

Pengembangan Rekayasa Rumen Berbasis Suplemen Biomineral dan Multi Mineral dalam Meningkatkan Fermentabilitas dan Optimalisasi Lingkungan Rumen Melalui Pendekatan Sidik Jari DNA

RINGKASAN

Swasembada daging dan susu nasional merupakan program pemerintah yang telah dicanangkan untuk dapat dicapai dalam waktu dekat yaitu tahun 2010. Namun diyakini bahwa hal tersebut terkendala oleh rendahnya produktivitas ternak akibat rendahnya kualitas pakan dan tidak idealnya imbangannya asupan nutrisi serta masih tingginya stres ternak di kawasan tropis. Selain itu, masih kurangnya perhatian tentang imbangannya mineral yang harus ditambahkan sebagai pendukung dan penentu produktivitas ternak baik dalam bentuk mineral tunggal maupun multi mineral.

Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi. Suhu lingkungan yang melebihi 25 °C dan kelembaban lebih dari 80% menyebabkan stress panas pada ternak. Stress panas ini akan berpengaruh negatif terhadap konsumsi pakan, produksi susu, pertumbuhan, resistensi terhadap penyakit, reproduksi dan metabolisme energi. Penurunan konsumsi dalam lingkungan panas merupakan faktor utama yang berpengaruh negatif terhadap produktivitas ternak.

Kajian-kajian sebelumnya menunjukkan bahwa suplementasi biomineral dalam bentuk mineral organik dapat meningkatkan ketahanan ternak terhadap stress panas dan dapat meningkatkan bobot badan unggas hingga 50 gram/ekor. Secara umum, suplementasi mineral dapat : (1) mengurangi defisiensi unsur mikro maupun makro, (2) meningkatkan efisiensi pencernaan pakan, (3) meningkatkan produktivitas ternak dan (4) menekan tingkat stress ternak yang disebabkan oleh lingkungan. Hingga saat ini kajian tentang suplementasi mineral baru pada tingkat peningkatan fermentabilitas dan absorpsivitas mineral oleh ternak. Perlu dilakukan kajian lebih mendalam tentang efektivitas suplemen biomineral dalam bentuk mineral tunggal maupun multi mineral terkait dengan dinamika komunitas rumen secara genetika menggunakan pendekatan sidik jari DNA sebagai gambaran variabilitas rumen hasil suplementasi untuk pengembangan rekayasa rumen.

Kemajuan biologi molekuler telah menghasilkan metode-metode yang potensial untuk mempelajari keanekaragaman genetik ternak dan spesies mikroorganisme rumen. Perkembangan terkini yang didasarkan pada teknik biologi molekuler merupakan strategi yang cepat dan akurat untuk memonitor, menemukan dan mengidentifikasi bakteri baru dan gen katabolik. Aplikasi teknik ini mampu meningkatkan pemahaman tentang potensi genetik ternak serta komposisi, filogeni, dan fisiologi komunitas mikroorganisme di dalam rumen.

Pendekatan molekuler ini dapat menggambarkan secara penuh komunitas total bakteri rumen hingga tingkat spesies secara langsung tanpa pembiakan terlebih dahulu. Sehingga dominasi/penentu efektivitas rumen dapat digambarkan secara penuh. Lebih lanjut, informasi ini untuk merunut mikroorganisme-mikroorganisme unggulan dan sebagai dasar dalam teknologi rekayasa rumen. Metode yang lazim digunakan dalam kajian ini adalah PCR-RISA (*Polymerase Chain Reaction-Ribosomal Intergenic Spacer Analysis*)

Sinergisme antara suplementasi mineral dan fermentabilitas rumen secara langsung akan meningkatkan performa dan produktivitas ternak. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam tiga tahun (tahun 2009 dan 2011). Beberapa hasil kajian yang diperoleh pada tahun pertama (2009) adalah : (1) telah diperoleh 12 isolat bakteri

tunggal yang mampu beradaptasi dengan baik terhadap media yang mengandung mineral Co,Cu,Zn dan Mn pada dosis tinggi dan potensial sebagai sumber probiotik pencernaan serat; (2) telah dikembangkan biomineral Co,Cu,Zn dan Mn pada media susu steril yang memiliki nilai aplikasi dan ekonomis tinggi; (3) telah dihasilkan biomineral Co,Cu,Zn dan Mn pada substrat susu steril, cr-organik dari kapang rhizopus pada substrat kedelai dan campuran mix mineral pada dosis stok 200x; dan (4) berdasarkan hasil kajian *in vitro*, suplementasi produk biomineral pada substrat jerami padi dan rumput gajah akan meningkatkan rata-rata nilai VFA dan NH₃.

Lebih lanjut, penelitian tahun kedua (2010), diarahkan pada : (1) Implementasi produk mineral dan bakteri pencernaan serat yang mempunyai adaptabilitas tinggi pada mineral dosis tinggi ini secara *in vivo*, (2) Kajian fermentabilitas pakan di rumen dan optimalisasi rumen dari pedet tersebut, (3) kajian efektivitas absorpsi mineral dari pedet perlakuan dan (4) peruntukan identitas isolat yang disuplementasi pada pedet menggunakan PCR.

Kata Kunci : biomineral, multi-mineral, PCR-RISA

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi. Suhu lingkungan yang melebihi 25 °C dan kelembaban lebih dari 80% menyebabkan stress panas pada ternak. Stress panas ini akan berpengaruh negatif terhadap konsumsi pakan, produksi susu, pertumbuhan, resistensi terhadap penyakit, reproduksi dan metabolisme energi. Penurunan konsumsi dalam lingkungan panas merupakan faktor utama yang berpengaruh negatif terhadap produktivitas ternak. Selain itu, masih kurangnya perhatian tentang imbalan mineral yang harus ditambahkan akibat banyaknya defisiensi sumber-sumber mineral dari pakan-pakan tropis yang semakin memperparah produktivitas ternak.

Stress panas akan menurunkan kadar plasma Ca, Mg, Na, K dan enzim alkaline phosphatase pada sapi dara dan induk sehingga kebutuhan ternak terhadap mineral Na dan K meningkat (Beede and Collier, 1986; Schneider *et al.*, 1986). Selain itu, defisiensi mineral mikro menyebabkan berbagai masalah dan membatasi tingkat produksi ternak. Unsur Zn dan Cu sering ditemukan defisien pada ternak ruminansia (Suryahadi and Pilliang, 1996). Kadar Zn pada sebagian besar pakan di Indonesia tidak mencukupi kebutuhan untuk menunjang produksi ternak yang optimum. Tampilan produksi sapi perah jantan meningkat dengan suplementasi Zn (Hartati, 1998).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suplementasi mineral organik lebih baik dari pada mineral inorganik. Pada ternak ruminansia mineral selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan ternak juga untuk kebutuhan mikroba rumen. Apabila terjadi defisiensi mineral maka aktivitas fermentasi mikroba rumen tidak berlangsung optimal sehingga tingkat pemanfaatan pakan menjadi rendah, yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas ternak. Kromium (Cr) merupakan mineral esensial yang berperan penting di dalam metabolisme karbohidrat protein dan lemak. Menurut Linder (1992), bahwa Cr merupakan komponen aktif dari GTF (*Glucose Tolerance Factor*) yang tersusun dari Cr³⁺ dengan dua molekul asam nikotinat dan tiga asam amino yang terkandung dalam glutathion yaitu glutamat, glisin dan sistein. Kromium dalam bentuk GTF dapat meningkatkan aktivitas hormon insulin yang memegang peranan penting dalam transport glukosa dan asam amino (Lion, 1995). Kromium juga dibutuhkan dalam metabolisme lemak dan protein. Defisiensi Cr dapat menyebabkan hiperkolesterolemia dan arterosklerosis serta rendahnya inkorporasi asam amino pada protein hati.

Suplementasi Cr ke dalam pakan lebih menguntungkan apabila diberikan dalam bentuk Cr organik. Kromium anorganik bersifat racun terutama yang berbentuk heksavalen (Cr^{6+}) walaupun tingkat penyerapannya di usus tinggi, sedangkan bentuk trivalen (Cr^{3+}) yang tidak beracun sangat sulit diserap. Dalam beberapa kasus, Cr anorganik yang dikonsumsi manusia lewat makanan 98% tidak diserap dan dikeluarkan lewat feses (Offenbacher *et al.*, 1986). Sebaliknya ketersediaan Cr organik cukup tinggi antara 25 sampai 30% (Mordenti *et al.*, 1997).

Moonsie dan Mowat (1993) mengungkapkan bahwa penambahan Cr ragi pada anak sapi yang mengalami stress dengan menggunakan beberapa tingkatan suplementasi (0.2, 0.5 dan 1 ppm) diperoleh peningkatan berat badan dan konsumsi pakan masing-masing sebesar 29 dan 15% dibandingkan dengan kontrol selama 30 hari pertama di feedlot. Jayanegara (2003) melakukan uji *in vitro* ransum yang disuplementasi Cr organik dan anorganik pada level 1, 2, 3 dan 4 ppm dapat meningkatkan produksi total VFA dan menurunkan NH_3 . Suplementasi Cr organik lebih efisien dari pada suplementasi dalam bentuk anorganik. Level terbaik penggunaan Cr dalam penelitian tersebut adalah 4 ppm.

Kajian-kajian yang dilakukan difakultas peternakan Institut Pertanian Bogor menunjukkan bahwa suplementasi biomineral dalam bentuk mineral Cr organik dapat meningkatkan ketahanan ternak terhadap stres panas dan dapat meningkatkan bobot badan unggas hingga 50 gram/ekor. Secara umum, suplementasi mineral dapat : (1) mengurangi defisiensi unsur mikro maupun makro, (2) meningkatkan efisiensi pencernaan pakan, (3) meningkatkan produktivitas ternak dan (4) menekan tingkat stres ternak yang disebabkan oleh lingkungan.

Kemajuan biologi molekuler telah menghasilkan metode-metode yang potensial untuk mempelajari keanekaragaman genetik ternak dan spesies mikroorganisme rumen. Perkembangan terkini yang mendasarkan pada teknik biologi molekuler merupakan strategi yang cepat dan akurat untuk memonitor, menemukan dan mengidentifikasi bakteri baru dan gen katabolik. Aplikasi teknik ini mampu meningkatkan pemahaman tentang potensi genetik ternak serta komposisi, filogeni, dan fisiologi komunitas mikroorganisme di dalam rumen.

Pendekatan molekuler ini dapat menggambarkan secara penuh komunitas total bakteri rumen hingga tingkat spesies secara langsung tanpa pembiakan terlebih dahulu. Sehingga dominasi/penentu efektivitas rumen dapat digambarkan secara penuh. Lebih lanjut, informasi ini untuk merunut mikroorganisme-mikroorganisme unggulan dan

sebagai dasar dalam teknologi rekayasa rumen. Metode yang lazim digunakan dalam kajian ini adalah PCR-RISA (*Polymerase Chain Reaction-Ribosomal Intergenic Spacer Analysis*)

Metode sidik jari DNA umumnya didasarkan pada informasi genetik operon ribosomal yang dapat diperoleh dengan cara ekstraksi langsung dari cuplikan lingkungan. Gen sasaran kemudian diamplifikasi menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan fragmen yang teramplifikasi dapat dibedakan berdasarkan ukuran maupun urutan basanya (Ranjard *et al.*, 2000). Salah satu metode sidik jari DNA yang mudah dan telah banyak digunakan adalah *ribosomal intergenic spacer analysis* (RISA). Dalam metode ini dilakukan amplifikasi daerah *intergenic spacer* (IGS) yang terletak antara gen *rrs* dan *rrl*. Metode ini bahkan dapat digunakan untuk membedakan galur spesies bakteri yang mempunyai kekerabatan dekat.

TUJUAN KEGIATAN

Jangka Pendek :

- (1) Optimalisasi produk biomineral dan multi mineral
- (2) Gambaran tentang suplementasi biomineral dan multi mineral terhadap fermentabilitas rumen
- (3) Gambaran tentang komunitas total bakteri rumen hasil suplementasi biomineral dan multi mineral secara *in vitro* menggunakan PCR-RISA
- (4) Untuk mendapatkan informasi tentang bakteri-bakteri utama sebagai penentu fermentabilitas rumen secara molekuler

Jangka Panjang :

- (1) Suplementasi biomineral dan multimineral secara *in vivo* pada ternak ruminansia untuk meningkatkan produktiitas ternak
- (2) Pengembangan teknologi rekayasa rumen berbasis suplemen
- (3) Pengembangan bioteknologi dengan pendekatan genetika rumen
- (4) Pengembangan produk biomineral dan multi mineral sebagai suplemen pakan.

KELUARAN

Keluaran Tahun Bejalan

1. Suplemen biomineral dan multi mineral yang bermanfaat dalam meningkatkan produktivitas ternak
2. Pola molekuler komunitas bakteri total rumen hasil suplementasi mineral
3. Informasi tentang bakteri-bakteri utama sebagai penentu fermentabilitas rumen secara molekuler

Keluaran Jangka Panjang

1. Karakteristik degrader-degrader utama rumen terkait dengan suplemen
2. teknologi rekayasa rumen berbasis suplemen
3. Aplikasi bioteknologi dalam pendalaman genetika rumen
4. Pengembangan produk biomineral dan multi mineral sebagai suplemen pakan
5. *Scaling Up* produk biomineral dan multi mineral

STUDI PUSTAKA

A. Kebutuhan Mineral di Kawasan Tropis

Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi. Suhu lingkungan yang melebihi 25 °C dan kelembaban lebih dari 80% menyebabkan stress panas pada sapi (Toharmat *et al.*, 1996). Stress panas berpengaruh negatif terhadap konsumsi pakan, produksi susu, pertumbuhan, resistensi terhadap penyakit, reproduksi dan metabolisme energi (Collier *et al.*, 1982). Penurunan konsumsi dalam lingkungan panas merupakan faktor utama yang berpengaruh negatif terhadap produktivitas sapi perah (Sanchesz *et al.*, 1994; Grant and Albright, 1995). Di negara beriklim temperate, tingginya suhu udara pada musim panas menurunkan produksi susu (Kume *et al.*, 1990). Produksi susu, kadar lemak dan proteinnya menurun jika rata-rata suhu udara bulanan lebih tinggi dari 22 °C. Penurunan produksi dan komposisi susu terlihat jelas jika rata-rata suhu udara bulanan melebihi 26 °C (Kume, 1994).

Beede dan Collier (1986) menyarankan beberapa pendekatan umum untuk meningkatkan produktivitas sapi perah yang mengalami stress panas, seperti halnya perlindungan fisik, peningkatan mutu genetik dan strategi manajemen pemberian pakan. Perlindungan fisik seperti pengandangan merupakan cara langsung, dan cukup efektif. Strategi pemberian pakan untuk meningkatkan kandungan energi dan zat makanan lainnya merupakan salah satu alternatif, seperti halnya penambahan lemak yang diproteksi dari fermentasi dalam rumen, peningkatan imbalan konsentrat terhadap hijauan, peningkatan frekuensi pemberian pakan, dan penambahan mineral buffer dalam pakan atau mineral lain yang meningkatkan efisiensi metabolisme.

Konsentrasi mineral darah dapat digunakan sebagai indikator status mineral pada ruminan. Stress panas menurunkan kadar plasma Ca, Mg, Na, K dan enzim alkaline phosphatase pada sapi dara dan induk (Beede and Collier, 1986; Schneider *et al.*, 1986). Peningkatan kebutuhan Na dan K terjadi pada sapi yang mengalami stress panas, karena Na dan K banyak diekskresikan melalui saliva dan keringat (ARC, 1980; Collier *et al.*, 1982). Penambahan NaHCO₃, KHCO₃ atau K₂CO₃ dalam ransum cukup efektif dalam meningkatkan konsumsi pakan, produksi susu dan komposisinya (Beede and Collier, 1986; Erdma, 1982). Rute utama ekskresi sebagian besar mineral, kecuali Na dan K, dalam kondisi lingkungan yang optimum, adalah melalui feces (ARC, 1980). Kebutuhan akan Ca, P dan Mg untuk hidup pokok meningkat pada suhu udara panas,

karena ekskresi Ca, P dan Mg melalui feces selama puasa pada suhu 27°C lebih tinggi 10-20% dari ekskresi mineral tersebut pada suhu 18°C (Kume *et al.*,1986b; Kume, 1991).

Komposisi mineral susu bervariasi karena pengaruh beberapa faktor, termasuk individu, bangsa, dan umur sapi, periode laktasi dan pakan yang diberikan. Stress panas menurunkan kadar Ca, P, Mg dan Na dalam susu sebesar 5-8% (Kume *et al.*,1989). Penurunan kadar Ca, P dan Mg dalam susu dapat disebabkan akibat menurunnya absorpsi dan mobilisasi mineral tersebut karena konsentrasi Ca, P inorganik (Pi) dan Mg dalam serum menurun sejalan dengan menurunnya kadar mineral tersebut dalam susu (Kume, 1991). Konsumsi mineral dan bahan kering pada sapi induk menurun jika suhu lingkungan melebihi 26°C (Kume *et al.*,1986a; Kume, 1991). Absorpsi dan retensi Ca, P dan Na pada sapi kering menurun pada suhu lingkungan 32°C (Kume *et al.*,1986a). Oleh karena itu koreksi atau penyesuaian kebutuhan sapi akan mineral dan konsentrasinya dalam pakan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan di daerah beriklim panas, seperti halnya Indonesia. Kume (1991) menyarankan peningkatan 10-20% kandungan mineral pakan untuk suhu lingkungan panas, karena terjadinya penurunan konsumsi pakan.

B. Suplementasi Mineral Organik

Defisiensi mineral mikro menyebabkan berbagai masalah dan membatasi tingkat produksi ternak. Unsur Zn dan Cu sering ditemukan defisien pada ternak ruminansia (Pilliang and Suryahadi, 1996). Kadar Zn pada sebagian besar pakan di Indonesia tidak mencukupi kebutuhan untuk menunjang produksi ternak yang optimum. Tampilan produksi sapi perah jantan meningkat dengan suplementasi Zn (Hartati, 1998). Toharmat *et al.* (2001) melaporkan bahwa suplementasi Zn pada tingkat 36 ppm meningkatkan antibody domba yang mendapat cekaman transportasi. Suplementasi Zn pada tingkat 20-30 ppm meningkatkan berat lahir anak sapi 17.8 menjadi 19.5 kg dan produksi susu sapi bali dari 1126 menjadi 1676 g FCM per hari (Putra, 1999).

Sifat antagonisme antara mineral esensial merupakan salah satu penyebab timbulnya gejala defisiensi beberapa mineral mikro di daerah marjinal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan mineral mikro, mineral organik lebih baik dari mineral inorganik. Suplementasi Zn-proteinat dan Cu-proteinat mencegah terbentuknya senyawa kompleks yang tidak larut dalam saluran pencernaan (Church, 1984). Suplementasi Zn-lysine dan Zn-methionine meningkatkan ketersediaan Zn untuk ternak dibandingkan ZnSO₄ (Rojas *et al.*, 1995).

Suplementasi Zn-proteinat komersial (35 ppm Zn) and Cu-proteinat (10,1 ppm Cu) baik tanpa maupun Mo (5 ppm Mo) telah dilakukan pada 30 anak domba dengan bobot awal 13,1 kg selama 8 bulan (Kardaya *et al.*, 2001). Hasil tersebut disajikan dalam Tabel 3. Hasil tersebut menggambarkan bahwa: (1) suplementasi meningkatkan laju fermentasi pakan dalam rumen, pencernaan, konsumsi pakan, penyerapan mineral dan laju pertumbuhan domba yang mendapat ransum hijauan tinggi; (2) Kombinasi suplementasi Zn dan Cu menunjukkan respon yang lebih baik; (3) Penambahan Mo mengurangi dampak positif dari suplementasi Zn atau Cu.

Respon pola fermentasi dalam rumen dan laju pertumbuhan terhadap suplementasi Se-proteinat telah dipelajari pada 18 ekor Persilangan Etawah selama 8 bulan (Sudrajat, 2000). Kecernaan BK dan BO *in vitro* tidak dipengaruhi suplementasi Se-proteinat. Namun Se-proteinat meningkatkan VFA cairan rumen *in vivo*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kambing toleran terhadap kadar Se ransum yang tinggi jika Se diberikan dalam bentuk Se-proteinat. Respon kambing terhadap suplementasi Se-proteinat disajikan dalam Tabel 4.

Prihandono *et al.* (2001), Suwito *et al.* (2001), and Muhtarudin *et al.* (2001a) telah mengembangkan mineral organik Zn-lysinate, Zn-PUFA (Zn + polyunsaturated fatty acids), Zn-PUFA-lysinate, dan Ca-PUFA di Bagian Nutrisi Ternak Perah, Fakultas peternakan Institut Pertanian Bogor. Prihandono *et al.* (2001) melaporkan bahwa Zn-lysinate meningkatkan konsumsi bahan kering pada domba. Penggunaan Zn-lysinate, dengan kombinasi bioplus probiotic atau bioplus probiotik + minyak ikan meningkatkan utilisasi N (Tabel 5). Suwito *et al.* (2001) melaporkan bahwa Zn-PUFA meningkatkan laju fermentasi yang mengarah pada penggunaan energi dan protein mikroba yang lebih baik pada sapi muda. Namun penggunaan Zn-PUFA menunjukkan pengaruh yang terbalik terhadap konsumsi dan pencernaan bahan kering.

Pengaruh suplementasi Zn-PUFA-lysinate terhadap penampilan persilangan Etawah tidak nampak jelas, namun penggunaan suplemen yang dikombinasikan dengan pemberian rumput gajah hasil amoniasi, penambahan hidrolisat bulu ayam dan daun ubi kayu (Tabel 6) menghasilkan pertumbuhan yang terbaik dengan lemah tubuh terendah dan metabolimanya (Muhtarudin, *et al.*, 2001a). Suplementasi Zn-PUFA-lysinate, yang dikombinasikan dengan ransum yang telah diperbaiki nutrisinya tidak mempengaruhi produksi susu, protein, lemak dan padatan tanpa lemak, konsumsi bahan kering dan pencernaan bahan kering, bahan organik serta serat (Muhtarudin, *et al.*, 2001b). Namun

diduga bahwa suplementasi mineral tersebut dapat meningkatkan kandungan asam lemak esensial dalam susu.

Tabel 1. Rataan konsumsi, kecernaan dan karakteristik cairan rumen, pertambahan bobot badan domba yang mendapat ransum yang disuplementasi Zn dan Cu-Proteinat (Kardaya *et al.*, 2001).

	Perlakuan					
	Cont.	Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+Mo
Konsumsi (g/d):						
Bahan kering	644 ^a	711 ^b	677 ^b	651 ^a	662 ^a	695 ^b
Protein kasar	106 ^a	112 ^b	109 ^b	106 ^b	107 ^a	111 ^b
DE (MJ)	6.89 ^a	7.99 ^b	6.85 ^a	7.14 ^a	7.23 ^b	6.90 ^a
Cairan rumen:						
NH3 (mM)	10.20 ^a	12.80 ^b	12.30 ^b	12.15 ^b	11.40 ^a	11.50 ^a
Total VFA (mM)	36.04 ^a	61.52 ^b	38.22 ^a	32.49 ^a	35.82 ^a	31.90 ^a
C2/C3 Ratio	2.04 ^a	1.45 ^b	1.76 ^b	2.89 ^a	1.89 ^a	2.03 ^a
Kecernaan (%):						
Bahan kering	64.69	67.67	67.60	65.90	65.13	65.92
Protein kasar	71.86 ^a	81.02 ^b	82.50 ^b	79.72 ^b	77.55 ^a	77.72 ^a
Serat kasar	62.50 ^a	67.85 ^b	67.44 ^b	66.14 ^b	63.46 ^a	64.80 ^a
Retensi N (g/d)	5.73 ^a	10.63 ^b	10.43 ^b	8.78 ^b	7.34 ^a	6.52 ^a
Pbb (g/d)	63.14 ^a	83.71 ^b	74.57 ^b	60.00 ^a	56.57 ^a	76.85 ^b

Keterangan: Nilai pada baris yang sama dengan superskript berbeda, maka berbeda (P<0.05)

Tabel 2. Rataan konsumsi, kecernaan, karakteristik cairan rumen dan pertambahan bobot badan kambing peranakan Etawah yang ransumnya disuplementasi dengan Se proteinat (Sudrajat. 2001).

	Perlakuan		
	Kontroll	0.2 ppm Se	0.4 ppm Se
Konsumsi (g/d):			
Bahan kering	541	555	534
Protein kasar	81.64	83.21	81.45
DE (Kcal)	1.279	1.293	1.274
Cairan rumen:			
NH3 (mM)	13.56	17.77	17.29
Total VFA (mM)	39.47 ^b	80.00 ^a	74.67 ^a
Kecernaan (%):			
Bahan kering	69.96	68.78	68.99
Protein kasar	78.39	76.51	79.76
Serat kasar	56.51	54.19	55.03
Retensi N (g/d)	6.23	6.56	6.57
Pbb (g/d)	45.36	45.36	48.45

Keterangan: Nilai pada baris yang sama dengan superskript berbeda, maka berbeda (P<0.05)

Tabel 3. Rataan konsumsi, pencernaan, karakteristik cairan rumen dan penambahan bobot badan domba yang diberi ransum yang disuplementasi probiotik, Zn-lysinate dan minyak ikan (Prihandono *et al.*, 2001).

	Perlakuan			
	Kontrol	Probiotik	Probiotik +Zn-lysinate	Probiotik+Zn-lysinate+Minyak ikan
Konsumsi BK (g/d)	667 ^b	666 ^b	724 ^c	504 ^a
Cairan rumen:				
NH3 (mM)	2.34 ^b	1.70 ^a	2.34 ^b	0.78 ^a
Total VFA (mM)	38.5	44.6	77.2	51.2
C2/C3 Ratio	2.61	4.64	3.71	2.73
Kecernaan (%):				
Bahan kering	60.20 ^a	66.90 ^b	64.60 ^b	64.80 ^b
Protein kasar	98.00 ^a	62.10 ^b	63.50 ^b	62.00 ^b
Retensi N (g/d)	5.70 ^a	2.30 ^a	2.46 ^b	4.42 ^b
Pbb (g/d)	50 ^a	35 ^b	44 ^b	10 ^a

Keterangan: Nilai pada baris yang sama dengan superskript berbeda, maka berbeda (P<0.05); Pbb = penambahan bobot badan

Tabel 4. Ratan konsumsi zat makanan, komposisi tubuh, penambahan bobot badan kambing persilangan yang mendapat ransum yang disuplementasi hidrolisat bulu ayam, daun ubi kayu dan Zn-PUFA-lysinate (Muhtarudin *et al.*, 2001).

	Perlakuan				
	Kontrol	Rumput Alam (RA)	RA + Bulu ayam	RA + Bulu ayam+ Daun ubi	RA + Bulu ayam+ Daun ubi +Zn-PUFA
Konsumsi BK (g/d):	372 ^b	343 ^a	329 ^a	402 ^b	380 ^b
Kecernaan (%):					
Bahan kering	74.3 ^b	71.8 ^b	72.3 ^b	67.8 ^a	68.7 ^a
Protein kasar	72.0 ^b	70.6 ^b	66.8 ^a	62.2 ^a	64.7 ^b
Serat kasar	41.5 ^a	62.0 ^b	72.3 ^b	57.2 ^a	54.8 ^a
Pbb (g/d)	74.7 ^b	65.5 ^a	68.5 ^a	89.3 ^b	90.8 ^b
Komposisi tubuh (%):					
Air	58.5 ^b	58.6 ^b	58.5 ^a	54.5 ^a	58.6 ^b
Lemak	18.5 ^b	18.4 ^b	18.5 ^b	18.4 ^b	18.3 ^a
Protein	16.6 ^b	16.6 ^b	16.6 ^b	15.6 ^a	16.6 ^b
Mineral	4.14 ^a	4.15 ^b	4.14 ^a	4.14 ^a	4.15 ^b

Keterangan: Nilai pada baris yang sama dengan superskript berbeda, maka berbeda (P<0.05); RA= rumput gajah yang diamoniasi, Pbb = penambahan bobot badan..

C. Peran Kromium dan Pengaruh Suplementasi Kromium Organik

Pada ternak ruminansia mineral selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan ternak juga untuk kebutuhan mikroba rumen. Apabila terjadi defisiensi mineral maka aktivitas fermentasi mikroba rumen tidak berlangsung optimal sehingga tingkat pemanfaatan pakan menjadi rendah, yang pada akhirnya akan menurunkan produktivitas ternak. Kromium (Cr) merupakan mineral esensial yang berperan penting di dalam metabolisme karbohidrat protein dan lemak. Menurut Linder (1992), bahwa Cr merupakan komponen aktif dari GTF (*Glucose Tolerance Factor*) yang tersusun dari Cr^{3+} dengan dua molekul asam nikotinat dan tiga asam amino yang terkandung dalam glutathione yaitu glutamat, glisin dan sistein. Kromium dalam bentuk GTF dapat meningkatkan aktivitas hormon insulin yang memegang peranan penting dalam transport glukosa dan asam amino (Lion, 1995).

Kromium selain esensial dalam metabolisme karbohidrat, juga dibutuhkan dalam metabolisme lemak dan protein. Defisiensi Cr dapat menyebabkan hiperkolesterolemia dan arterosklerosis serta rendahnya inkorporasi asam amino pada protein hati. Asam amino yang dipengaruhi oleh Cr adalah metionin, glisin dan serin (Anderson, 1987). Kromium juga berperan dalam sistem kekebalan tubuh dan konversi tiroksin (T4) menjadi triiodotironin (T3), yaitu hormon yang berperan dalam meningkatkan laju metabolisme karbohidrat, lemak dan protein dalam hati, ginjal, jantung dan otot serta meningkatkan sintesis protein (Burton, 1995).

Suplementasi Cr ke dalam pakan lebih menguntungkan apabila diberikan dalam bentuk Cr organik. Kromium anorganik bersifat racun terutama yang berbentuk heksavalen (Cr^{6+}) walaupun tingkat penyerapannya di usus tinggi, sedangkan bentuk trivalen (Cr^{3+}) yang tidak beracun sangat sulit diserap. Dalam beberapa kasus, Cr anorganik yang dikonsumsi manusia lewat makanan 98% tidak diserap dan dikeluarkan lewat feses (Offenbacher *et al.*, 1986). Sebaliknya ketersediaan Cr organik cukup tinggi antara 25 sampai 30% (Mordenti *et al.*, 1997).

Bestari (2007) menyatakan bahwa suplementasi Cr pikolinat murni dalam ransum sapi perah dara peranakan FH yang dipelihara di dataran rendah dengan temperatur lingkungan kandang tinggi (pagi $26,3^{\circ}C$ dan siang $34,2^{\circ}C$) memberikan peningkatan fermentabilitas ransum dalam rumen dan peningkatan daya adaptasi sapi tersebut dengan kondisi lingkungan panas. Astuti (2005) menyatakan bahwa penggunaan Cr organik asal *Rhizopus oryzae* dalam ransum sebesar 1 dan 3 mg/kg memberikan hasil tertinggi pada pencernaan bahan kering dan bahan organik (*secara in vitro*).

Moonsie dan Mowat (1993) mengungkapkan bahwa penambahan Cr ragi pada anak sapi yang mengalami stress dengan menggunakan beberapa tingkatan suplementasi (0.2, 0.5 dan 1 ppm) diperoleh peningkatan berat badan dan konsumsi pakan masing-masing sebesar 29 dan 15% dibandingkan dengan kontrol selama 30 hari pertama di feedlot. Jayanegara (2003) melakukan uji *in vitro* ransum yang disuplementasi Cr organik dan anorganik pada level 1, 2, 3 dan 4 ppm dapat meningkatkan produksi total VFA dan menurunkan NH₃. Suplementasi Cr organik lebih efisien dari pada suplementasi dalam bentuk anorganik. Level terbaik penggunaan Cr dalam penelitian tersebut adalah 4 ppm.

Anderson dan Kozlovsky (1988) melaporkan bahwa penyerapan Cr-organik 5-10 kali lebih baik dibandingkan dengan CrCl₃ (hanya 2-3%). Linder (1992) menyatakan bahwa kemungkinan sistem pengangkutan Cr adalah, setelah diserap Cr diangkut pada protein pengangkut Fe (*iron carrier protein*) dari plasma darah, yakni transferrin. Tidak diketahui apakah faktor glukosa yang diserap melalui usus akan masuk ke dalam darah tanpa perubahan bentuk atau juga terikat dengan transferrin. Dari usus hampir semua Cr masuk ke dalam hati dan akan digabungkan dengan faktor toleransi glukosa. Sejumlah faktor toleransi glukosa tertentu disekresi ke dalam plasma dan akan tersedia untuk membantu aktifitas insulin. Kalau kadar gula darah meningkat, insulin akan disekresi dan peningkatan insulin akan meningkatkan aliran faktor toleran glukosa atau Cr ke dalam plasma. Faktor toleran glukosa akan meningkatkan pengaruh insulin yang disekresi tersebut dan kemudian keluar melalui urin.

Kromium pikolinat dan Cr nikotinat merupakan Cr organik yang diintroduksi sebagai mineral suplemen. Asam pikolinat dan asam nikotinat keduanya merupakan isomer yang hanya berbeda pada posisi penempelan asam karboksilat pada cincin piridin. Pada asam pikolinat gugus karboksil menempel pada posisi tiga sedangkan asam nikotinat pada posisi dua. Kedua bentuk senyawa Cr tersebut secara fisiologis mempunyai fungsi yang sama efektifnya di dalam tubuh ternak. Pada keadaan alami Cr berikatan dengan asam nikotinat, sehingga Cr yang berasal dari ragi (nikotinat) lebih disukai karena sifat alaminya.

Linder (1992) menyatakan bahwa defisiensi Cr dapat menyebabkan hiperkolesterolemia. Mekanisme interaksi Cr dan metabolisme kolesterol belum jelas, walaupun suplementasi dengan preparat Cr aktif dapat menurunkan kadar kolesterol plasma ataupun serum darah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pengaruhnya dalam menghambat reduktase hidrosimetilglutaril coenzim-A dari hati, yang analog dengan

aktifitas vanadium. Tetapi pada percobaan *in vitro*, Cr dapat berpengaruh positif atau negatif terhadap metabolisme nutrisi tergantung pada konsentrasinya (Underwood and Suttle, 2001). Menkel (1990) menyatakan bahwa Cr tersebar di seluruh jaringan tubuh dengan konsentrasi yang rendah, dan konsentrasi tertinggi terjadi saat lahir dan menurun sesuai dengan pertambahan umur.

Lindermann (1988) melaporkan bahwa defisiensi Cr pada tikus akan menunjukkan tanda-tanda sebagai berikut: (1) tidak mampu memetabolisme karbohidrat secara normal, (2) menurunkan sensitifitas jaringan perifer terhadap insulin, (3) mengganggu metabolisme protein, (4) mengurangi laju pertumbuhan, (5) umur lebih pendek, (6) meningkatkan kolesterol serum darah, (7) meningkatkan sumbatan pada aorta, (8) luka pada selaput bening dan (9) mengurangi jumlah sperma dan fertilitas. Setelah penyuntikan Cr pada tikus, konsentrasi puncak dalam darah tercapai satu jam kemudian dan kadarnya menurun secara logaritmis hingga konsentrasi 20% dalam waktu 24 jam. Umumnya Cr terakumulasi pada limpa, tulang, pankreas, ginjal dan hati (Stoecker, 1990).

Suplementasi Cr ragi sebesar 0,4 ppm pada ayam broiler sangat nyata menurunkan persentase lemak daging bagian dada dan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan (Hossain, 1955). Pangan *et al.* (1995) menyatakan bahwa suplementasi Cr pada kuda pacu berpengaruh positif terhadap respon metabolisme ketika periode latihan berat pada kecepatan tinggi. Suplementasi Cr sangat nyata menurunkan kadar glukosa, laktat, kolesterol dan meningkatkan trigliserida dalam plasma darah serta meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

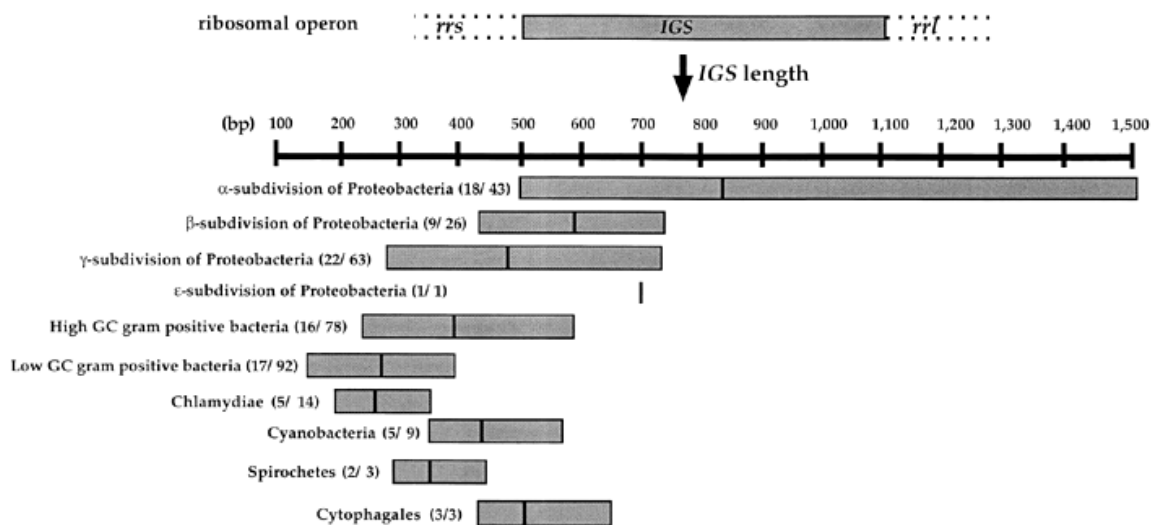
D. Perkembangan Bioteknologi dan Aplikasi PCR-RISA

Kemajuan biologi molekuler telah menghasilkan metode-metode yang potensial untuk mempelajari keanekaragaman spesies mikroorganisme. Perkembangan terkini yang berdasarkan pada teknik biologi molekuler merupakan strategi yang cepat dan akurat untuk memonitor, menemukan dan mengidentifikasi bakteri baru dan gen katabolik. (Widada *et al.*, 2002). Aplikasi teknik ini mampu meningkatkan pemahaman tentang komposisi, filogeni, dan fisiologi komunitas mikroorganisme di dalam rumen.

Metode untuk mengetahui komunitas total bakteri rumen dengan cara pembiakkan (*dependent culture*) ternyata hanya mampu mengidentifikasi antara 1 sampai 10% dari total komunitas bakteri rumen yang ada. Oleh karena itu dibutuhkan teknik lain yang dapat mendeterminasi total komunitas bakteri rumen tersebut. Salah

satu cara yang banyak digunakan yaitu dengan menggunakan metode tanpa pembiakan (*independent culture*) (Torsvik *et al.*, 1990; Borneman *et al.*, 1996). Berdasarkan teknologi ini, komunitas total bakteri rumen baik yang terkultur maupun tidak terkultur dapat dipahami secara menyeluruh.

Metode sidik jari DNA umumnya didasarkan pada informasi genetik operon ribosomal yang dapat diperoleh dengan cara ekstraksi langsung dari cuplikan lingkungan. Gen sasaran kemudian diamplifikasi menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*) dan fragmen yang teramplifikasi dapat dibedakan berdasarkan ukuran maupun urutan basanya (Ranjard *et al.*, 2000). Salah satu metode sidik jari DNA yang mudah dan telah banyak digunakan adalah *ribosomal intergenic spacer analysis* (RISA). Dalam metode ini dilakukan amplifikasi daerah *intergenic spacer* (IGS) yang terletak antara gen *rrs* dan *rrl*. Metode ini bahkan dapat digunakan untuk membedakan galur spesies bakteri yang mempunyai kekerabatan dekat. Hal ini dapat dilakukan karena IGS mempunyai ukuran dan urutan basa yang beragam sebagaimana tersaji pada gambar berikut.



Gambar 1. Distribusi panjang daerah *intergenic spacer* (IGS) antara gen *rrs* dan *rrl* pada kelompok eubakteria (Ranjard *et al.* 2000).

Analisis molekular juga dapat digunakan untuk mendeteksi keragaman suatu fungsi bakteri dengan cara mengamplifikasi gen dengan fungsi tertentu. Hal ini dapat dilakukan dengan pemilihan primer yang tepat untuk mengamplifikasi gen sasaran yang mengendalikan suatu fungsi tertentu (Osborn & Smith, 2005).

SISTEMATIKA PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di beberapa laboratorium di Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Kegiatan kajian akan difokuskan di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, dan Laboratorium Pemuliaan Ternak Fakultas Peternakan IPB serta Laboratorium Bioteknologi, Pusat Antar Universitas IPB. Penelitian akan dirancang dapat diselesaikan dalam tiga tahun dan dimulai pada tahun 2009 dan diharapkan semua rencana dapat diselesaikan akhir tahun 2011. Kegiatan akan dilakukan secara berkesinambungan dan materi penelitian akan digunakan secara berantai sehingga informasi yang diperoleh tidak terputus.

A. Penelitian Tahun I (Tahun 2009)

Pada tahun pertama, penelitian diarahkan pada : (1) kajian suplementasi biomineral dan multi mineral yang bermanfaat dalam meningkatkan produktivitas ternak (2) identifikasi molekuler komunitas bakteri total rumen hasil suplementasi mineral dan (3) kajian molekuler tentang bakteri-bakteri utama sebagai penentu fermentabilitas rumen

(1) Pembuatan Biomineral dan Multi Mineral

Pada tahap ini akan dilakukan optimalisasi produksi bio mineral dari mineral kromium yang diinkorporasikan pada kapang rhizopus. Sebagaimana penelitian sebelumnya yang dilakukan di departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan IPB, bahwa inkorporasi optimum dari kapang rhizopus terhadap mineral Cr adalah 3000 ppm selama 3 hari. Selanjutnya sampel hasil fermentasi dikeringkan dan dihaluskan.

Pembuatan multi mineral didasarkan pada mix mineral dari unsur-unsur makro dan mikro yang defisien didalam sumber pakan, seperti Ca, P, Fe, Cu, Zn, Mn, I, Co dan Se dengan cara dicampur hingga homogen yang disesuaikan dengan kebutuhan.

(2) Kajian Suplementasi Biomineral dan Multi Mineral Secara *in vitro*

Kajian *In Vitro* akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh suplementasi biomineral yang berupa Cr organik dan multi mineral dalam bentuk mix mineral terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik ransum. Ransum standar akan menggunakan rumput gajah kering yang telah digiling dan konsentrat dengan

perbandingan 50:50. Model percobaan *in vitro* akan menggunakan rancangan acak kelompok. Perlakuan yang akan diterapkan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

A = ransum basal

Sb = ransum basal + biomineral

Sm = Ransum basal + multi mineral

Sbm = Ransum basal + biomineral dan multi mineral

Peubah yang diukur adalah pencernaan bahan organik, produksi NH_3 , dan VFA total. Laju produksi NH_3 akan dikaji pada berbagai selang waktu sejak inkubasi untuk mengetahui danyanya pengaruh negatif Cr organik asal *G. lucidum* terhadap aktifitas degradasi protein.

(3) Kajian molekuler komunitas bakteri total rumen hasil suplementasi mineral

Kajian komunitas bakteri total rumen hasil suplementasi mineral dilakukan dengan pendekatan PCR menggunakan spesifik primer RISA yang dengan susunan primer 968F (5'-AACGCGAAGAACCTTAC-3') dan 23sR (5'-GGGTTB CCCCATTCRG-3').

Sebagian sampel hasil *in vitro* akan di ekstrak DNA nya secara langgung menggunakan metode Gabor *et al.* (2002) yang dimodifikasi. Selanjutnya DNA hasil ekstraksi akan di PCR menggunakan spesifik primer RISA yang akan mengamplifikasi daerah intergenik spacer antar bakteri-bakteri yang memiliki variasi genetik tinggi sehingga dapat memmbedakan dan memetakan kelompok bakteri hingga tingkat spesies. Kajian ini dapat membedakan jenis dan jumlah (kuantitas) bakteri-bakteri yang hidup dirumen. Hasil PCR-RISA akan diisualisasikan pada agarose 2%.

(4) kajian molekuler tentang bakteri-bakteri utama sebagai penentu fermentabilitas rumen

Kajian molekuler tentang komunitas bakteri utama sebagai penentu fermentasi rumen akan didasarkan pada kuantitas bakteri yang mendominasi proses fermentasi rumen. Semakin tebal pita DNA hasil PCR menggambarkan semakin dominasi spesis tersebut dalam proses fermentasi. Gambaran ini akan dijadikan dasar dalam pengembangan rekayasa rumen berbasis multi suplemen dalam menciptakan kondisi ideal fermentasi rumen.

B. Penelitian Tahun II (Tahun 2010)

Pada tahun kedua, penelitian diarahkan pada : (1) Implementasi produk mineral dan bakteri pencerna serat yang mempunyai adaptabilitas tinggi pada mineral dosis tinggi ini secara *in vivo*, (2) Kajian fermentabilitas pakan di rumen dan optimalisasi rumen dari pedet tersebut, (3) kajian efektivitas absorpsi mineral dari pedet perlakuan dan (4) perunutan identitas isolat yang disuplementasi pada pedet menggunakan PCR.

Untuk tercapainya target tersebut maka sistematika kerja yang akan dilakukan adalah :

- (1). Kajian pada pedet lepas kolostrum sebanyak 8 ekor untuk dikaji daya adaptabilitas suplemen bakteri dan mineral pada performa pedet;

Kajian ini diarahkan pada pemanfaatan mineral dan suplemen bakteri tahan mineral pada pedet lepas kolostrum dengan bobot badan ± 40 kg. 4 ekor pedet diadaptasi dengan perlakuan selama 3 minggu dan minggu ke-4 diukur perubahan fisiologis antara kontrol dan perlakuan.

- (2) Kajian fermentabilitas pakan dan kondisi rumen dari pedet perlakuan (1);

Kajian dilakukan dari pedet perlakuan (1) untuk diketahui nilai pH rumen, VFA dan NH₃ rumen

- (3) Kajian efektivitas absorpsi mineral dari pedet perlakuan (1) yang disuplementasi isolat bakteri pencerna serat dan mineral, utamanya efektivitas konfersi Cobalt dalam bentuk *Kobalamin*.

Beradsarkan ternak percobaan (1) akan dilakukan pengambilan darah dari vena jugularis untuk diukur serapan mineral darah pedet perlakuan dibanding kontrol.

- (4) Perunutan identitas isolat yang disuplementasi pada pedet menggunakan PCR.

Tahapan ini diarahkan pada perunutan identitas bakteri yang ditambahkan untuk memastikan bahwa suplemen bakteri tersebut berkembang dengan baik pada rumen pedet perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

1. Pembuatan Mineral Organik

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan biomineral dari mineral cromium pada konsentrasi 3000 ppm dan pengembangan arah penelitian dengan memproduksi mineral Co,Cu Zn dan Mn menggunakan isolat bakteri yang didasarkan pada standar toksisitas bakteri pada sumber-sumber mineral tersebut. Berikut adalah tabel batasan tosisitas bakteri dan jumlah mineral (ppm) yang dipergunakan dalam seleksi dan produksi produk organik, yaitu pada konsentrasi 75% dari batas toksiknya.

Tabel 5. Batas toksisitas bakteri pada sumber-sumber mineral

No.	Jenis Mineral	Batasan toksik (ppm)	Dosis dalam produksi mineral organik (ppm)
1.	Cobalt	5	3.75
2.	Cu	1.5	1.25
3.	Zn	5	3.75
4.	Mn	320	240

Pembuatan mineral cromium organik didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di laboratorium ilmu nutrisi ternak perah menggunakan kapang rhizopus pada media kedelai dan diperoleh kondisi optial pertumbuhan pada 3000ppm selama 3 hari pada suhu ruang.

Untuk pengembangan produk bio mineral Co,Cu,Zn dan Mn diarahkan pada pemanfaatan bakteri selulolitik asal rumen kerbau untuk dijadikan biosuplemen bermineral pada pedet atau monogastrik lainnya dengan harapan produk probiotik bermineral ini dapat meningkatkan pencernaan sumber pakan serat, agen anti pathogen dan pemenuhan kekurangan mineral dari ternak-ternak tropis yang memiliki daya absorbsifitas tinggi serta tidak toksik.

Pada kajian awal 14 isolat bakteri diatas ditumbuhkan pada media BHI termodifikasi dengan sumber substrat rumput gajah untuk mengetahui aktivitas selulase dan jumlah populasinya sebagai dasar dalam pengembangan produk

probiotik bermineral tinggi. Berikut data tentang aktivitas selulase dan jumlah populasi bakteri pada media BHI termodifikasi dengan substrat rumput gajah.

A. Aktivitas selulase dan pertumbuhan isolat bakteri koleksi Fapet IPB

Tabel 6. Aktivitas selulase isolat bakteri koleksi Fapet IPB

Isolat	Rataan (mg/ml/jam)
A3	32.02498
A9	32.38021
A62	33.6038
A67	33.56433
A42	20.04565
A27	32.82426
A61	32.91307
B41	33.02161
B6	33.11042
I11	33.81102
I12	33.34724
I8	31.08755
I14	33.14989
I9	31.68948

Tabel 6. diatas menunjukkan rata-rata aktivitas selulase 14 isolat yang ditumbuhkan pada media BHI bersubstrat rumput gajah. Secara umum isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan selulase yang relatif tinggi berdasarkan aktivitas enzim kasarnya, yakni berkisar 33 mg/ml/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut berpotensi sebagai probiotik pencernaan serat, selain itu berdasarkan kajian yang lain, isolat-isolat ini secara umum bersifat fakultatif sehingga memudahkan peneliti dalam pengembangan dan produksinya. Pada kajian ini, kultur bakteri ditumbuhkan pada media berserat rumput gajah selama 3 hari pada shaker bath bersuhu 39 °C,

selanjutnya kultur disentrifuge untuk mendapatkan supernatannya (enzim kasar) untuk dikaji kemampuan selulasenya menggunakan substrat CMC. Total gula terlarut akan diukur menggunakan metode Miller 1959.

Tabel 7. Jumlah Populasi Bakteri pada media rumput gajah

Isolat	Rataan
A3	4.7×10^8
A9	1.1×10^8
A62	2.8×10^8
A67	3.2×10^8
A42	3.1×10^7
A27	2.8×10^8
A 61	2.5×10^8
B41	3.5×10^8
B6	3.4×10^8
I11	2.2×10^7
I12	1.8×10^8
I8	1.5×10^8
I14	8.8×10^7
I9	2.0×10^8

Pada tabel 7. diatas menunjukkan jumlah populasi bakteri yang tumbuh pada media BHI bersubstrat rumput gajah, berdasarkan rataan data yang diperoleh, isolat-isolat tersebut mampu tumbuh dengan baik pada substrat rumput gajah yang diindikasikan dengan tingginya jumlah populasi bakteri yang tumbuh didalamnya pada rataan sekitar 10^8 . hasil ini menunjukkan bahwa isolat-isolat tersebut potensial sebagai sumber probiotik pada ternak yang mengkonsumsi rumput gajah.

B. Data Pertumbuhan bakteri pada BHI bermineral tinggi

Pada kajian ini, bakteri-bakteri selulolitik koleksi Lab. Ilmu Nutrisi Ternak Perah yang potensial selulolitik sebanyak 14 isolat untuk ditumbuhkan pada media BHI yang mengandung mineral tinggi (dosis tabel 5.) dimana Co pada 3.75 ppm; Cu 1.25 ppm; Zn 3.75ppm; dan Mn 240 ppm. Dosis ini didasarkan pada 75% batas toksisitas bakteri terhadap mineral tersebut. Berdasarkan kajian awal, dari 14 bakteri hanya diperoleh 12 isolat yang dapat tumbuh dengan baik pada media BHI bermineral tinggi, dimana isolat dengan kode A62 dan A 42 tidak bisa tumbuh dengan baik pada media bermineral tinggi. Berikut adalah data-data yang terukur dari kajian ini.

Tabel 8. Bahan kering Sel bakteri pada media BHI bermineral tinggi (mg/ml)

Kode Stok	Cu	Co	Zn	Mn	Rataan
I11	2.45	0.5	1.4	2.65	1.75
I12	1.5	2.25	1	5.75	2.63
I8	3.6	1.3	2.95	2.35	2.55
I14	2.35	2.15	1.95	0.9	1.84
I9	3.75	2.8	2.45	2	2.75
A3	0.95	3	2.8	1.95	2.18
A9	0.7	47.1	1.85	2.2	12.96
A67	1.75	2.05	2.25	2.6	2.16
A27	3.4	1.4	0.95	2.25	2.00
B61	2.25	2	2.95	2.35	2.39
B41	2.9	1.5	2.85	1.65	2.22
B6	2.25	1.65	5.5	2.4	2.95

Secara umum, 12 isolat yang tumbuh pada media bermineral memiliki kemampuan adaptasi yang variatif tergantung jenis mineralnya. Secara umum bakteri-bakteri tersebut memiliki bahan kering sel/ml media pada rata-rata 2mg/ml, meskipun demikian isolat A9 relatif paling tinggi dibanding isolat lainnya dengan rata-rata BK sel

12,96 mg/ml, tetapi isolat A9 kurang bisa tumbuh dengan baik pada substrat bermineral Cu.

Tabel 9. pH kultur bakteri pada media BHI bermineral tinggi

Isolat	Co	Cu	Zn	Mn	Rataan
I11	6.05	6.03	5.97	6.00	6.01
I12	5.93	5.84	5.87	5.70	5.84
I8	5.78	6.87	5.86	6.07	6.14
I14	5.80	5.78	5.67	5.62	5.72
I9	5.48	5.92	5.80	6.11	5.83
A3	5.71	5.72	5.63	5.81	5.72
A9	6.08	6.10	6.21	6.48	6.22
A67	5.69	6.03	5.34	5.00	5.52
A27	5.62	5.96	5.62	6.22	5.85
B61	5.66	5.65	6.09	5.60	5.75
B41	5.27	5.44	5.56	5.53	5.45
B6	5.90	6.07	5.56	5.61	5.79

Berdasarkan rataan pH yang terukur dari 12 isolat bakteri pada media BHI bermineral menunjukkan rataan pH berkisar 5.8 sebagai dampak dari hasil-hasil metabolit isolat yang tumbuh di media tersebut. pH tersebut masih dianggap aman untuk diaplikasikan pada ternak.

Tabel 10. Jumlah bakteri pada media BHI bermineral tinggi

Isolat	Co	Cu	Mn	Zn	Rataan
I11	6.7×10^7	9.6×10^7	8.6×10^7	7.6×10^7	8.1×10^7
I12	5.8×10^7	6×10^7	8.4×10^7	7.3×10^7	6.9×10^7
I8	3.1×10^7	2.5×10^8	9.2×10^7	5.3×10^7	1.1×10^8
I14	9.1×10^6	1×10^7	1.4×10^7	3.8×10^7	1.8×10^7
I9	4.3×10^7	1.1×10^8	9.3×10^7	7.3×10^7	8×10^7
A3	8.3×10^7	1.1×10^8	1.1×10^8	1×10^8	1×10^8
A9	2.2×10^7	9.5×10^6	1.7×10^8	2.8×10^7	5.6×10^7
A67	7.4×10^6	8.5×10^6	3.7×10^7	1×10^7	1.6×10^7
A27	1.6×10^8	1.7×10^8	2.2×10^8	1.4×10^8	1.7×10^8
B61	1.2×10^8	1×10^8	1.4×10^8	2.1×10^8	1.4×10^8
B41	1.3×10^8	1.4×10^8	1.9×10^8	1.1×10^8	1.4×10^8
B6	1.9×10^8	1.9×10^8	1.4×10^8	1.5×10^8	1.7×10^8

Berdasarkan jumlah populasi bakteri yang ditumbuhkan pada media BHI bermineral tinggi menunjukkan rataan populasi pada kisaran 10^7 - 10^8 (tabel 10). Hasil ini menunjukkan bahwa isolat-solat tersebut mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik pada sumber media bermineral tinggi.

C. Pengembangan mineral organik pada media susu steril

Pada kajian ini diarahkan pada pengembangan produk mineral organik dari Co,Cu,Zn dan Mn menggunakan bakteri-bakteri terbaik pada media susu yang relatif murah dan aplikatif. Berdasarkan data-data yang diperoleh dari media BHI bermineral tinggi, maka dipilihlah 6 isolat untuk dilanjutkan pengembangannya pada media susu murni steril.

Tabel 11. Bahan kering sel bakteri pada media Susu bermineral tinggi

Isolat	BK Sel Pada media Susu (mg/ml)				
	Co	Cu	Zn	Mn	Rataan
I 12	51.63	61.37	78.47	45.60	59.27
I 8	33.30	36.47	14.40	38.03	30.55
I 9	38.20	32.73	36.03	59.63	41.65
A 3	37.73	69.27	34.70	42.47	46.04
A 9	32.73	52.63	46.60	39.50	42.87
B 6	65.87	38.03	78.41	51.34	58.41

Pada Tabel 11 menunjukkan rata-rata bahan kering sel bakteri yang ditumbuhkan pada media susu steril bermineral tinggi. Berdasarkan kajian ini, bakteri I 12 dan B 6 menunjukkan nilai rata-rata BK yang relatif lebih tinggi dibanding isolat lainnya. Bahan kering sel ini dijadikan indikasi kemampuan bakteri yang tumbuh pada media susu bermineral dan jumlah mineral organik yang terinkorporasi didalamnya. Semakin banyak bahan kering sel yang diperoleh diasumsikan semakin tinggi pula jumlah mineral organik yang dihasilkan.

Tabel 12. pH sel bakteri pada media Susu bermineral tinggi

Isolat	Rataan pH pada kultur susu bermineral				
	Co	Cu	Zn	Mn	Rataan
I 12	4.46	4.43	4.47	4.41	4.44
I 8	4.76	4.16	4.89	4.82	4.66
I 9	3.86	3.79	3.84	3.59	3.77
A 3	3.98	3.97	4.07	3.53	3.89
A 9	4.75	4.77	4.31	4.06	4.47
B 6	3.87	3.94	4.53	3.65	4.00

Berdasarkan rata-rata pH yang diperoleh pada kultur bakteri pada susu bermineral tinggi menunjukkan kisaran angka yang relatif asam, dimana rata-rata pH yang diperoleh berkisar 4.

A. Produksi mineral organik skala medium pada media susu steril

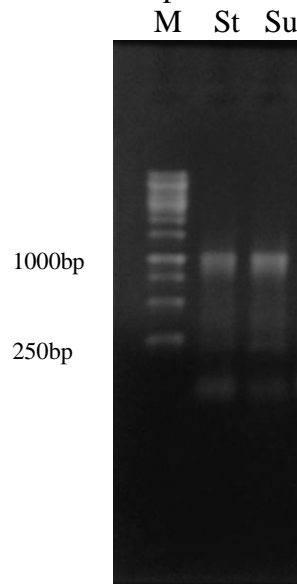
Pada kajian ini diarahkan pada scaling up produk mineral organik pada media susu, produksi mineral ini dilakukan pada skala medium (250 ml). Pengembangan kultur susu ini dipilih karena lebih mudah penerapannya dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Kajian ini dilakukan untuk mendukung kajian in vitro dan uji lanjut yang akan dikerjakan. Lebih lanjut, hasil pengembangan pada media susu ini dirunut keberadaan bakteri yang tumbuh didalamnya menggunakan sisik jari DNA dengan desain primer RISA (Ribosomal Intergenic Spacer Analysis). Desain primer ini dapat membedakan jenis bakteri berdasarkan perbedaan intergenik spacer di sekitar daerah conseve DNA dibagian Ribosomal 16S.

Berdasarkan hasil PCR-RISA pada gen 16 S bakteri (gambar 2) menunjukkan adanya pita DNA dari komunitas bakteri yang tumbuh pada kultur susu sama dengan isolat bakteri yang ditanamkan dari kultur Stater. Sehingga metode kultur susu pada skala medium ini sesuai aman untuk diaplikasikan karena kemurnian kultur terjaga.

Gambar 2. Produksi bio-mineral pada media Susu



Gambar 3. Hasil Amplifikasi PCR dari kultur Stater (media BHI) dan kultur susu

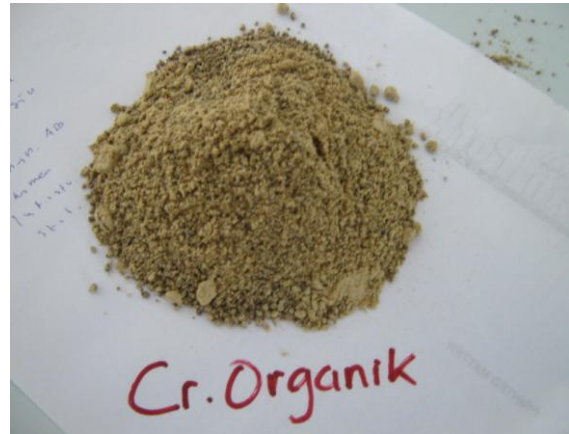


Keterangan : M=marker; St: Hasil PCR RISA kultur stater campuran bakteri pada media BHI; Su : Hasil PCR RISA kultur bakteri campuran bakteri scala medium (250ml) pada media susu.

Gambar 4. Foto produk mineral



(a) Produk mix mineral pada konsentrasi 200x



(b) Produk Cr organik pada konsentrasi 3000ppm



(c) Produk mineral organik pada media susu

2. Kajian In Vitro pada Jerami Padi

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas produk mineral dalam fermentabilitas pakan jerami padi rumen sapi. Kajian difokuskan pada peningkatan produk NH_3 dan VFA secara *in vitro* pada jam ke-0; jam ke-0,5; jam ke-1; dan jam ke-4.

Berdasarkan tabel 9. secara umum perlakuan Jp Or (jerami padi + mineral organik) menunjukkan nilai NH_3 yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya terutama pada jam ke 0,5;1 dan 4. Hal ini mengindikasikan bahwa suplemen mineral organik dapat meningkatkan produk NH_3 dari substrat jerami padi.

Tabel 13. Hasil analisis NH₃ dari suplementasi mineral secara in vitro

sampel	Rataan NH ₃			
	Jam 0	Jam 0,5	Jam 1	jam 4
Jp Or	4.7	4.7	8.675	9.15
Jp Su	5.2	4.45	7.625	7.55
Jp	4.05	3.35	6.1	7.2
Jp Mix	4.7	2	1.5	2.9

Keterangan : Jp Or = in vitro dari substrat jerami padi+mineral organik susu+mineral cr organik;
 Jp Su = in vitro dari substrat jerami padi+susu steril; Jp = in vitro dari substrat jerami padi; dan Jp Mix = in vitro dari substrat jerami padi + mix mineral an organik

Tabel 14. Rataan Nilai VFA dari suplementasi mineral secara in vitro

sampel	Rataan VFA			
	Jam 0	Jam 0,5	Jam 1	jam 4
Jp Or	51.12	35.784	30.672	66.456
Jp Su	46.008	40.896	20.448	56.232
Jp	35.784	30.672	40.896	35.784
Jp Mix	40.896	30.672	30.672	61.344

Keterangan : Jp Or = in vitro dari substrat jerami padi+mineral organik susu+mineral cr organik;
 Jp Su = in vitro dari substrat jerami padi+susu steril; Jp = in vitro dari substrat jerami padi; dan Jp Mix = in vitro dari substrat jerami padi + mix mineral an organik

Berdasarkan rataan nilai VFA yang dihasilkan dari kajian in vitro diatas (tabel 14), rataan nilai VFA relatif tinggi pada ja ke-4 dan rataan tertinggi diperoleh pada perlakuan mineral organi (Jp Or) dibandingka perlakuan lainnya.

3. Kajian In Vitro dari suplemen mineral pada substrat rumput gajah

Kajian ini dilakukan untuk mengetahui efek suplementasi produk mineral organik pada substrat rumput gajah skala in vitro. Secara umum, suplementasi mineral organik memperbaiki nilai NH₃ dari proses fermentabilitas rumen sapi dengan substrat rumput gajah. Hal ini menunjukkan bahwa produk mineral memberikan kontribusi positif dalam pencernaan pakan secara in vitro.

Tabel 15. Hasil Analisis NH3 dari suplemen mineral pada rumput gajah

sampel	Rataan NH3			
	Jam 0	Jam 0,5	Jam 1	jam 4
Rg Or	1.3	5.2	6	9.1
Rg Su	0.95	4.1	4.7	5.8
Rg	0.8	1.3	3.6	4.6
Rg Mix	1.2	1.4	4.2	5.5

Tabel 16. Hasil VFA dari suplemen mineral pada substrat rumput gajah

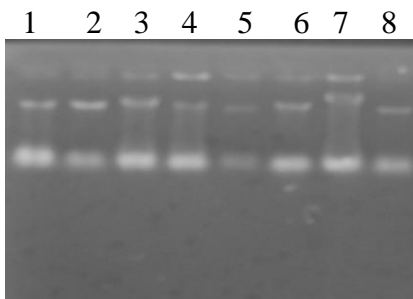
sampel	Rataan VFA		
	Jam 0	Jam 1	jam 4
Rg Or	40.896	61.344	122.688
Rg Su	25.56	20.448	40.896
Rg	35.784	20.448	30.672
Rg Mix	10.224	40.896	35.784

Berdasarkan Analisis VFA diatas (tabel 16), suplementasi mineral organik pada substrat rumput gajah relatif bervariasi, meskipun demikian secara umum suplementasi mineral organik cenderung meningkatkan produk VFA. Hasil ini semakin mendukung kajian sebelumnya bahwa mineral organik akan meningkatkan fermentabilitas pakan secara *in vitro*.

4. Hasil Ekstraksi DNA

Berdasarkan hasil ekstraksi DNA dari hasil *in vitro* menunjukkan adanya pita DNA yang positif pada band dibagian atas, tetapi masih muncul pengotor (*smear*) dibagian bawah. Hal inilah yang hingga saat ini proses PCR masih belum optimal

Gambar 5. Hasil ekstraksi DNA dari kultur *in vitro*



Keterangan : 1 = ekstrak DNA dari Jerami padi + mineral organik Susu + mineral Cr organik ; 2 = ekstrak DNA dari substrat jerami padi+susu steril; 3 ekstrak DNA dari substrat jerami padi; 4 = ekstrak DNA dari substrat jerami padi + mix mineral an organik; 5 = ekstrak DNA dari rumput gajah + mineral organik Susu + Cr organik ; 6 = ekstrak DNA dari substrat jerami padi+susu steril; 7 ekstrak DNA dari substrat jerami padi; 8 = ekstrak DNA dari substrat jerami padi + mix mineral an organik;

b. Hasil Amplifikasi PCR

Hingga laporan ini dibuat amplifikasi PCR belum optimal dan masih dalam proses penyelesaian.

Kesimpulan

1. Kultur bakteri dapat tumbuh pada kultur media bermineral tinggi
2. Kultur bakteri dapat tumbuh dengan baik pada kultur susu bermineral tinggi
3. Pada kultur susu pH media cenderung asam
4. Secara umum, suplementasi mineral organik skala in vitro dapat meningkatkan nilai VFA dan NH₃ pada substrat jerami padi dan rumput gajah

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson R.A. 1987. Chromium intake, absorption and excretion of subject consuming self-selected diets. *Am Clin Nutr.* 41: 1177–1183.
- ARC (Agriculture Research Council). 1980. *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock.* Commonwealth Agriculture Bureaux, London.
- Astuti W. D. 2005. *Produksi Kromium Organik Dari Fungi Serta Peranannya Bagi Aktifitas Fermentasi Rumen.* Tesis Sekolah Pascasarjana IPB Bogor.
- Beede, D. K, and Collier, R. J. 1986. Potential Nutritional Strategies for Intensively Manage Cattle During Thermal Stress. *J. Anim. Sci.,* 62: 543-554.
- Bestari J. 2007. *Suplementasi Kromium Pikolinat Murni Dalam Ransum Sapi Perah Dara yang Dipelihara Di Dataran Rendah.* Tesis Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Borneman, J., P. W. Skroch., K. M. O’Sullivan., J. A. Palus., N. G. Rumjanek., J. L. Jansen., J. Nienhuis., dan E. W. Triplet. 1996. Molecular microbial diversity of an agricultural soil in Wisconsin. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 1935-1943.
- Burton J.L. 1995. *Suplementasi Chromium : Its Benefits to the Bovine Immune System.* *Anim Feed Sci Tech* 53 : 117–133.
- Collier, R. J., Beede, D. K., Thatcher, W. W., Israel, L. A., and Wilcox C.J. 1982. Influences of Environment and Its Modification on Dairy Animal Health and Production. *J. Dairy Sci.,* 62: 2213-2227.
- Erdman, R.A., R.W. Hemken, and L.S. Bull. 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows. Effects on production, acid-base metabolism, and digestion. *J. Dairy Sci.* 65: 712-731.
- Grant, R.J. and J.L. Albright. 1995. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.,* Vol. 73: 2791-2803.
- Hossain S. 1955. Effects of Chromium Yeast on Performance and Carcass Quality of Bbroiler. Alltech’s Eleventh Ann Symp. Poster Presentation.
- Kume, S. 1991. Mineral Requirement of Dairy Cows Under High Temperature Conditions. *Trop. Agric.Res. Ser.* 25: 199-207.
- Kume, S. and S. Tanabe. 1994. Effect of twining and supplemental iron-saturated lactoferin on iron status of newborn calves. *J. Dairy Sci.* Vol. 77: 3118-3123.
- Kume, S., Kurihara, M. Takahashi, S., Sibata, M. and Aii,T. 1986a. Effect of Hot enviromental Temperature on Major Mineral Ballance in Dairy Cows. *Jpn. J. Zootech. Sci.,* 57: 940-945.

- Kume, S., Kurihara, M. Takahashi, S., Sibata, M. and Aii, T. 1986b. Effect Environmental Temperature on Major Mineral Metabolism of Cows During Feeding and Fasting. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 57: 679-686.
- Kume, S., Takahashi, S., Kurihara, M. and Aii, T. 1989. The Effect of a Hot Environment on The Major Mineral Content in Milk. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 60: 341-345.
- Kume, S., Takahashi, S., Kurihara, M. and Aii, T. 1990. Effect of Heat Stress on Milk Yield, Milk Composition, and Major Mineral Content in Milk of Dairy Cows During Early Lactation. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 61: 627-632.
- Linder MC. 1992. *Nutrisi dan Metabolisme Mikromineral dalam: Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis. Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Indonesia Press, Jakarta.*
- Offenbacher, EG. Spencer H., Dowling, HJ., Pi Sunier, FX. 1986. Metabolic Chromium Balance in Men. *Am.J.Clin.Nutr.* 44: 77-82
- Ogimoto, K. dan S. Imani. 1984. *Atlas of Rumen Microbiology. Japan Scientific Societies Press. Tokyo.*
- Osborn, A. M., dan C. J Smith. 2005. *Molecular Microbial Ecology. Taylor & Francis Group. New York*
- Ranjard, L., E. Brothier, dan S. Nazaret. 2000. Sequencing bands of ribosomal intergenic spacer analysis fingerprints for characterization and microscale distribution of soil bacterium populations responding to mercury spiking. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 5334-5339.
- Sanchez, W. K., McGuire, M. A., Beede, D. K. 1994. Macro Mineral Nutrition by Heat Stress Interactions in Dairy Cattle: Review and Original Research. *J. Dairy. Sci.*, 77: 2051-2079.
- Stoecker, BJ. 1990. Chromium in ML Brown. *Present Knowledge in Nutrition. International Life Sciences Institut Nutrition Foundation, Washington DC.*
- Suryahadi., W.G. Piliang, L. Djuwita dan Y.Widiastuti. 1996. DNA recombinant technique for producing transgenic rumen microbes in order to improve fiber utilization. *Indon. J.Top.Agric.* 7 (1): 5-9
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi produktivitas ternak. *Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 5-8 November 1979. Hal 91-103.*
- Toharmat, T. 2001. *Pemberian pakan pada pedet sapi perah. Bahan Kuliah Ilmu Nutrisi Ternak Perah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.*

- Torsvik, V., J. Goksyor., dan F. L. Daae. 1990. High diversity in DNA of soil bacteria. *Appl. Environ. Microbiol...* 56: 782-787.
- Underwood, EJ. And Suttle NF. 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*. CABI Publishing.
- Widada, J., Nojiri, H. Dan Omori, T. 2002. Recent development in molecular techniques for identification and monitoring of xenobiotik-degrading bacteria and their catabolic genes in bioremediation. *Appl. Microbiol. Biotechnology*. 60: 45-59.

B. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Pengembangan Rekayasa Rumen Berbasis Suplemen Biomineral dan Multi Mineral dalam Meningkatkan Fermentabilitas dan Optimalisasi Lingkungan Rumen Melalui Pendekatan Sidik Jari DNA

Swasembada daging dan susu nasional merupakan program pemerintah yang telah dicanangkan untuk dapat dicapai dalam waktu dekat yaitu tahun 2010. Namun diyakini bahwa hal tersebut terkendala oleh rendahnya produktivitas ternak akibat rendahnya kualitas pakan dan tidak idealnya imbalan asupan nutrisi serta masih tingginya stres ternak dikawasan tropis. Selain itu, masih kurangnya perhatian tentang imbalan mineral yang harus ditambahkan sebagai pendukung dan penentu produktivitas ternak baik dalam bentuk mineral tunggal maupun multi mineral.

Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai suhu lingkungan dan kelembaban yang tinggi. Suhu lingkungan yang melebihi 25 °C dan kelembaban lebih dari 80% menyebabkan stress panas pada ternak. Stress panas ini akan berpengaruh negatif terhadap konsumsi pakan, produksi susu, pertumbuhan, resistensi terhadap penyakit, reproduksi dan metabolisme energi. Penurunan konsumsi dalam lingkungan panas merupakan faktor utama yang berpengaruh negatif terhadap produktivitas ternak.

Kajian-kajian sebelumnya menunjukkan bahwa suplementasi boimineral dalam bentuk mineral Cr organik dapat meningkatkan ketahanan ternak terhadap stres panas dan dapat meningkatkan bobot badan unggas hingga 50 gram/ekor. Secara umum, suplementasi mineral dapat : (1) mengurangi defisiensi unsur mikro maupun makro, (2) meningkatkan efisiensi pencernaan pakan, (3) meningkatkan produktivitas ternak dan (4) menekan tingkat stres ternak yang disebabkan oleh lingkungan. Hingga saat ini kajian tentang suplementasi mineral baru pada tingkat peningkatan fermentabilitas dan absorpsivitas mineral oleh ternak. Perlu dilakukan kajian lebih mendalam tentang efektivitas suplemen biomineral dalam bentuk mineral tunggal maupun multi mineral terkait dengan dinamika komunitas rumen secara genetika menggunakan pendekatan sidik jari DNA sebagai gambaran variabilitas rumen hasil suplementasi untuk pengembangan rekayasa rumen.

Kemajuan biologi molekuler telah menghasilkan metode-metode yang potensial untuk mempelajari keanekaragaman genetik ternak dan spesies mikroorganisme rumen. Perkembangan terkini yang berdasarkan pada teknik biologi molekuler merupakan strategi yang cepat dan akurat untuk memonitor, menemukan dan mengidentifikasi bakteri baru dan gen katabolik. Aplikasi teknik ini mampu meningkatkan pemahaman tentang potensi genetik ternak serta komposisi, filogeni, dan fisiologi komunitas mikroorganisme di dalam rumen.

Pendekatan molekuler ini dapat menggambarkan secara penuh komunitas total bakteri rumen hingga tingkat spesies secara langsung tanpa pembiakan terlebih dahulu. Sehingga dominasi/penentu efektivitas rumen dapat digambarkan secara penuh. Lebih lanjut, informasi ini untuk merunut mikroorganisme-mikroorganisme unggulan dan sebagai dasar dalam teknologi rekayasa rumen. Metode yang lazim digunakan dalam kajian ini adalah PCR-RISA (*Polymerase Chain Reaction-Ribosomal Intergenic Spacer Analysis*)

Sinergisme antara suplementasi mineral dan fermentabilitas rumen secara langsung akan meningkatkan performa dan produktivitas ternak. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam tiga tahun (tahun 2009 dan 2011). Beberapa hasil kajian yang diperoleh pada tahun pertama (2009) adalah : (1) telah diperoleh 12 isolat bakteri tunggal yang mampu beradaptasi dengan baik terhadap media yang mengandung mineral Co,Cu,Zn dan Mn pada dosis tinggi dan potensial sebagai sumber probiotik pencernaan serat; (2) telah dikembangkan biomineral Co,Cu,Zn dan Mn pada media susu steril yang memiliki nilai aplikasi dan ekonomis tinggi; (3) telah dihasilkan biomineral Co,Cu,Zn dan Mn pada substrat susu steril, cr-organik dari kapang rhizopus pada substrat kedelai dan campuran mix mineral pada dosis stok 200x; dan (4) berdasarkan hasil kajian *in vitro*, suplementasi produk biomineral pada substrat jerami padi dan rumput gajah akan meningkatkan rata-rata nilai VFA dan NH₃.

Lebih lanjut, penelitian tahun kedua (2010), diarahkan pada : (1) Implementasi produk mineral dan bakteri pencernaan serat yang mempunyai adaptabilitas tinggi pada mineral dosis tinggi ini secara *in vivo*, (2) Kajian fermentabilitas pakan di rumen dan optimalisasi rumen dari pedet tersebut, (3) kajian efektivitas absorpsi mineral dari pedet

perlakuan dan (4) perunutan identitas isolat yang disuplementasi pada pedet menggunakan PCR.

Untuk tercapainya target tersebut maka sistematika kerja yang akan dilakukan adalah :

- (1). Kajian pada pedet lepas kolostrum sebanyak 8 ekor untuk dikaji daya adaptabilitas suplemen bakteri dan mineral pada performa pedet;

Kajian ini diarahkan pada pemanfaatan mineral dan suplemen bakteri tahan mineral pada pedet lepas kolostrum dengan bobot badan ± 40 kg. 4 ekor pedet diadaptasi dengan perlakuan selama 3 minggu dan minggu ke-4 diukur perubahan fisiologis antara kontrol dan perlakuan.

- (2) Kajian fermentabilitas pakan dan kondisi rumen dari pedet perlakuan (1);

Kajian dilakukan dari pedet perlakuan (1) untuk diketahui nilai pH rumen, VFA dan NH₃ rumen

- (3) Kajian efektivitas absorpsi mineral dari pedet perlakuan (1) yang disuplementasi isolat bakteri pencerna serat dan mineral, utamanya efektivitas konfersi Cobalt dalam bentuk *Kobalamin*.

Beradsarkan ternak percobaan (1) akan dilakukan pengambilan darah dari vena jugularis untuk diukur serapan mineral darah pedet perlakuan dibanding kontrol.

- (4) Perunutan identitas isolat yang disuplementasi pada pedet menggunakan PCR.