
**PENGARUH EKSTRUSI DAN PROTEKSI DENGAN TANIN PADA TEPUNG
KEDELAI TERHADAP PRODUKSI GAS TOTAL DAN METAN SECARA *IN VITRO***

(Influence of Extrusion and Protection of Soybean by Natural Tannin on Total Gas and Methane Production In vitro)

Ganang Sajati

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

Abstract

The purpose of this study was to examine the influence of combined treatments of the extrusion process and the addition of a natural source of tannins (tea and or gambier wastes) of the total gas and methane production in soybean flour.

The materials used in this study were soybean meal, tea waste, gambier, cow rumen fluid, alcohol, CO₂, McDougall solution, 15% H₂SO₄, 0,5 N NaOH, 0,5 N HCl, 1% PP indicator and distilled water. The instruments used were analytical scales, test tubes, oven, extruder machine, waterbath, centrifuge, vacuum flaks, CO₂ gas cylinder, 100ml syringes glass equipped with silicone hoses and clips to be closed and opened, vaccuntainer, erlenmeyergas chromatography, special flute tube and distillation flask, glass beaker, Erlenmeyer, incubator, pipettes, measuring instruments, magnetic stirrer, peristaltic pump to drain the rumen fluid and heater. This study used completely randomized design in 2x3 factorials and 3 replicates by a-factor (a₀ = no extruded and a₁= extruded) and b-factor(b₀= no tannins, b₁= tea waste tannins, b₂= gambier tannin). The parameters observed including total gas and methane production, the data were taseted by usisng analysis of varience and followed by the Duncan test.

The results indicate that there is no interaction between the extrusion and the addition of tannins to total gas production, while the production of methane gas does not indicate any influence (p < 0.05). It is concluded that the extrusion and protection with natural tannins of soybean flour have impacted on decreased in the production of total gas and methane production.

Pendahuluan

Metanogenesis pada sistem pencernaan rumen hewan ruminansia merupakan salah satu alur reaksi fermentasi makromolekul yang menghasilkan gas CH_4 melalui reduksi CO_2 dengan gas hidrogen yang dikatalisis oleh enzim yang dihasilkan bakteri metanogenik. Pembentukan gas metan di dalam rumen berpengaruh terhadap pembentukan produk akhir fermentasi di dalam rumen, terutama jumlah mol ATP, yang pada gilirannya mempengaruhi efisiensi produksi mikrobial rumen. Penurunan produksi gas metan (CH_4) dari ternak ruminansia merupakan sarana untuk meningkatkan efisiensi pakan. Oleh karena itu perlu suatu upaya manipulasi guna mengoptimalkan keuntungan dan mengurangi efek negatif yang ditimbulkan.

Kedelai merupakan salah satu sumber protein yang baik untuk ternak, karena kedelai mengandung asam amino yang lengkap, selain itu kedelai juga mempunyai potensi untuk digunakan sebagai suplemen protein pakan karena kandungan protein yang terdapat dalam kedelai dapat mencapai 41,7%. Pemanfaatannya sebagai pakan ruminansia perlu mendapatkan perhatian supaya tidak banyak mengalami perombakan di dalam rumen sehingga mampu mensuplai kebutuhan protein kepada ternak ruminansia secara langsung tanpa banyak campur tangan dari peran mikrobial. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif untuk melindungi bahan sumber protein tersebut dengan bahan pakan yang mempunyai sifat melindungi protein kedelai dari degradasi di dalam rumen secara berlebihan.

Dewasa ini telah banyak dilakukan manipulasi di dalam rumen yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi fermentasi dan memproteksi nutrisi tertentu dari pengaruh mikrobial rumen. Proteksi protein dapat dilakukan melalui cara pencampuran dengan tanin, pelapisan protein dengan lemak atau minyak, dengan saponin maupun dengan pemanasan suhu tinggi (ekstrusi) dalam waktu singkat (*High Temperature Short Time*). Fungsi ekstrusi meliputi gelatinisasi atau pemasakan, pemotongan molekuler, pencampuran, sterilisasi, dan pengeringan. Proses ekstrusi mampu meminimalkan kerusakan pada zat-zat nutrisi termasuk menjaga kualitas protein bahan, walaupun bahan dipanaskan dengan suhu tinggi namun apabila proses ekstrusi tersebut dilakukan dalam waktu singkat sehingga protein bahan tidak akan rusak. Tujuan dari proteksi protein pakan adalah supaya protein pakan tidak dirombak di dalam rumen tetapi protein pakan dan asam aminonya akan diserap di saluran pencernaan pasca rumen.

Keberadaan tanin dapat mengurangi produksi gas total dalam sistem fermentasi *in vitro* karena interaksi tanin dengan pakan yang berkontribusi terhadap produksi gas total, khususnya protein dan serat, dengan terhambatnya degradasi protein dan serat mengakibatkan terhambatnya produksi gas yang merupakan hasil samping dari proses fermentasi nutrisi pada pakan. Kelebihan tanin selain harganya murah, ketersediaannya mudah dan aman bagi ternak. Tanin dapat dijumpai pada ampas teh dan gambir.

Pemberian tanin pada bahan pakan dapat memberikan efek defaunasi. Adanya kompleks protein-tanin dapat mengakibatkan tekanan terhadap populasi protozoa rumen sehingga menyebabkan efek tidak langsung terhadap penurunan protozoa. Oleh karena itu, berdasarkan sifat dari protozoa, maka mengurangi atau menekan populasi protozoa berarti memberi kesempatan bakteri untuk dapat berkembang lebih baik, menurunkan degradabilitas protein dan menurunkan kehilangan energi dalam bentuk metan.

Materi dan Metode

Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah tepung kedelai, ampas teh, gambir, cairan rumen sapi, alkohol, gas CO₂, larutan McDougall, H₂SO₄ 15%, NaOH 0,5 N, HCl 0,5 N, indikator PP 1% dan akuades. Alat yang digunakan adalah timbangan analitis, tabung reaksi, oven, mesin ekstruder, *waterbath*, *centrifuge*, termos, tabung gas CO₂ gelas *syringes* 100 ml yang dilengkapi selang silikon dan klip untuk dapat ditutup dan dibuka, *vaccuntainer*, Erlenmeyer, *Gas Chromatography*, tabung suling khusus beserta labu destilasi, gelas beker, erlenmeyer, inkubator, pipet ukur, *magnetic stirrer*, pompa peristaltik untuk mengalirkan cairan rumen dan pemanas

Metode

Ekstraksi tanin

Metode ekstraksi dilakukan dengan menggunakan alkohol dalam *beaker glass* dengan perbandingan 1:3. Konsentrasi alkohol yang digunakan 95% selama 12 jam. Ekstrak yang diperoleh disaring dengan menggunakan kain bersih, selanjutnya dievaporasi hingga larutan

ekstrak lebih pekat kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C untuk memperoleh kristal tanin.

Kadar ekstrak tanin ditentukan berdasarkan bobot kering oven yaitu dengan menggunakan persamaan (Siregar, 2009) sebagai berikut:

$$\text{Kadar Ekstrak tanin} = \frac{\text{bobot ekstrak (kristal tanin)}}{\text{sampel} \times \text{BK}} \times 100\%$$

Penentuan kadar tanin terkondensasi ditentukan dengan menggunakan ekstrak kering oven. Adapun prosedur pengujian yang akan dilakukan adalah memasukkan 5 g ekstrak tanin ke dalam gelas piala yang telah berisi 175 gram air, kemudian mengaduknya hingga homogen. Ditambahkan 28,5 ml HCl (0,2801 N) dan 1 ml larutan formaldehid (37%) ke dalam larutan tersebut, lalu mengaduknya selama 5 menit. Didiamkan larutan tersebut selama 5 jam, hingga terbentuk endapan. Disaring endapan dengan menggunakan kertas saring dan corong, kemudian membilasnya dengan air. Dikeringkan endapan dalam oven dan menimbang bobotnya. Dihitung kadar tanin terkondensasi dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar Tanin Terkondensasi (\%)} = \frac{\text{bobot endapan}}{\text{bobot ekstrak}} \times 100\%$$

Proteksi protein tepung kedelai

Kadar tanin yang diperoleh dari hasil ekstraksi digunakan untuk proteksi tepung kedelai. Proteksi tepung kedelai dilakukan dengan cara tanin dari ampas teh atau tanin gambir dengan kadar masing-masing 0,4% (setara dengan 2,2 mg tanin/0,55 g tepung kedelai) dicampurkan pada tepung kedelai yang sudah mengalami proses ekstrusi. Untuk mempermudah pencampuran tanin dengan tepung kedelai maka tanin dilarutkan terlebih dahulu dengan air secukupnya kemudian disemprotkan ke tepung kedelai sampai merata. Penyemprotan dilakukan dengan menggunakan *sprayer*.

Tahap uji *in vitro* pengukuran produksi gas total menurut (Menke dan Steingass,1988)

Parameter yang diamati secara *in vitro* yaitu pengukuran produksi gas total dan gas metan. Sebanyak 0,1 ml larutan mikro dicampur dengan 200 ml larutan *buffer* rumen dan 200 ml

larutan makro, kemudian ditambahkan 0,1 ml larutan resazurin 0,1% dan 40 ml larutan pereduksi. Larutan tersebut dicampur menjelang digunakan dan dijaga pada temperatur 39°C.

Cairan rumen yang dipergunakan diambil dari 2 ekor sapi berfistula yang digunakan sebagai ternak donor. Cairan rumen diambil dari ternak yang sudah diberi pakan tetap selama beberapa waktu. Ransum terdiri dari 50 - 60% hijauan dan 40 - 50% konsentrat yang dibagi dalam 2 kali pemberian pakan dengan interval waktu 8 jam serta air minum diberikan secara *ad libitum*. Jumlah pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan pokok hidup. Cairan rumen diambil sebelum pemberian pakan pagi hari.

Sebelum diambil cairan rumen pada ternak berfistula, termos yang berisi air panas yang mencapai suhu 39°C disediakan dan setelah cairan rumen diambil, air panas dikeluarkan dari termos, kemudian cairan rumen dimasukkan dan diisi gas CO₂. Hal ini bertujuan menjaga agar kondisi tetap *anaerob*. Tahap fermentasi dimulai dengan mempersiapkan sampel bahan sebanyak 200 mg. Blanko terdiri dari 2 *syringe* ditaruh di awal dan di akhir, standar 200 mg dibuat 2 *syringe*. Sampel dimasukkan ke dalam *syringe gas test* 100 ml. *Piston syringe* yang akan dimasukkan ke *syringe*, sebelumnya diberi vaselin agar tabung fermentasi yang telah berisi sampel dan larutan media tidak terkontaminasi oleh udara dari luar. Larutan media yang telah diaduk dan dialiri gas CO₂ ditempatkan dalam *waterbath* yang telah dilengkapi pengontrol suhu. Suhu pada *waterbath* dipertahankan pada angka 39°C. Cairan rumen sebagai sumber inokulum disaring dan dicampur dengan larutan media. Sebanyak 40 ml campuran rumen ditambah larutan media dimasukkan ke dalam masing-masing *syringe* menggunakan dispenser. Perbandingan larutan media dan cairan rumen yaitu 2 : 1. Udara yang masih terdapat dalam *syringe* dikeluarkan dan klep *syringe* ditutup. *Syringe gas test* diinkubasi dalam *waterbath* selama 48 jam. Untuk pengamatan total produksi gas dilakukan pencatatan posisi piston pada jam ke 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24 dan 48 jam. Setiap sampel dilakukan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Produksi gas dihitung berdasarkan rumus berikut:

Produksi gas total (ml/300 mg)

$$= 0,3/BK \text{ sampel} \times (v_{48} - v_0) - v_0 / \text{rata-rata } v_0 \text{ blanko} \times \text{rata-rata produksi gas blanko}$$

Keterangan: V48 : Volume gas setelah jam ke 48
V0 : Volume gas pada jam ke 0
BK : Bahan kering

Pengamatan produksi gas dilakukan pada jam ke 0, 2, 4, 6, 12, 36 dan 48 dengan melihat perubahan skala yang ada pada *syringe*. *Syringe* yang sudah berisi sampel dan diinkubasi pada suhu 39⁰C selama 48 jam. Laju produksi gas diukur dengan model eksponensial Orskov dan McDonald (1979) berikut :

$$P = a + b (1 - e^{-ct})$$

Keterangan: P = gas yang dihasilkan pada waktu t

a = produksi gas yang dihasilkan dari fraksi yang mudah larut

b = produksi gas yang dihasilkan dari fraksi yang potensial terdegradasi

c = laju produksi gas dari b

untuk mempermudah perhitungan tersebut, maka digunakan program NEWAY Excel (Chen, 1994). Nilai a, b, dan c digunakan untuk menghitung degradasi teori (DT) dengan rumus $DT = a + ((bc) / (c + 0,05))$.

Produksi gas selama inkubasi 48 jam dicatat pada jam ke: 2, 4, 6, 8, 12, 36 dan 48. Pada akhir fermentasi diambil sampel gas 10 ml dengan *sprit* dan dimasukkan dalam *vaccuntainer* untuk analisis kadar gas metan dengan menggunakan *Gas Chromatography* (GC).

Analisis Statistik

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial 2x3 dengan 3 ulangan. Faktor a (proses ekstrusi): a₀ = tanpa ekstrusi; a₁ = dengan proses ekstrusi. Faktor b (penambahan tanin): b₀ = tanpa penambahan tanin; b₁ = penambahan tanin ampas teh; b₂ = penambahan tanin gambir.

Kombinasi perlakuan proteksi tepung kedelai menggunakan tanin alami dan proses ekstrusi:

a_0b_0 = Tepung kedelai, tanpa penambahan tanin

a_0b_1 = Tanpa ekstrusi, dengan penambahan tanin ampas teh 0,4%

a_0b_2 = Tanpa ekstrusi, dengan penambahan tanin gambir 0,4%

a_1b_0 = Dengan ekstrusi (suhu 150⁰C selama 6 detik), tanpa penambahan tanin

a_1b_1 = Dengan ekstrusi (suhu 150⁰C selama 6 detik), dengan penambahan tanin ampas teh 0,4%

a_1b_2 = Dengan ekstrusi (suhu 150⁰C selama 6 detik), dengan penambahan tanin gambir 0,4%

HASIL DAN PEMBAHASAN

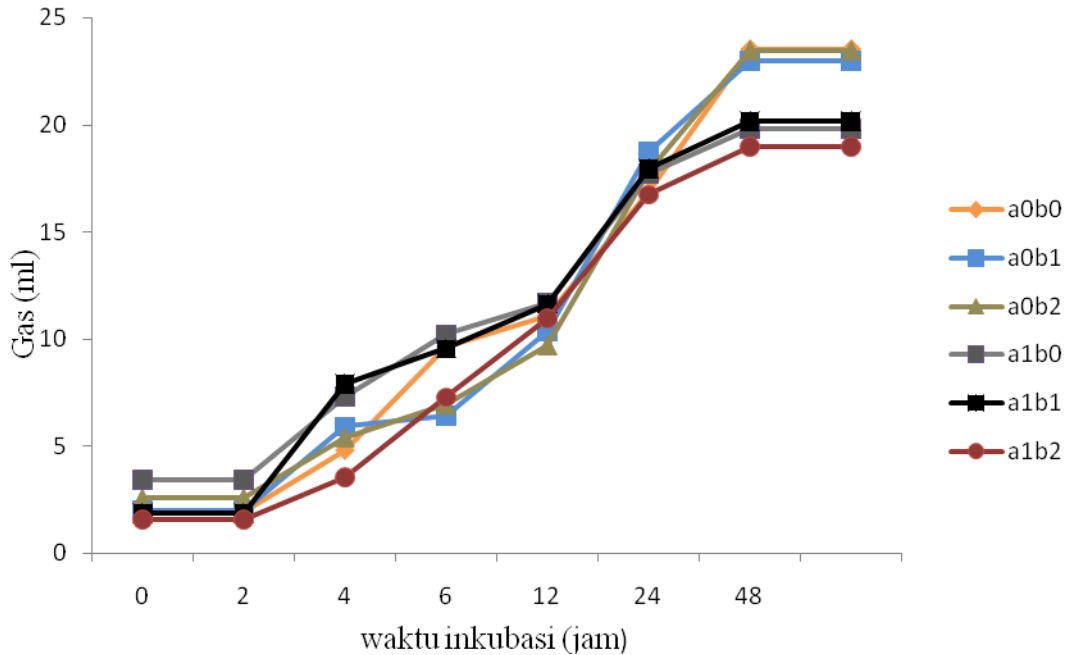
Produksi Gas Total

Tabel 2. Produksi Gas Total Tepung Kedelai yang Diekstrusi dan Diproteksi dengan Tanin selama 48 jam (ml/200 mg BK).

Ekstrusi	Tanin			Rerata
	b_0	b_1	b_2	
	------(mg/ml) -----			
a_0	23,50	22,96	23,45	23,30
a_1	19,82	20,15	18,96	19,64
Rerata	21,66	21,55	21,25	

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara kombinasi perlakuan proses ekstrusi dengan penambahan tanin ampas teh dan gambir terhadap produksi gas total, namun pada Tabel 2 faktor ekstrusi dan penambahan tanin gambir mampu menurunkan produksi gas total sebesar 19% (a_1b_2). Rataan produksi gas total dengan perlakuan tanpa proses ekstrusi (a_0) dan dengan proses ekstrusi (a_1) secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa proteksi yang dilakukan tidak mempengaruhi gas total. Analisis ragam juga

menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara ekstrusi dan penambahan sumber tanin alami. Produksi gas total hasil penelitian berkisar antara 18,96 ml/200 mg (a_1b_2) sampai 23,50 ml/200 mg (a_0b_0). Produksi gas total tertinggi terdapat pada a_0b_0 yaitu sebesar 23,50 ml/200 mg, sedangkan produksi gas total terendah terdapat pada a_1b_2 yaitu sebesar 18,96 ml/200 mg. Rataan produksi gas yang tidak mengalami proses ekstrusi (a_0) yaitu 23,30 ml/200 mg, sedangkan yang mengalami proses ekstrusi (a_1) 19,64 ml/200 mg. Rataan produksi gas yang tidak mengalami penambahan tanin (b_0) yaitu 21,65 ml/200 mg, sedangkan yang mengalami penambahan tanin ampas teh (b_1) 21,55 ml/200 mg, dan yang mengalami penambahan tanin gambir (b_2) 21,25 ml/200 mg. Produksi gas total terbaik adalah produksi yang terendah yaitu terdapat pada tepung kedelai yang mendapat proteksi gabungan antara ekstrusi dan penambahan tanin gambir, produksinya yaitu 18,96 ml/200 mg (a_1b_2). Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi bahan pakan yang mengandung tanin dapat menurunkan gas total dari sistem fermentasi rumen secara *in vitro*. Tepung kedelai yang diekstrusi menurunkan produksi gas total. Hal ini disebabkan karena laju produksi gas *in vitro* semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi, hal ini disebabkan substrat yang dapat difermentasi juga semakin menurun jumlahnya (Hungate, 1966; Jayanegara dan Sofyan, 2008). Aktivitas biologis tanin dapat ditentukan dengan melihat perbedaan antara perlakuan yang ditambahkan tanin dan perlakuan yang tidak ditambahkan tanin (Makkar, 2005; Bueno *et al.*, 2008). Laju produksi gas *in vitro* pada semua perlakuan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi. Hal ini disebabkan substrat yang dapat difermentasi juga semakin berkurang jumlahnya, berkurangnya jumlah substrat yang difermentasi selama masa inkubasi kemudian berdampak pada laju produksi VFA yang semakin berkurang, sebagai indikasi menurunnya ketersediaan energi bagi ternak ruminansia (Hungate, 1996; Jayanegara *et al.*, 2006). Hasil penelitian didukung oleh penelitian Pertiwi (belum dipublikasikan) yaitu VFA total tepung kedelai masih dalam kisaran normal yaitu 88,333 mMol (a_1b_2) sampai 128,333 mMol (a_0b_0) (Lampiran 11). Hal ini disebabkan karena bakteri masih mampu merombak protein tepung kedelai menjadi VFA.



Ilustrasi 4. Kurva Produksi Gas Percobaan selama 48 jam

Produksi gas tertinggi selama 48 jam waktu inkubasi dihasilkan oleh tepung kedelai (a_0b_0) sebanyak 23,50 ml/200 mg, sementara produksi gas terendah dihasilkan oleh tepung kedelai yang diekstrusi dengan penambahan tanin gambir yakni 18,96 ml/300 mg (Lampiran 6). Perlakuan ekstrusi pada tepung kedelai dan penambahan tanin gambir menurunkan produksi gas sebanyak 19% dibandingkan tanpa perlakuan (a_0b_0). Produksi gas tertinggi pada perlakuan a_0b_0 (Lampiran 6). Sementara a_1b_2 menghasilkan gas yang relatif sedikit pada waktu inkubasi 48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa laju produksi gas *in vitro* semakin menurun seiring dengan meningkatnya waktu inkubasi, hal ini disebabkan substrat yang dapat difermentasi juga semakin menurun jumlahnya (Hungate, 1966; Jayanegara dan Sofyan, 2008). Produksi gas maksimum pada tepung kedelai yang tidak diekstrusi pada waktu 48 jam inkubasi masih belum didapatkan perlambatan produksi gas sehingga kurva terlihat mendatar, sebagai akibat tingginya laju produksi gas pada tepung kedelai yang tidak diekstrusi. Berdasarkan hal tersebut pengamatan gas tidak cukup jika hanya diamati hanya pada waktu 48 jam inkubasi, melainkan perlu waktu pengamatan yang lebih lama. Beberapa penelitian lain yang mengevaluasi bahan pakan melakukan pengamatan hingga 72 jam, bahkan hingga 96 jam setelah inkubasi untuk mendapatkan koefisien kinetika yang lebih akurat (Kamalak *et al.*, 2004; Arigbede *et al.*, 2006)

Produksi gas ketiga tepung kedelai ekstrusi memperlihatkan pola yang sangat berbeda antara yang satu dengan yang lainnya (Ilustrasi 4). Tepung kedelai yang tidak diekstrusi tanpa penambahan tanin ampas teh dan gambir menghasilkan laju produksi gas yang tertinggi (a_0b_0) kemudian diikuti oleh tepung kedelai dengan penambahan tanin gambir 0,4% (a_0b_2). Hal ini disebabkan karena aktivitas biologis tanin dapat ditentukan dengan melihat perbedaan antara perlakuan tepung kedelai yang ditambahkan tanin dan perlakuan yang tidak ditambahkan tanin (Makkar, 2005; Bueno *et al.*, 2008).

Produksi Gas Metan

Tabel 6. Produksi Gas Metan Tepung Kedelai yang Diekstrusi dan Diproteksi dengan Tanin

Ekstrusi	Tanin			Rerata
	b_0	b_1	b_2	
	----- (ml/ mg) -----			
a_0	4,988	4,208	4,523	4,57 ^a
a_1	4,72	3,62	3,72	4,02 ^b
Rerata	4.85 ^a	3.91 ^b	4.12 ^b	

Perlakuan proses ekstrusi berdasarkan analisis ragam memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap penurunan produksi gas metan (Lampiran 10). Rataan produksi gas metan dengan perlakuan tanpa proses ekstrusi (a_0) dan dengan proses ekstrusi (a_1) secara statistik berbeda nyata ($p < 0,05$) yaitu 4,57 ml/200 mg dan 4,02 ml/200 mg (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa proses ekstrusi yang dilakukan mempengaruhi penurunan gas metan. Berdasarkan analisis ragam, tidak terdapat interaksi antara ekstrusi dan penambahan sumber tanin alami. Persentase penurunan produksi gas metan paling tinggi terjadi pada a_1b_0 ke a_1b_2 yaitu mencapai 25%. Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi bahan pakan tepung kedelai yang diekstrusi dan ditambah tanin dapat menurunkan emisi metan dari sistem fermentasi rumen secara *in vitro*. Menurut Hungate (1996), terbentuknya asetat dan butirir pada proses fermentasi akan disertai terbentuknya metan yang relatif tinggi, tetapi terbentuknya propionat akan menurunkan produksi metan. Seperti juga telah dilaporkan oleh Carulla *et al.* (2005) dan Puchala *et al.* (2005) dengan menggunakan jenis tanaman dan perlakuan yang berbeda, mekanisme penghambatan produksi metan pada ternak ruminansia telah digagas oleh Tavendale *et al.* (2005), yakni (1) secara tidak langsung melalui penghambatan pencernaan serat yang

mengurangi produksi H₂, dan (2) secara langsung menghambat pertumbuhan dan aktivitas metanogen. Lebih lanjut Jayanegara (2008) menambahkan bahwa tanin terkondensasi menurunkan metana melalui mekanisme pertama dari yang digagas oleh Tavendale *et al.* (2005). Mekanisme penurunan gas metan dengan adanya tanin juga disebabkan adanya pengaruh secara langsung terhadap pertumbuhan bakteri metanogenik. Penurunan produksi gas metan juga disebabkan adanya penurunan jumlah protozoa. Menurut Jouany (1991) defaunasi akan menyebabkan penurunan produksi gas metan sebanyak 30 sampai 45%. Lebih lanjut dijelaskan oleh Finlay *et al.* (1994) bahwa proses metanogenesis terjadi sebanyak 37% dari hubungan endosimbiosis antara protozoa dan bakteri metanogenik. Selain itu, tanin juga menghambat pertumbuhan protozoa yang menjadi salah satu inang utama metanogen. McLeod (1974) menyatakan bahwa reaksi tanin dengan dinding sel protozoa mengakibatkan rusaknya permeabilitas dinding sel, sehingga dapat mengakibatkan defaunasi protozoa. Dijelaskan lebih lanjut oleh Makkar *et al.* (1995) bahwa tanin mampu menekan jumlah protozoa yang merupakan predator bagi bakteri terutama bakteri amilolitik dan menyebabkan peningkatan degradasi rumen. Dengan demikian, penurunan protozoa diharapkan mampu meningkatkan sintesis protein mikrobial dalam hal ini dari jenis bakteri terutama diharapkan mampu mengoptimalkan proses yang terjadi di dalam rumen dan mampu memberikan pasokan protein yang cukup bagi ternak. Berkurangnya jumlah substrat yang dapat difermentasi selama masa inkubasi kemudian berdampak pada laju produksi VFA yang semakin berkurang sebagai indikasi menurunnya ketersediaan energi bagi ternak ruminansia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan tanin ampas teh dan gambir 0,4% pada tepung kedelai terekstrusi dapat mengurangi produksi gas pada waktu inkubasi 48 jam dan laju pembentukan gas. Penurunan produksi gas total tertinggi dicapai pada kombinasi tepung kedelai yang diekstrusi dari penambahan tanin gambir sebesar 19%. Pemanfaatan teknologi pemrosesan pada tepung kedelai juga efektif menurunkan produksi gas metan pada tepung kedelai yang diekstrusi dan penambahan tanin gambir sebesar 25%.

Daftar Pustaka

- Arigbede, O. M., U.Y. Anele, J.A. Olanite, I.O. Adekunle. O.A. Jolaosho and O.S. Onifade. 2006. Seasonal *in vitro* gas production parameters of three multi-purpose tree species in Abeokuta, Nigeria. *Livest. Res. Rural Dev.* 18 : Article # 142. http://www.cipav.org.co/lrrd18/10/arig_18142.html [22 Desember 2011].
- Arora, S. P. 1983. *Microbial Digestion in Ruminants*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
- Blummel. M. and E. R. Orskov. 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *J. Anim. Feed Sci. and Technol.* **40**: 109-119.
- Bueno, I. C. S., D. M. S. S. Vitti, H. Louvandini and A. L. Abdalla. 2008. A new approach for *in vitro* bioassay to measure tannin biological effects based on a gas productions technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* **141**: 153-170.
- Carulla, J. E., M. Kreuzer, A. Machmüller and H. D. Hess. 2005. Supplementation of *Acacia mearnsii* tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Aust. J. Agric. Res.* **56**: 961-970.
- Cheeke, P. and L. Shull. 1985. *Natural Toxicant in Feeds Poisonous*. Avi Publishing Co., Wesport.
- Chen, X. B. 1994. *Neway Program*. International Feed Resources Unit, Rowelt Research Institute. Bucksburn. Aberdeen.
- Concon, J. M. 1988. *Food Toxicology*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Davies, Z. S., D. Marson, A. E. Brooks. G. W. Griffith, R. J. Merry and M. K. Theodoru. 1999. An automated system for measuring gas production from forage inoculated with rumen fluid and its use in determining the effect of enzymes on grass silage. *J. Anim. Feed Sci. and Technol.* **83** : 205-221.
- Ella, A., S. Harjosowignyo, T. R. Wiradaryadan dan M. Winugroho. 1997. Pengukuran produksi gas dari hasil proses fermentasi beberapa jenis leguminosa pakan. *Prosiding Sem. Nas. 1-II NMT*. Ciawi Bogor. Hal : 151-152.
- Finlay, B. J., G. Esteban, K. J. Clarke, A. G. Williams, T. M. Embley, and R. P. Hirt. 1994. Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. *EMS Microbial.* **117**: 157-162.
- Hangerman, A. E., Y. Zhao and S. Johnson. 1997. Methods for determination of condensed and hydrolisable tannins. *In* : F. Shahidi. (Ed). *Antinutrients and Phytochemicals in Food*. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC. P : 209-222.

- Harjanti, R. T. 2006. Pengaruh Pemberian Tepung Kedelai terhadap Kadar Asam Urat dalam Darah Tikus Putih. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Hungate, R. E. 1966. The Rumen and Its Microbes. Academic Press, New York.
- Ihsanur, M. 2010. Ekstruksi. <http://konsultansi-agroindustri.blogspot.com>. (Diakses 25 September 2010 pukul 11.36 WIB).
- Jayanegara, A., A. S. Tjakradidjaja dan T. Sutardi. 2006. Fermentabilitas dan pencernaan *in vitro* ransum limbah agroindustri yang disuplementasi kromium anorganik dan organik. Med. Pet. **29** : 54-62.
- Jayanegara, A. dan A. Sofyan. 2008. Penentuan aktifitas biologis tannin beberapa hijauan secara *in vitro* menggunakan 'Hohenheim Gas Test' dengan polietilen glikol sebagai determinan. Med. Pet. **31** : 44-52.
- Jayanegara, A., A. Sofyan, H. P. S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana *in vitro* pada hay dan jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. Med. Pet. **32** (2): 120-129.
- Jouany, J. P. 1991. Defaunation of the rumen. **In**: J.P. Jounay (Ed). Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. Institute Nationale De La recherche Agronomique, INRA.
- Kamalak, A., O. Canbolat, Y. Gurbuz, O. Ozay, C.O. Ozkan and M.Sakarya.2004. Chemical composition and *in vitro* gas production characteristic of several tannin containing tree leaves. Livest. Res. Rural Dev. 16: Article #44. http://www.cipav.org.co/Irrd/Irrd16/6/kamal_16044.html [22 Desember 2011].
- Kasim A., Y. Sub'han dan N. S. Indeswari. 2008. Perubahan Beberapa Sifat Fisis dan Kimia Pasta Gambir selama Penyimpanan. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang. J. Ris. Kim. Vol. 1 No.2.
- Kumar, R. and J. P. F. D'Mello.1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. **In** : J. P. F. D'Mello dan C. Devendra. (Eds). Tropical Legumes in Animal Nutrition. CABI, Wallingford. P: 95-133.
- Kusnadi, U. dan B. R. Prawiradiputra. 1985. Kedelai: Kedelai untuk Makanan Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Liener, I. E. 1980. Miscellaneous toxic factors. **In** : I. E. Liener, (Ed). Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2th Ed. Academic Press, New York. P: 453-455.

- Lin, C. and L. Kung. 2005. Heat treated soybeans and soybean meal in ruminant nutrition. <http://www.asa-europe.org/pdf/heattreated.pdf>. [12 Januari 2012]
- Makkar, H. P. S., M. Blummel and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidone and polyethylene glycol with tannins and their implications in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *J. Nutr.* **73**: 897-913.
- McLeod, M. N. 1974. Plant tannin: their role in forage quality. *Nutrition Abstract and Reviews* **44**: 804-8115.
- Menke, K. H. and H. Steingass, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* **28**: 7-55.
- Morgavi, D. P. 2008. Manipulacion del ecisitema ruminal : que perspectivas?. Reunion Cientifica Annual de la Asociacion Peruana de Produccion Animal. INRA-Theix, Dijon.
- Mutter, E. C. 1992. Teknologi Pemasakan Ekstrusi Campuran Dage Biji Karet (*Hevea brasiliensis*), Kedele dan Jagung. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Naczka, M and F. Shahidi. 1997. Nutritional implications of canola condensed tannins. In : Shahidi, F. (Ed). *Antinutrients and Phytochemicals in Food*. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC. P: 186-208.
- Oktavia, D. A. 2007. Kajian SNI makanan ringan ekstrudat. *J. Standarisasi* **9**. (1):1-9.
- Ørskov, E. R. and M. Ryle. 1990. *Energy Nutrition in Ruminants*. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Ørskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* **92**: 499-503.
- Ørskov, E. R. 1992. *Protein Nutrition in Ruminant*. 2nd Ed. Academic Press Limited, London.
- Pambayun, R. , M. Gardjito, S. Sudarmadji dan K. R. Kuswanto. 2007. Kandungan fenol dan sifat antibakteri dari berbagai jenis ekstrak produk gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Majalah Farmasi Indonesia*, **18**(3): 141 – 146.
- Prasetyono, B.W. H. E., Suryahadi, T. Toharmat dan R. Syarif. 2007. Strategi suplementasi protein ransum sapi potong berbasis jerami dan dedak padi. *Media Peternakan*. ISSN 0126-0472. **30** (3) : 207-217.

- Pratama, R. I. 2007. Kajian Mengenai Prinsip-prinsip Dasar Teknologi Ekstrusi untuk Bahan Makanan dan Beberapa Aplikasinya pada Hasil Perikanan. Makalah. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran, Jatinangor.
- Puchala, R., B. R. Min, A.L. Goetsch and T. Sahl. 2005. The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. *J. Anim. Sci.* **83** : 182-186.
- Riha, W. E., C. Hwang, M. V. Karwe, T. G. Hartman, and C. Ho. 1996. Effect of Cystein Addition on the Volatile of Extruded Wheat Flour. *J. Agric. Food Chem.* **44**:1847-1850.
- Rohayati, R. T. 1994. Evaluasi Nutrisi Ampas Daun Teh (*Camellia sinensis*) sebagai Pakan Tunggal dan Substitusinya terhadap Lamtoro dalam Ransum secara In Vitro. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Soebarinoto, S. Chuzaemi dan Mashudi. 1991. Ilmu Gizi Ruminansia. Animal Husbandry Project. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak. Universitas Brawijaya, Malang.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (Diterjemahkan oleh B. Sumantri).
- Subrata, A., L. M. Yusiati dan A. Agus. 2005. Pemanfaatan tanin ampas teh terhadap efek defaunasi, parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikrobial secara *in vitro*. *J. Agrosains* **18** (4): 473-487.
- Suhartati, F. M. 2005. Proteksi protein daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) menggunakan tanin, saponin, minyak dan pengaruhnya terhadap *Ruminal Undegradable Dietary Protein* (RUDP) dan sintesis protein mikrobial rumen. Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. *Animal Production.* **7** : 52-58.
- Tanuwiria, U. H., A. Mushawwir dan A. Yulianti. 2007. Potensi pakan serat dan daya dukungnya terhadap populasi ternak ruminansia di wilayah kabupaten Garut. *Jurnal Ilmu Ternak.* **7** : 117-127.
- Tillman, A. D., H. Hartadi. S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan Ke-5. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tavendale, M. H., L. P. Meagher, D. Pacheco, N. Walker, G. T. Attwood and S. Sivakumaran. 2005. Methane production from *in vitro* rumen incubation with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effect of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* **123/124**: 403-419.
- Thalib, A. 2008. Buah Lerak Mengurangi Emisi Gas Metana pada Hewan Ruminansia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **30** (2): 11-12.

- Trijayanti, D. K. 2011. Pengaruh Ekstrusi dan Proteksi dengan Tanin Alami pada Tepung Kedelai terhadap Sintesis Protein Mikrobia dan Populasi Protozoa secara *In Vitro*. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Triyani, Y. 2002. Isolasi Bakteri Rumen Domba Pencerna Legum. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Yunilas. 2010. Eliminasi Gas Metana (CH₄) Asal Ternak Melalui Ekstrak Tanaman. Karya Ilmiah. Departemen Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Yusiati, L. M. 1996. Teknik Produksi Gas. Kursus Singkat Teknik Evaluasi Pakan Ruminansia. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.