

Fermentabilitas dan Kecernaan *in Vitro* Ransum Limbah Agroindustri yang Disuplementasi Kromium Anorganik dan Organik

A. Jayanegara, A. S. Tjakradidjaja & T. Sutardi

Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Fakultas Peternakan IPB Bogor 16680
(Diterima 28-11-2005; disetujui 30-06-2006)

ABSTRACT

Chromium is a trace element which has been considered essential for humans and animals since 1959. However, the effect of chromium on activity of rumen microorganisms has not been yet investigated. This experiment was conducted to determine the effect of chromium supplementation to agroindustrial waste based diets on rumen microorganisms which was measured *in vitro*. Chromium supplement was in the form of anorganic and organic incorporated to *Rhizopus sp.* fungus. Two experimental designs were used in this experiment. A completely randomized design with 10 treatments and 3 replications was used to measure dry matter and organic matter digestibilities (DMD and OMD). A factorial randomized block design 10 x 3 was used to measure total VFA and NH₃ productions. Factor A was diet treatments and Factor B was fermentation period. Rumen fluid was used as block (replication). Treatments consisted of K1 (control diet), K2 (K1 + non mineral *Rhizopus sp.* fungus), A (K2 + anorganic Cr) with 4 levels of anorganic Cr (1, 2, 3, and 4 ppm), and O (K1 + organic Cr) with 4 levels of organic Cr (1, 2, 3, and 4 ppm). Incubation period was carried out for 1, 3, and 5 hours. The addition of non mineral *Rhizopus sp.* fungus (K2) decreased total VFA production from 110 to 59 mM (P<0.05) and increased NH₃ production from 9.97 to 13.28 mM (P<0.05). Supplementation of anorganic Cr decreased DMD and OMD compared to K2 (P<0.05), but organic Cr supplementation increased DMD and OMD. Optimum level of organic Cr supplementation was 1 ppm and 4 ppm for anorganic Cr. This means that supplementation of organic Cr is four times more efficient than that of anorganic Cr.

Key words : chromium, anorganic, organic, digestibility, fermentation

PENDAHULUAN

Kromium (Cr) telah dipercaya para ahli nutrisi sebagai nutrien yang esensial bagi manusia dan ternak selama sekitar 40 tahun.

Kromium pertama kali dinyatakan esensial pada tahun 1959, yakni ketika ditemukan bahwa Cr trivalen dapat meningkatkan toleransi glukosa pada tikus (Schwartz & Mertz, 1959). Peranan utama kromium dalam metabolisme adalah

meningkatkan potensi aktivitas insulin, yakni sebagai komponen molekul organometalik yang disebut *Glucose Tolerance Factor* atau GTF.

Kebutuhan kromium meningkat pada kondisi stres karena pada kondisi stres kehilangan kromium dari tubuh meningkat (Chang & Mowat, 1992). Selain itu kadar Cr di dalam tubuh manusia dan ternak menurun seiring dengan pertambahan umur (Mertz, 1993). Kedua fakta tersebut dapat dijadikan alasan tentang pentingnya suplementasi Cr. Suplementasi Cr dalam bentuk anorganik menghadapi masalah karena dapat meracuni, terutama yang berbentuk heksavalen (Cr^{6+}), sedangkan dalam bentuk trivalen (Cr^{3+}) sangat sedikit diabsorpsi, yakni sekitar 1% dan sebagian besar dikeluarkan lewat feses (Underwood, 1971) sehingga Cr sering digunakan sebagai indikator pencernaan (marker) dalam bentuk Cr_2O_3 (McDonald *et al.*, 1995). Oleh karena itu, penyediaan Cr dalam pakan sebaiknya dalam bentuk organik karena tidak beracun dan ketersediaan biologisnya cukup tinggi.

Pada sapi perah telah diketahui bahwa Cr dapat meningkatkan masuknya glukosa ke dalam sel kelenjar ambing. Hasil penelitian Muktiani (2002) menunjukkan peningkatan produksi susu sebesar 16,9% (17,7 vs 20,7 liter) ketika ransum disuplementasi Cr organik sebesar 1,59 ppm dibandingkan dengan kontrol. Meskipun demikian, efek Cr terhadap metabolisme rumen masih sedikit diketahui. Hal ini penting mengingat mikroba rumen merupakan salah satu sumber nutrisi bagi ternak ruminansia, terutama sebagai sumber protein, sehingga menentukan produktivitas ternak ruminansia secara keseluruhan (Firkins, 1996). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari efek Cr pada metabolisme rumen dengan cara membandingkan ransum yang tidak disuplementasi Cr dengan ransum yang disuplementasi Cr, baik anorganik maupun

organik. Suplementasi Cr organik dibuat melalui inkorporasinya pada fungus *Rhizopus sp.* dan efeknya diuji pada fermentabilitas dan pencernaan rumen secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, meliputi pembuatan starter *Rhizopus sp.*, pembuatan produk Cr organik, serta evaluasi *in vitro* penambahan Cr anorganik dan organik pada ransum berbasis limbah agroindustri. Pada pembuatan starter *Rhizopus sp.*, sebanyak 100 g beras dicampurkan dengan 10 ml medium selektif dan 130 ml akuades. Campuran disterilisasi dalam *press cooker* selama 15 menit, kemudian dibiarkan hingga dingin. Beras kemudian diratakan pada nampan dan ditambahkan 10 ml inokulum cair *Rhizopus sp.* Wadah kemudian ditutup dengan plastik dan dimasukkan ke dalam ruangan inkubasi selama 4 – 5 hari. Hasilnya dikeringkan dalam oven bersuhu 50–60°C dan setelah kering digiling. Starter yang telah digiling dipisahkan ke dalam kantong plastik kecil, masing-masing sebanyak 3,5 g.

Starter *Rhizopus sp.* kemudian digunakan dalam pembuatan produk Cr organik. Sebanyak 100 g onggok dicampurkan dengan 20 ml medium selektif, 80 ml akuades, dan 100 ml larutan mineral Cr 1000 mg/kg. Campuran disterilisasi dalam *press cooker* selama 15 menit, kemudian dibiarkan hingga dingin. Onggok kemudian diratakan pada nampan dan ditambahkan starter *Rhizopus sp.* sebanyak 3,5 g. Nampan ditutup dengan plastik dan dimasukkan ke dalam ruangan inkubasi selama 4 – 5 hari. Hasilnya dikeringkan dalam oven bersuhu 50–60°C dan setelah kering digiling. Cr organik yang telah terbentuk kemudian dicampurkan ke dalam ransum limbah agroindustri dengan kandungan TDN 67% dan protein kasar 15% (NRC, 1988). Komposisi dan

kandungan nutrisi ransum limbah agroindustri disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan yang diujikan terdiri atas 10 perlakuan, yakni (1) K1 : ransum kontrol, (2) K2 : K1 + Fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral, (3) A1 : K2 + 1 ppm Cr anorganik, (4) A2 : K2 + 2 ppm Cr anorganik, (5) A3 : K2 + 3 ppm Cr anorganik, (6) A4 : K2 + 4 ppm Cr anorganik, (7) O1 : K1 + 1 ppm Cr organik, (8) O2 : K1 + 2 ppm Cr organik, (9) O3 : K1 + 3 ppm Cr organik, dan (10) O4 : K1 + 4 ppm Cr organik. Cr anorganik disuplementasikan dalam bentuk $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sedangkan Cr organik disuplementasikan dalam bentuk terinkorporasi dalam fungus *Rhizopus sp.*

Fermentabilitas dan pencernaan ransum perlakuan kemudian diuji secara *in vitro*. Peubah yang diukur adalah produksi total VFA, NH_3 , pencernaan bahan kering (KBK), serta pencernaan bahan organik (KBO). Produksi total

VFA diukur menggunakan metode destilasi uap, NH_3 diukur menggunakan metode Mikrodifusi Conway, sedangkan KBK dan KBO dianalisis menggunakan metode Tilley & Terry (1963). Sebelum diuji secara *in vitro*, semua ransum perlakuan disuplementasi dengan mineral defisien kecuali mineral yang diujikan (Cr), dengan maksud agar efek yang muncul hanya berasal dari mineral Cr.

Pada uji fermentabilitas digunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan kelompok berjumlah 3. Pembagian kelompok dilakukan berdasarkan pengambilan cairan rumen yang berbeda. Pengamatan pada uji fermentabilitas dilakukan pada tiga waktu berbeda, yakni 1, 3, dan 5 jam setelah inkubasi dilakukan. Uji pencernaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan sidik ragam, kemudian

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi ransum limbah agroindustri

Komposisi bahan makanan	Jumlah	Zat makanan ^{*)}	Jumlah
Rumput gajah (%)	50,00	Protein kasar (%)	15,00
Jagung (%)	2,40	Lemak kasar (%)	4,00
Bungkil kedelai (%)	7,10	Serat kasar (%)	22,50
Bungkil kelapa (%)	18,00	BETN (%)	52,40
Onggok (%)	15,20	TDN (%)	67,00
Tepung ikan (%)	0,50	Ca (%)	0,46
Bungkil kelapa sawit (%)	4,80	Cl (%)	0,05
Minyak kelapa (%)	0,50	Mg (%)	0,28
Molases (%)	1,00	Na (%)	0,06
Urea (%)	0,50	K (%)	1,54
		P (%)	0,67
		S (%)	0,21
		Cu (mg/kg)	9,00
		Fe (mg/kg)	380,00
		Mn (mg/kg)	39,80
		Zn (mg/kg)	25,00
		Co (mg/kg)	0,12
		I (mg/kg)	0,04
		Se (mg/kg)	0,02

Keterangan : *) Berdasarkan perhitungan.

dilakukan uji ortogonal kontras dan ortogonal polinomial untuk melihat perbedaan diantara perlakuan (Mattjik & Sumertajaya, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi VFA

Konsentrasi total VFA menurun sebesar 46,4% ($P < 0,01$) jika ransum ditambah fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral dibandingkan dengan ransum kontrol (110 vs 59 mM). Produksi total VFA kembali meningkat secara signifikan bila ransum diberi suplemen Cr, baik organik maupun anorganik. Ini menunjukkan bahwa Cr esensial bagi mikroba rumen. Namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada produksi total VFA antara suplemen Cr anorganik dan Cr organik (Tabel 2).

Produksi VFA pada ransum yang disuplementasi Cr organik terlihat lebih stabil dibandingkan ransum yang disuplementasi Cr anorganik seiring dengan peningkatan level Cr yang diberikan. Suplementasi Cr, baik anorganik maupun organik menghasilkan produksi total VFA dalam kisaran yang optimal dan layak bagi kelangsungan hidup ternak ruminansia, yakni antara 80 – 160 mM. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan dan lama fermentasi. Produksi total VFA relatif konstan setelah 1 jam masa inkubasi, meskipun terdapat kecenderungan meningkat seiring dengan perpanjangan masa inkubasi.

Fungus jenis *Rhizopus sp.* terlihat kurang sesuai dijadikan *carrier* Cr organik. Penambahan fungus *Rhizopus sp.* menurunkan produksi total VFA ($P < 0,01$) dibandingkan ransum kontrol. VFA menurun dikarenakan zat antagonistik yang dihasilkan oleh fungus *Rhizopus sp.*, mengakibatkan terhambatnya penyerapan monosakarida oleh mikroba rumen. Telah diketahui bahwa fungus *Rhizopus sp.* dapat memproduksi senyawa antibakteri yang

menghambat aktivitas beberapa jenis bakteri (Darana, 1995). Penyerapan monosakarida yang terhambat menyebabkan terhambatnya proses fermentasi sehingga VFA sebagai produk utama fermentasi karbohidrat (di samping protein dan lipid) menjadi rendah. Oleh karena proses fermentasi merupakan proses penyediaan energi (Lehninger, 1982) bagi mikroba rumen (dihasilkan ATP), maka rendahnya VFA mencerminkan rendahnya energi yang tersedia bagi mikroba rumen.

Efek lama fermentasi terhadap produksi total VFA terlihat konstan mulai 1 jam masa inkubasi. Diperkirakan selama 1 jam pertama inkubasi substrat pakan yang mudah difermentasi berkurang secara drastis dan diubah menjadi VFA oleh mikroba rumen. Respon ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Hungate (1966). Setelah 1 jam masa inkubasi, substrat yang mudah difermentasi hanya sedikit sehingga VFA yang dihasilkan meningkat dengan laju yang semakin berkurang, bahkan cenderung konstan.

Produksi NH_3

Produksi NH_3 rumen meningkat 33,2% ($P < 0,01$) ketika ransum standar ditambahkan fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral (9,97 vs 13,28 mM). Respon ini kembali menurun setelah pada ransum dilakukan suplementasi Cr, baik anorganik maupun organik. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ransum disuplementasi Cr anorganik dan Cr organik dalam produksi NH_3 (Tabel 3). Hal ini serupa dengan respon terhadap variabel produksi total VFA.

Menurunnya konsentrasi total VFA dan meningkatnya produksi NH_3 rumen jika pada ransum ditambahkan fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral menunjukkan bahwa gula terlarut (monosakarida) yang tersedia di dalam rumen dipergunakan oleh mikroba untuk menghabis-

Tabel 2. Produksi total VFA ransum perlakuan (mM)

Perlakuan ^{*)}	Lama fermentasi (jam)			Rataan ^{**)}
	1	3	5	
K1	87	95	148	110 ^c
K2	43	64	71	59 ^a
A1	64	79	95	79 ^b
A2	104	87	90	94 ^c
A3	122	98	74	98 ^c
A4	85	105	72	87 ^b
Anorganik	94	92	83	90 ^c
O1	102	76	81	86 ^b
O2	110	88	83	94 ^c
O3	74	78	144	99 ^c
O4	71	116	92	93 ^c
Organik	89	90	100	93 ^c
Rataan	86 ^a	89 ^a	95 ^a	

Keterangan :

*) K1 : ransum kontrol, K2 : K1 + Fungi *Rhizopus sp.* tanpa mineral, A1 : K2 + 1 ppm Cr anorganik, A2 : K2 + 2 ppm Cr anorganik, A3 : K2 + 3 ppm Cr anorganik, A4 : K2 + 4 ppm Cr anorganik, O1 : K1 + 1 ppm Cr organik, O2 : K1 + 2 ppm Cr organik, O3 : K1 + 3 ppm Cr organik, O4 : K1 + 4 ppm Cr organik;

**) Superskrip berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

kan amonia (Arora, 1995). Artinya bahwa untuk menginkorporasikan amonia ke dalam tubuh mikroba guna disintesis menjadi protein tubuhnya dibutuhkan energi, sehingga apabila mikroba rumen kekurangan energi maka daya menyerap amonianya menjadi terbatas dan berakibat terakumulasinya amonia di cairan rumen. Hal ini terbukti dengan lebih tingginya level NH_3 cairan rumen dibandingkan ransum kontrol ($P < 0,01$). Namun suplementasi Cr baik anorganik maupun organik dapat menurunkan efek negatif zat antagonistik (antibakteri) dengan berperan sebagai GTF meskipun tanpa kehadiran insulin (Linder, 1992). Terbukti dengan meningkatnya kembali VFA serta menurunnya NH_3 ketika ransum disuplementasi Cr.

Respons ini sesuai dengan penelitian Sulaeman (2001) yang menambahkan fungus *Rhizopus oligosporus* sebagai probiotik pada

ternak ruminansia secara *in vitro*. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan *R. oligosporus* meningkatkan konsentrasi NH_3 rumen dan pencernaan ransum, sedangkan produksi VFA tidak berbeda nyata dengan kontrol. Diperkirakan bahwa fungus *R. oligosporus* menghambat inkorporasi NH_3 menjadi protein mikroba rumen dan aktivitas fermentasi gula (karbohidrat), namun tidak menghasilkan efek negatif terhadap aktivitas selulolitik mikroba rumen.

Jika yang ditambahkan sebagai probiotik bukan *R. oligosporus* maka respons yang ditimbulkan pun berbeda. Alsaikh *et al.* (2002) melakukan penambahan probiotik berupa *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 50 g/ekor/hari pada sapi Holstein yang sedang laktasi. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan *S. cerevisiae* menurunkan konsentrasi NH_3 rumen, namun meningkatkan produksi 4% FCM dan

Tabel 3. Produksi NH₃ ransum perlakuan (mM)

Perlakuan ^{*)}	Lama fermentasi (jam)			Rataan ^{**)}
	1	3	5	
K1	10,59	8,94	10,37	9,97 ^a
K2	10,61	16,87	12,35	13,28 ^b
A1	10,82	10,06	11,41	10,76 ^a
A2	10,83	10,93	12,49	11,42 ^b
A3	10,42	10,55	12,00	10,99 ^a
A4	9,67	8,84	11,88	10,13 ^a
Anorganik	10,44	10,10	11,95	10,83 ^a
O1	11,93	9,24	11,87	11,01 ^a
O2	10,31	9,39	12,10	10,60 ^a
O3	11,95	9,67	13,80	11,81 ^b
O4	10,55	10,39	10,23	10,39 ^a
Organik	11,19	9,67	12,00	10,95 ^a
Rataan	10,77 ^a	10,49 ^a	11,85 ^a	

Keterangan :

^{*)} K1 : ransum kontrol, K2 : K1 + Fungi *Rhizopus sp.* tanpa mineral, A1 : K2 + 1 ppm Cr anorganik, A2 : K2 + 2 ppm Cr anorganik, A3 : K2 + 3 ppm Cr anorganik, A4 : K2 + 4 ppm Cr anorganik, O1 : K1 + 1 ppm Cr organik, O2 : K1 + 2 ppm Cr organik, O3 : K1 + 3 ppm Cr organik, O4 : K1 + 4 ppm Cr organik;

^{**)} Superskrip berbeda pada kolom atau baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05).

kandungan protein susu sehingga disimpulkan bahwa penambahan *S. cerevisiae* meningkatkan inkorporasi amonia menjadi protein mikroba dan menstimulasi aktivitas mikroba. Ini berarti bahwa tidak ada efek antibakteri yang ditimbulkan oleh fungus *S. cerevisiae*.

Peningkatan level suplementasi Cr, baik anorganik maupun organik tidak menimbulkan respon yang signifikan terhadap konsentrasi NH₃ cairan rumen, meskipun terdapat pengecualian pada ransum A2 dan O3. Amonia yang diproduksi dari semua perlakuan berada dalam kisaran optimal yang mendukung pertumbuhan mikroba rumen, yakni mulai dari 6 sampai 21 mM (McDonald *et al.*, 1995). Interaksi antara perlakuan dan lama fermentasi tidak nyata. Konsentrasi NH₃ cairan rumen konstan selama 3 jam pertama inkubasi dan meningkat (terakumulasi) pada lama fermentasi 5 jam. Diduga bahwa sintesis protein mikroba

mulai konstan setelah 3 jam sehingga penyerapan NH₃ berkurang. Di samping itu terjadi lisis sebagian mikroba rumen akibat predasi oleh protozoa.

Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Penambahan fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral pada ransum K2 tidak menghasilkan perbedaan yang nyata dengan ransum standar (K1), baik ditinjau dari kecernaan bahan kering (KBK) maupun kecernaan bahan organik (KBO). Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat bahwa penambahan fungsi *Rhizopus sp.* tanpa mineral cenderung menurunkan KBK dan KBO (Tabel 4).

Suplementasi Cr anorganik dalam bentuk CrCl₃.6H₂O nyata (P<0,05) menurunkan kecernaan ransum, baik dibandingkan dengan

kontrol maupun dengan kontrol + fungus *Rhizopus sp.* Sementara itu suplementasi Cr organik tidak menghasilkan perbedaan kecernaan (KBK maupun KBO) yang nyata dengan kontrol, namun dalam hal ini suplementasi Cr organik lebih baik daripada suplementasi Cr anorganik. Suplementasi Cr organik terlihat lebih efisien dibandingkan suplementasi Cr anorganik karena dengan level paling rendah sudah mampu menghasilkan KBO tertinggi. Suplementasi Cr organik menghasilkan kecernaan yang stabil meskipun levelnya ditingkatkan. Artinya pemberian Cr organik dengan level yang lebih tinggi tidak efisien. Level optimum Cr organik adalah sebesar 1 ppm. Sebaliknya, respons terhadap suplementasi Cr anorganik tidak konstan dan berfluktuasi seiring dengan peningkatan level pemberiannya. Meskipun demikian, terdapat hubungan yang linier antara level Cr anorganik dengan KBK. Level terbaik Cr anorganik diperkirakan sebesar 4 ppm.

Suplementasi Cr anorganik memiliki beberapa kelemahan. Di samping sukar diserap karena kelarutannya rendah, bila Cr anorganik dalam bentuk garamnya terionisasi menjadi Cr^{3+} maka terjadi interaksi dengan mineral-mineral lain berbentuk ion baik secara sinergistik maupun antagonistik (NRC, 1997). Oleh karena itu, penyerapannya oleh mikroba rumen tidak terjamin. Hal ini diperkuat dengan melihat efek suplementasi Cr anorganik terhadap variabel kecernaan (bahan kering dan bahan organik), produksi VFA dan NH_3 . Penambahan Cr anorganik nyata ($P < 0,05$) menurunkan kecernaan bahan kering dan bahan organik dibandingkan ransum K2, namun dapat meningkatkan produksi total VFA dibandingkan ransum K2 sehingga mencapai kadar yang dijadikan tolok ukur pertumbuhan mikroba rumen yang optimum. Cr anorganik juga menurunkan konsentrasi NH_3 di dalam cairan rumen. Ini merupakan kejadian yang tidak berpola.

Tabel 4. KBK dan KBO ransum perlakuan (%)

Perlakuan ^{*)}	KBK ^{**)}	KBO ^{**)}
K1	33,8 ^c	35,5 ^c
K2	33,4 ^c	34,4 ^c
A1	27,8 ^a	28,8 ^a
A2	31,6 ^b	33,1 ^b
A3	30,8 ^b	31,4 ^a
A4	36,0 ^c	33,2 ^b
Anorganik	31,6 ^b	31,6 ^a
O1	33,2 ^c	34,7 ^c
O2	33,8 ^c	34,1 ^c
O3	33,7 ^c	34,4 ^c
O4	32,1 ^b	33,1 ^b
Organik	33,2 ^c	34,1 ^c

Keterangan :

^{*)} K1 : ransum kontrol, K2 : K1 + Fungi *Rhizopus sp.* tanpa mineral, A1 : K2 + 1 ppm Cr anorganik, A2 : K2 + 2 ppm Cr anorganik, A3 : K2 + 3 ppm Cr anorganik, A4 : K2 + 4 ppm Cr anorganik, O1 : K1 + 1 ppm Cr organik, O2 : K1 + 2 ppm Cr organik, O3 : K1 + 3 ppm Cr organik, O4 : K1 + 4 ppm Cr organik;

^{**)} Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Pengikatan Cr dengan komponen organik (Cr organik), dalam hal ini adalah dengan menginkorporasikan Cr pada sel fungus *Rhizopus sp.* dapat mengatasi permasalahan di atas. Oleh karena Cr terikat pada ligan organik maka ion Cr^{3+} tidak terbentuk sehingga penyerapannya lebih mudah. Hal ini sesuai dengan pendapat Mordenti *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa Cr organik memiliki ketersediaan biologis lebih tinggi dibandingkan Cr anorganik, berkisar antara 25 hingga 30%.

Suplementasi Cr organik nyata ($P < 0,05$) lebih baik dibandingkan Cr anorganik ditinjau dari KBK dan KBO, namun tidak berbeda nyata dengan ransum K2. Diduga inkorporasi Cr ke dalam fungus *Rhizopus sp.* dapat menurunkan peran optimal Cr sebagai GTF sehingga variabel pencernaan tidak berbeda nyata dengan K2. Penelitian Muktiani (2002) menunjukkan peningkatan KBK dan KBO ketika ransum disuplementasi Cr organik sebanyak 1,59 ppm dengan *carrier* berupa *Saccharomyces cerevisiae*. Terjaminnya penyerapan Cr organik ke dalam tubuh mikroba rumen, maka penyerapan monosakarida sebagai suplai energi dan kerangka karbon bagi mikroba menjadi meningkat, terbukti dengan meningkatnya produksi VFA dibandingkan ransum kontrol + fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral. Karena suplai energi cukup, maka penyerapan NH_3 dari cairan rumen yang membutuhkan energi menjadi tidak terhambat sehingga diduga sintesis protein mikroba dari kerangka C dan kerangka N lebih intensif.

Dosis terendah (1 ppm) suplementasi Cr organik sudah menghasilkan nilai KBO tertinggi. Sementara itu dengan meningkatnya level penambahan Cr anorganik menghasilkan KBO yang berfluktuasi. Ini menunjukkan bahwa Cr organik lebih efisien daripada Cr anorganik. Cr yang terikat pada ligan organik lebih mudah diserap melalui membran sel mikroba rumen sedangkan Cr anorganik dapat berinteraksi dengan ion mineral lain (Mordenti

et al., 1997). Oleh karena itu, suplementasi Cr organik lebih efektif pada dosis rendah namun suplementasi Cr anorganik membutuhkan dosis yang lebih tinggi agar setara, walaupun belum tentu terjamin.

Baik Cr anorganik maupun Cr organik menghasilkan kisaran VFA dan NH_3 yang optimal untuk mendukung pertumbuhan mikroba rumen. Berdasarkan hal-hal di atas maka dapat ditarik resultan bahwa level suplementasi Cr organik terbaik adalah 1 ppm sedangkan level suplementasi Cr anorganik terbaik adalah 4 ppm.

KESIMPULAN

Suplementasi mineral Cr, baik anorganik maupun organik dapat meningkatkan produksi total VFA dan menurunkan konsentrasi NH_3 di dalam cairan rumen. Hal ini mengindikasikan bahwa mineral Cr esensial bagi mikroba rumen. Fungus jenis *Rhizopus sp.* kurang sesuai dijadikan ligan mineral Cr karena diduga menghasilkan zat yang antagonistik bagi mikroba rumen. Suplementasi Cr anorganik menurunkan KBK dan KBO, sedangkan suplementasi Cr organik tidak berbeda dengan ransum kontrol + fungus *Rhizopus sp.* tanpa mineral. Suplementasi Cr organik lebih efisien daripada suplementasi dalam bentuk anorganiknya. Level terbaik suplementasi Cr organik dalam penelitian ini adalah 1 ppm, sedangkan Cr anorganik adalah 4 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsaikh, M. A., M. Y. Alsiadi, M. Zahran, H. H. Mogawer & T. A. Aalshowime. 2002. Effect of feeding yeast culture from different sources on the performance of lactating Holstein cows in Saudi Arabia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15 (3) : 352 – 356.
- Arora, S. P. 1995. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Cetakan Kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Chang, X. & D. N. Mowat.** 1992. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *J. Anim. Sci.* 70 : 559 – 565.
- Darana, S.** 1995. Penggunaan *Sorghum bicolor* L. Moench yang difermentasi dengan kapang *Rhizopus oligosporus* dalam ransum ayam broiler. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Firkins, J. L.** 1996. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. *J. Nutr.* 126 : 1347S – 1354S.
- Hungate, R. E.** 1966. *The Rumen and Its Microbes.* Academic Press, New York.
- Lehninger, A. L.** 1982. *Dasar-dasar Biokimia.* Jilid II. Terjemahan: Maggy Thenawidjaja. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Linder, M. C.** 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme, dengan Pemakaian secara Klinis.* Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mattjik, A. A. & I. M. Sumertajaya.** 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. Edisi Kedua. IPB Press, Bogor.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh & C. A. Morgan.** 1995. *Animal Nutrition.* 5th Ed. Longman Scientific and Technical, New York.
- Mertz, W.** 1993. Chromium in human nutrition : a review. *J. Nutr.* 123 : 626 – 633.
- Mordenti, A., A. Piva & G. Piva.** 1997. *The European Perspective on Organic Chromium in Animal Nutrition.* In : T.P. Lyons & K.A. Jacques (Eds.). *Biotechnology in The Feed Industry. Proc. Alltech's 13th Annual Symposium.* Nottingham University Press, Nottingham.
- Muktiani, A.** 2002. Penggunaan Hidrolisat Bulu Ayam dan Sorgum serta Suplemen Kromium Organik untuk Meningkatkan Produksi Susu pada Sapi Perah. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- NRC (National Research Council).** 1988. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 6th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC (National Research Council).** 1997. *The Role of Chromium in Animal Nutrition.* National Academy Press, Washington, D.C.
- Schwartz, K. & W. Mertz.** 1959. Chromium (III) and the glucose tolerance factor. *Arch. Biochem. Biophys.* 85 : 292 – 295.
- Sulaeman, A.** 2001. Produksi Mikroba Pakan Langsung (MPL) dari Kapang dan Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Fermentasi dan Kecernaan Ransum Ruminansia (*In Vitro*). Tesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Tilley, J. M. A. & R. A. Terry.** 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassland Soc.* 18 : 104 – 111.
- Underwood, E. J.** 1971. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition.* 3rd Ed. Academic Press, New York.