 5th ed. Academic Press, San Diego, CA. p.225
- Anderson, R.A and A.S. Kozlovsky. 1985. Chromium intake, absorption and excretion of subject consuming self-selected diets. Am.J. Cli. Nutr. 41. 1177 - 1183.
- Annison, E.F., R. Bickersstaffe, and J.L. Linzell. 1974. Glucose and fatty acid metabolism in cow producing milk of low fat content. J. agric. Sci. Camb. 82 : 87.
- Arthur, J. R. 1997. Non-Glutathione Peroxidase Functions of Selenium. Pp. 143 – 154. In : Biotechnology in Feed Industry. Proc. Alltech's 13th Annual Symposium. T.P. Lyons and K.A. Jacques eds. Nottingham University Press, Nottingham.
- Beharka, A.A., T.G. Nagaraga, and J.L. Morril. 1990. Ruminant microbial and metabolic development in young calves fed calf starter supplemented with *Aspergillus oryzae* extrac. J. Dairy Sci., 73 (Suppl), 220 (Abstract).
- Berdanier, Carolyn D. 1998. Advanced Nutrition. Micronutrients. CRC Press LLC, Florida.
- Burton, J.L., B.A. Mallard and D.N. Mowat. 1993. Effect of supplemental Chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. J. Anim. Sci. 71 : 1532.
- Cho, W.T., I.K. Han, B.J. Chae, Y.K. Han and J. Odle. 2000. Effects of Chromium picolinate, L-carnitine and thyroxine on the growt performance, nutrient digestibility and nitrogen balances in pig weaned at 21 days of age. Asian-Australian J. An. Sci. (suppl.) 12 : 30.
- Collier, R.J. 1985. Nutritional metabolic, and enviromental aspects of lactation. In : Lacion (Eds. B.L. Larson). The Iowa State University Prss-Ames. p. 103-110.
- Combs, G.F. and S.B. Combs. 1986. The Role of Selenium in Nutrition. Academic Press, Inc. London.
- Dawson, K.A. 1993. Current and future role of yeast culture in animal production : A Review of research over the last seven years. P. 269 – 291. In : T.P. Lyons (ed). Biotechnology in feed industry. Vol. IX. Alltech Technical Publications, Nicholasville, K. Y.

- Direktorat Jendral Bina Produksi Peternakan, 2001. Buku Statistik Peternakan. Jakarta.
- Fleet, I.R. and T. B. Mephram. 1985. Mammary uptake of amino acids and glucose throughout lactation in Friesland sheep. *J. Dairy Res.* 52 :228-237
- Gomez-Alarcon, R., C. Dudas, J.T. Huber. 1990. Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. *J. Dairy Sci.* 73 : 703 – 710.
- Groff, J.L. and S.S. Gropper. 2000. Advanced Nutrition an Human Metabolism. Third Edition. Wadsworth Thomson Learning. Belmont, C.A. USA.
- Harmon, R.J. and P.M. Toore. 1997. Economic Implications of Copper and Zinc Proteinates : Role in Mastiits Control. In : *Biotechnology in Feed Industry. Proc. Alltech 13th Annual Symposium.* T.P. Lyons and K.A. Jaquques Eds. Nottingham University Press. Nottingham.
- Hughes, J. 1988. The effect of high strength yeast culture in the diet of early weaned calves. *Anim. Prod.*, 46 (Suppl.), 526 (Abstract).
- Kamen, B. 1990. Chromium. Diet, Supplement and Exercise Strategy. Nutrition Encounter, Inc. Novato. California.
- Knowles, S.O., N.D. Grace, K. Wurms and J. Lee. 1999. Significance of amount and form of dietary selenium on blood, milk, and casein concentration in grazing cows. *J. Dairy Sci.* 82 : 429 – 437.
- Laarveld, B., D.A.Christensen and R.P.Brockman. 1981. The effect of insulin on net metabolism of glucose and amino acids by the bovine mammary gland. *J.Endocrinol.* 108: 2217.
- Linder, M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Little, D.A. 1986. The Mineral Content of ruminant Feeds and the Potential for Mineral Supplementation in South-East Asia with Particular Reference to Indonesia. In : *Ruminant Feeding System Utilizing Fibrous Agricultural Residues.* R.M. Dixon ed. International Development Program of Australian University and Colleges, Canberra.
- Mahan, D.C. 1995. Selenium metabolism in animals : What role does selenium-yeast have ?. *Alltech. Asia-Pasific Lecture Tour.*
- McGuire, M.A. ; J.M.Griinari ; D.A.Dwyer and D.E.Bauman. 1995. Role of insulin in the regulation of immunosynthesis of fat and protein. *J.Dairy Sci.* 78: 816-824
- Mördenti, A., A. Piva and G. Piva. 1997. The European perspective on organic Chromium in animal nutrition.. *Proc. Alltech's 13th annual Symp.* Hal 227.

- Muktiani, A., F. Wahyono, Sutrisno, K.G. Wiryawan dan T. Sutardi. 2003. Sintesis Probiotik Bermineral Untuk Memacu Pertumbuhan dan Meningkatkan Produksi serta Kesehatan Sapi Perah. Laporan Penelitian Hibah Pekerti Angkatan I Tahun I. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Muktiani, Anis. 2002. Penggunaan Hidrolisat Bulu Ayam dan Sorgum serta Suplemen Kromium Organik Untuk Meningkatkan Produksi Susu Pada Sapi Perah. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Muktiani, Anis dan B.I.M. Tampubolon, 2001. Produksi Mineral Organik Berbasis Metabolik Promotor Sintesis Susu Sebagai Upaya Revitalisasi Usaha Peternakan Sapi Perah. Laporan Akhir Penelitian DCRG. Fakultas Peternakan UNDIP. Semarang.
- National Research Council. 1985. Nutrient Requirements of Sheeps. 6th Revised Edition. National Academic Press. Washington D.C.
- National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Edition. National Academic Press, Washington D.C.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. National Academic Press, Washington D.C.
- Offer, N.W. 1990. Maximising fiber digestion in the rumen . In : Roy Fuller (Ed). Probiotics the Scientific Basis. Chapman and Hall. London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Offenbacher, E.G., H. Spencer, H.J. Dowling and F.X Pi-Sunier. 1986. Metabolic Chromium Balances in Men. Am. J. Cli. Nutr. 44 : 77.
- Piva, G., S. Belladonna, G. Fusconi and F. Sicbaldi. 1993. Effect of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood component, and milk manufacturing properties. J. Dairy Sci. 76 : 2717.
- Reed, G., and T.W. Nagodawithana. 1991. Yeast Technology. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Rose, A.H. 1987. Probiotics for Ruminants. In : Wallace and Newbold Ed. Probiotics The Scientifics Basis. Chapman and Hall. London, New York, Tokyo. Melbourne, Madras. P. 326.
- Samadi. 2002. Probiotik Pengganti Antibiotik dalam Pakan Ternak. Kompas, 13 September 2002. Jakarta.
- Schwarz, K and Mertz, W. 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. Arch. Biochem. Biophys., 85: 292.

- Siti, N.W. 1996. Pengaruh Ragi Tape Sebagai Sumber Probiotik pada Kecernaan Ransum, Aktivitas Fermentasi dan Populasi Mikroba Rumen Kerbau. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Spears, J.W. 1999. Reevaluation of the Metabolic Essentiality of the Minerals Review. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 12 : 1002.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1981. Principles and Procedures of Statistic. Mc Grow Hill Book Co. Inc. N.Y.
- Subiyatno, A., D.N. Mowat and W.Z. Yang. 1996. Metabolite and hormonal responses to glucose or propionat infusions in periparturient dairy cows supplemented with Chromium. J. Dairy Sci. 79 : 1436-1445.
- Sutardi, T. 1994. Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia melalui Amoniasi Pakan Serat Bermutu Rendah, Defaunasi dan Suplementasi Sumber Protein Tahan Degradasi Dalam Rumen. Laporan Penelitian Hibah Bersaing 1993/1994. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutardi, T. 2001. Revitalisasi Peternakan Sapi Perah Melalui Penggunaan Ransum Berbasis Limbah Perkebunan dan Suplemen Mineral Organik. Laporan Akhir RUT VIII.1 Tahun Anggaran 2001. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Sutrisno, C.I. 1983. Pengaruh Minyak Nabati dalam Mengatasi Defisiensi Zn pada Sapi yang Memperoleh Ransum berbahan Dasar Jerami Padi. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Tilley, J.M.A and R.A.Terry. 1963. Two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J.British Grasslandsoc. 18: 104
- Windish, W., S. Gabler and M. Kirchgessner. 1998. Effect of selenite, selenocysteine and selenomethionine on the selenium metabolism of Se labeled rats. J. Anim. Physio. Anim. Nutr. 78 : 67 – 74.
- Yoon, I.K. and M.D. Stern. 1996. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. J. Dairy Sci. 79 : 411 – 417.