



**PENGARUH PROTEKSI PROTEIN TEPUNG KEDELAI  
DENGAN TANIN DAUN BAKAU TERHADAP KONSENTRASI AMONIA,  
UNDEGRADED PROTEIN DAN PROTEIN TOTAL SECARA *In Vitro*  
(*The Effect of Soy Meal Protein Protection by Mangrove Leaf Tannin on  
Ammonia Concentration, Rumen Undegraded Dietary Protein and Total  
Protein In Vitro*)**

**R. D. Cahyani, L.K. Nuswantara dan A. Subrata**

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan bahan pakan sumber protein terproteksi untuk meningkatkan produktivitas ternak dilihat dari pengukuran amonia (NH<sub>3</sub>), *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) dan Protein Total. Penelitian dilakukan secara *in vitro* dengan rancangan acak lengkap 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan penelitian adalah T0 (tepung kedelai tanpa tanin), T1 (tepung kedelai+tanin 0,25%), T2 (tepung kedelai+tanin 0,5%), T3 (tepung kedelai+tanin 0,75%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung kedelai yang diproteksi tanin daun bakau dengan level 0,25%, 0,5%, dan 0,75% dapat menurunkan konsentrasi amonia (NH<sub>3</sub>) dan meningkatkan *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) serta produksi protein total (P<0,05). Rataan konsentrasi NH<sub>3</sub>, persentase RUDP dan produksi protein total pada T0, T1, T2, T3 berturut-turut adalah (7,78 mM, 15,93 %, 339,68 mg/g), (7,24 mM, 16,33%, 402,76 mg/g), (6,61 mM, 14,35%, 20,98 mg/g), (6,37 mM, 20,98%, 507,01 mg/g).

Kata kunci : tepung kedelai, daun bakau, tanin, NH<sub>3</sub>, RUDP, protein total

**ABSTRACT**

The research to produce feed material protected protein sources to improve livestock productivity seen from the measurement of ammonia (NH<sub>3</sub>), *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) and Total Protein. Research of *in vitro* with a completely randomized design of four treatments and four replications. Treatment research is T0 (soy flour without tannins), T1 (soy meal + 0,25% tannins), T2 (soy meal + 0,5% tannins), T3 (soy meal+ 0,75% tannins). The results that the soy meal that is protected by mangrove leaf tannin level of 0,25%, 0,5%, and 0,75% can decrease the concentration of ammonia (NH<sub>3</sub>), increase the *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) and total protein production (P<0,05). The average concentration of NH<sub>3</sub>, percentage RUDP and total protein production T0, T1, T2, T3, respectively (7,78 mM, 15,93%, 339,68 mg/g), (7,24 mM, 16,33 %, 402,76 mg/g), (6,61 mM, 14,35%, 20,98 mg/g), (6,37 mM, 20,98%, 507,01 mg/g).

Keywords : soy meal, mangrove leaf, tannin, NH<sub>3</sub>, RUDP, total protein

## PENDAHULUAN

Kecukupan pakan bagi ternak sangat penting karena sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, produksi dan reproduksi. Pakan dengan kandungan nutrisi yang cukup dan sesuai kebutuhan ternak akan menghasilkan produktivitas yang optimal. Salah satu kebutuhan nutrisi pada ternak yang harus diperhatikan yaitu protein. Kualitas pakan secara biologis pada ruminansia dipengaruhi oleh ketersediaan protein pakan yang mampu memberikan kontribusi pada perkembangbiakan mikrobia dalam rumen dan mampu mensuplai protein pakan di intestinum.

Tepung kedelai mempunyai kandungan protein yang tinggi yaitu sebesar 37,7% dan sangat mudah mengalami degradasi di dalam rumen. Tepung kedelai adalah tepung yang dibuat dari kedelai dengan cara dikeringkan kemudian dihaluskan dan diayak sampai didapatkan tepung kedelai yang halus. Tingkat degradabilitas tepung kedelai sebesar 75% dan yang tidak terdegradasi sebesar 25% (Prasetyono, 2008). Kadar protein kasar yang tinggi dengan tingkat degradasi yang tinggi pada tepung kedelai menyebabkan perlu adanya proteksi protein agar dapat menurunkan degradabilitas di dalam rumen dan protein tepung kedelai dapat dicerna secara maksimal di intestinum untuk produktivitas ternak.

Proteksi protein dapat dilakukan dengan pemanasan atau penambahan formaldehida yang dapat meningkatkan fraksi protein tidak terdegradasi 50 - 80% dan tidak menurunkan kecernaannya di intestinum (Widyobroto *et al.*, 2001). Protein yang tidak terdegradasi dapat langsung mengalami proses pencernaan enzimatis di dalam abomasum dan intestinum. Proteksi protein juga dapat menggunakan senyawa tanin. Tanin merupakan senyawa yang dapat digunakan untuk melindungi protein dari degradasi mikrobia rumen, karena tanin mampu mengikat protein dengan membentuk senyawa kompleks yang resisten terhadap protease, sehingga degradasi protein di dalam rumen menjadi menurun. Protein pakan yang lolos degradasi akan dicerna dan diserap di abomasum dan intestinum karena ikatan tanin-protein akan terurai pada pH asam atau basa.

Salah satu sumber tanin yaitu daun bakau. Daun bakau banyak dijumpai di Indonesia terutama di daerah pesisir dan belum banyak dimanfaatkan sebagai protektor dalam bahan pakan. Daun bakau mengandung senyawa tanin yang cukup tinggi yaitu sebesar 18%, sehingga perlu dimaksimalkan pemanfaatannya untuk melindungi protein bahan pakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan bahan pakan sumber protein terproteksi untuk meningkatkan produktivitas ternak dilihat dari pengukuran amonia ( $\text{NH}_3$ ), *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) dan Protein Total secara *in vitro*. Manfaat penelitian ini untuk memberikan informasi tentang proteksi protein dengan menggunakan tanin daun bakau sehingga dapat menunjang peningkatan produktivitas ternak. Hipotesis penelitian yaitu proteksi protein tepung kedelai dengan menggunakan tanin daun bakau mampu melindungi dari degradasi mikrobia rumen sehingga dapat menurunkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan dapat meningkatkan RUDP serta protein total.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2011 - Maret 2012 di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini mengkaji upaya proteksi tepung kedelai dengan tanin daun bakau yang diekstraksi dengan berbagai level yaitu 0%, 0,25%, 0,5%, dan 0,75% terhadap tepung kedelai sebagai sumber protein.

Metode proteksi bahan pakan dengan tanin yaitu mencampurkan kistal tanin dengan aquades di dalam spreyer dengan aras tanin 0%, 0,25%, 0,5% dan 0,75% kemudian menyemprotkan ke dalam bahan pakan yang sudah dihaluskan sampai tercampur secara homogen kemudian dikering udarakan.

Penelitian dilaksanakan dengan dua tahap yaitu tahap proteksi tepung kedelai dengan menggunakan tanin sebagai bahan proteksi yang diekstraksi dari daun bakau dan tahap uji fermentabilitas tepung kedelai yang telah diproteksi dengan tanin secara *in vitro*. Pada uji fermentabilitas yang dianalisis adalah konsentrasi NH<sub>3</sub>, persentase RUDP dan produksi protein total.

Peubah yang diukur yaitu konsentrasi NH<sub>3</sub>, persentase RUDP dan produksi protein total. Rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Sebagai perlakuan adalah T0 (tepung kedelai tanpa tanin), T1 (tepung kedelai+0,25% tanin), T2 (tepung kedelai+0,5% tanin), T3 (tepung kedelai+0,75% tanin). Data yang diperoleh dianalisis ragam dan apabila terdapat perbedaan dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Rataan Konsentrasi NH<sub>3</sub>, persentase RUDP dan produksi Protein Total Tepung Kedelai.

Parameter	T0	T1	T2	T3
NH <sub>3</sub> (mM)	7,78 <sup>a</sup>	7,24 <sup>ab</sup>	6,61 <sup>b</sup>	6,37 <sup>b</sup>
RUDP (%)	15,93 <sup>b</sup>	16,33 <sup>b</sup>	14,35 <sup>b</sup>	20,98 <sup>a</sup>
Protein Total (mg/g)	339,68 <sup>c</sup>	402,76 <sup>bc</sup>	468,19 <sup>ab</sup>	507,01 <sup>a</sup>

Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

### Konsentrasi NH<sub>3</sub>

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan proteksi protein tepung kedelai dengan menggunakan tanin berpengaruh nyata (p<0,05) terhadap penurunan konsentrasi NH<sub>3</sub>. Tanin mampu menurunkan fermentabilitas akibat pembentukan ikatan kompleks tanin-protein. Konsentrasi NH<sub>3</sub> dipengaruhi oleh jumlah degradasi protein kasar (PK) dalam rumen. Semakin tinggi degradasi PK

dalam rumen akan meningkatkan konsentrasi  $\text{NH}_3$ , demikian pula sebaliknya dengan semakin rendahnya degradabilitas PK dalam rumen, maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen menjadi menurun. Subrata (2005) menyatakan bahwa bahan pakan yang telah diproteksi dapat menurunkan produksi  $\text{NH}_3$  sehingga meningkatkan pasokan protein ke dalam intestinum dan meningkatkan pasokan asam amino kepada ternak inang. Menurut Tanner *et al.* (1994), bahwa tanin dapat berdampak positif jika ditambahkan pada pakan yang mengandung protein tinggi baik secara kualitas maupun kuantitas. Hal ini disebabkan protein yang berkualitas tinggi dapat terlindungi dari degradasi mikrobial rumen sehingga meningkatkan protein pasca rumen.

Hasil penelitian konsentrasi  $\text{NH}_3$  pada tepung kedelai yang diproteksi dengan tanin berturut-turut yaitu T0 (7,76 mM), T1 (7,24 mM), T2 (6,61 mM), T3 (6,37 mM). Hal ini menunjukkan bahwa tepung kedelai yang diproteksi masih mampu menghasilkan  $\text{NH}_3$  yang cukup untuk sintesis mikrobial. Sutardi (1994) menyatakan sintesis protein akan maksimal bila disukung dengan konsentrasi  $\text{NH}_3$  dalam rumen sebesar 4-12 mM, selain itu juga didukung dengan ketersediaan VFA dan kerangka karbon. Menurut Sutardi (1980), bahwa penggunaan  $\text{NH}_3$  untuk sintesis protein mikrobial diperlukan ketersediaan karbohidrat yang mudah difermentasi, sehingga untuk mensintesis protein mikrobial yang optimal diperlukan keseimbangan VFA dan  $\text{NH}_3$ .

Berdasarkan hasil DMRT menunjukkan bahwa konsentrasi  $\text{NH}_3$  menurun seiring peningkatan aras tanin. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  pada T0 lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding konsentrasi pada perlakuan T2 dan T3, tetapi tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan T1. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan T2 dan T3. Tingginya konsentrasi  $\text{NH}_3$  pada T0 dikarenakan tepung kedelai tidak diproteksi, sehingga protein pakan lebih mudah didegradasi oleh mikrobial rumen. Semakin tinggi mikrobial rumen mendegradasi protein maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  juga tinggi. Konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang tinggi disebabkan oleh tingginya degradasi protein yang masuk ke dalam rumen dan pemanfaatan  $\text{NH}_3$  yang rendah oleh mikrobial rumen untuk pembentukan protein mikrobial. Rahmadi *et al.* (2010) menyatakan bahwa mikrobial dalam mensintesis protein memerlukan  $\text{NH}_3$  yang dibebaskan dalam rumen. Menurut Sunarso (1984) konsentrasi  $\text{NH}_3$  rumen dipengaruhi oleh sumber N, degradabilitas protein dan absorpsi  $\text{NH}_3$ . Jumlah  $\text{NH}_3$  yang dapat digunakan oleh mikrobial rumen tergantung kepada jumlah mikrobial dan laju pertumbuhannya atau tergantung dari jumlah protein yang terfermentasi.

Konsentrasi  $\text{NH}_3$  pada perlakuan T1, T2 dan T3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Proteksi protein dengan level tanin 0,25%; 0,5%; dan 0,75% belum optimal untuk melindungi protein dari degradasi mikrobial rumen, karena kadar protein pada tepung kedelai cukup tinggi yaitu sebesar 37,7% sehingga membutuhkan level tanin yang tinggi pula untuk memproteksinya. Semakin tinggi level tanin untuk proteksi maka semakin banyak protein yang diproteksi sehingga dapat menurunkan konsentrasi  $\text{NH}_3$ . Menurut Kumar dan D'Mello (1995) tanin merupakan senyawa yang dapat digunakan untuk melindungi protein pakan dari degradasi yang berlebihan di dalam rumen. Tanin mampu membentuk kompleks dengan protein dan mampu melindungi protein dari degradasi rumen.

## **Persentase RUDP**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan proteksi protein tepung kedelai dengan menggunakan tanin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) meningkatkan persentase RUDP. Hal ini berarti proteksi protein tepung kedelai dengan menggunakan tanin ekstrak daun bakau mempengaruhi protein lolos degradasi rumen karena tanin daun bakau mampu membentuk ikatan kompleks tanin dengan protein tepung kedelai dan menjadikannya senyawa yang tidak larut sehingga akan menurunkan degradasi mikrobial rumen yang pada akhirnya meningkatkan RUDP. Protein yang lolos degradasi tinggi menghasilkan produksi RUDP yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahmadi *et al.* (2010) besar kecilnya protein yang lolos degradasi dalam rumen dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu daya larut protein, makin besar daya larut suatu protein akan semakin besar proses degradasinya. Kualitas protein, pakan yang berkualitas tinggi, dengan mengurangi proporsi NPN atau pemberian asam amino sintesis akan meningkatkan protein lolos yang terdegradasi. Penambahan zat-zat kimia, seperti formaldehid, glutaraldehyd dan tanin dapat memproteksi protein dari proses fermentasi dan meningkatkan protein lolos degradasi mikrobial rumen.

Hasil penelitian proteksi protein secara berturut turut yaitu T0 (15,93%), T1 (16,33%), T2 (14,35%), T3 (20,98%). Hasil ini menunjukkan persentase RUDP yang masih rendah. Rendahnya RUDP dikarenakan proteksi protein dengan level tanin 0,75% belum optimal untuk meningkatkan RUDP. Pakan yang mengandung protein yang tinggi membutuhkan level tanin yang tinggi pula agar protein banyak yang diproteksi. Menurut Widodo (2005) bungkil kedelai yang diproteksi dengan ekstrak tanin daun biji menghasilkan RUDP sebesar 18,03% pada aras 1,2%.

Berdasarkan hasil DMRT menunjukkan bahwa persentase RUDP pada T3 lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding T0, T1 dan T2. Persentase RUDP perlakuan T0 tidak berbeda nyata dengan T1 dan T2. Tingginya persentase RUDP pada T3 dikarenakan tanin dapat membentuk ikatan kompleks antara tanin dengan protein yang resisten terhadap degradasi mikrobial rumen, sehingga meningkatkan RUDP. Tanin akan terlepas dari protein yang lolos degradasi setelah sampai abomasum pada pH kurang dari 4. Hal ini dikarenakan tanin akan terurai pada pH asam atau basa dan protein dapat dicerna di abomasum dan di degradasi untuk induk semang. Persentase RUDP yang tinggi sangat bermanfaat bagi ternak yang mempunyai produksi tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Suhartati (2005) tanin dapat melindungi protein dari degradasi dalam rumen sehingga dapat meningkatkan persentase RUDP. Menurut Yulistiani *et al.* (2011) bahwa tanin terkondensasi mampu meningkatkan protein lolos degradasi rumen, disebabkan oleh kemampuannya dalam mengikat protein pada kondisi pH netral, tetapi pada kondisi pH asam seperti di abomasum, protein akan terlepas sehingga protein dapat dicerna di abomasum dan intestinum.

Persentase RUDP pada perlakuan T0, T1 dan T2 tidak berbeda nyata dikarenakan persentase RUDP pada tingkat level 0,5% masih sama, tetapi dengan penambahan level tanin 0,75% menunjukkan peningkatan. Persentase RUDP

dipengaruhi oleh konsentrasi  $\text{NH}_3$ , apabila pakan yang mengandung degradasi protein tinggi memberikan konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang tinggi pula sehingga persentase RUDP rendah dan sebaliknya apabila protein yang degradasinya rendah maka konsentrasi  $\text{NH}_3$  menurun dan persentase RUDP meningkat. *Rumen Undegraded Dietary Protein* (RUDP) penting untuk mendukung jumlah protein yang dicerna dan diserap di abomasum dan intestinum untuk produktivitas ternak. Menurut Suparjo (1999) protein pakan akan berpengaruh terhadap kadar protein total, terutama protein yang lolos degradasi oleh mikrobia rumen atau RUDP, sedangkan penurunan *Rumen Degraded Dietary Protein* (RDDP) pakan akan menyebabkan penurunan sintesis protein mikrobia dalam rumen sehingga diduga akan menurunkan pasokan asam amino ke usus halus.

### **Produksi Protein Total**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan proteksi protein tepung kedelai dengan menggunakan tanin berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) meningkatkan produksi protein total. Hal ini dikarenakan tanin mampu membentuk kompleks dengan protein yang resisten terhadap protease mikrobia rumen sehingga meningkatkan RUDP. Peningkatan RUDP akan meningkatkan jumlah protein total yang berasal dari pakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Yulistiani (2011) bahwa potensi dari tanin terkondensasi dalam meningkatkan protein lolos degradasi rumen disebabkan oleh kemampuannya dalam mengikat protein pada kondisi pH netral, tetapi pada kondisi pH asam dan basa seperti di abomasum, protein tersebut akan terlepas sehingga dapat tercerna di abomasum dan usus kecil. Menurut Prasetiyono (2008) bahwa xyloza BL mampu memproteksi tepung kedelai dari degradasi rumen, sehingga mampu meningkatkan protein kedelai ke usus halus.

Berdasarkan hasil DMRT menunjukkan bahwa produksi protein total pada T3 lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding T0 dan T1, namun demikian tidak menunjukkan perbedaan dengan T2. Produksi protein total perlakuan T0 tidak berbeda dengan T1 tetapi T0 nyata lebih rendah dari T2, sedangkan T2 tidak berbeda dengan T1. Produksi protein total perlakuan T1 tidak berbeda dengan T0 dan T2 tetapi berbeda nyata lebih rendah dari T3. Tingginya produksi protein total pada perlakuan T3 dikarenakan protein yang lolos dari degradasi mikrobia rumen atau RUDP tinggi, semakin tinggi RUDP maka akan meningkatkan produksi protein total. Hal ini sesuai dengan pendapat Suparjo (1999) protein pakan akan berpengaruh terhadap kadar protein total, terutama protein yang lolos degradasi oleh mikrobia rumen atau RUDP. Sunarso (1984) menyatakan bahwa produksi  $\text{NH}_3$  (6,37 Mm) yang optimum dapat menghasilkan protein mikrobia yang optimum pula, sehingga mampu memberikan sumbangan terbesar bagi produksi protein total.

Produksi protein total perlakuan T3 dengan T2 dan produksi protein total perlakuan T1 dengan T0 menunjukkan hasil yang tidak berbeda, hal ini dikarenakan tanin belum optimal dalam melindungi protein tepung kedelai, sehingga protein tepung kedelai masih dapat didegradasi oleh mikrobia rumen. Kadar protein yang tinggi sebaiknya level tanin yang digunakan untuk proteksi

semakin tinggi juga. Prasetyono (2008) menyatakan bahwa protein total yang tersedia untuk absorpsi dari usus halus tergantung pada pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi kedalam duodenum dan intestinum. Yulistinani *et al.* (2011) menyatakan bahwa tanin terkondensasi mampu meningkatkan protein lolos degradasi rumen dikarenakan mampu mengikat protein sehingga meningkatkan suplai protein pasca rumen.

### KESIMPULAN

Tanin dapat melindungi protein tepung kedelai dari degradasi mikrobia rumen, sehingga dapat menurunkan konsentrasi  $\text{NH}_3$  dan meningkatkan persentase RUDP serta produksi protein total. Kadar protein tepung kedelai yang tinggi sebaiknya diproteksi dengan menggunakan level tanin yang tinggi pula, sehingga protein yang diproteksi semakin banyak dan protein yang lolos degradasi juga tinggi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Kumar, R and J.P.F. D'Mello. 1995. Antinutritional factor of forage legume. **In** : D'Mello, J. P. F and C. Devendra (Editor). Tropical Legum in Animal Nutrition. CAB International Publishing Wallingford. pp. 95-133.
- Prasetyono, B.W.H.E. 2008. Rekayasa Suplemen Protein pada Ransum Sapi Pedaging Berbasis Jerami dan Dedak Padi. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Disertasi Doktor Peternakan).
- Rahmadi, D, Sunarso, J. Achmadi, E. Pangestu, A. Muktiani, M. Christiyanto, Surono, dan Surahmanto. 2010. Ruminologi Dasar. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Tidak Diterbitkan).
- Siregar, U. C. R. 2009. Kualitas Perekat Tanin Dari Beberapa Kulit Kayu Mangrove. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Subrata, A., A. Agus dan L.M. Yusiati. 2005. Pemanfaatan tanin ampas teh terhadap efek defaunasi, parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba secara *in vitro*. 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 mikroba rumen. Anim. Production. **7** (1) : 52-58.
- Sunarso. 1984. Mutu Protein Limbah Argo Industri Ditinjau dari Kinetika Perombakannya oleh Mikroba Rumen dan Potensinya dalam Menyediakan

Protein Bagi Pencernaan Pasca Rumen. Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tesis Megister Peternakan).

Suparjo. 1999. Studi tentang peran intestine digestible protein pakan dalam menunjang pembentukan protein mikrobial rumen dan pertumbuhannya sapi Peranakan Ongole. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. **4** (2) : 18-28.

Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sutardi, T. 1994. Peningkatan Produksi Ternak Ruminansia Melalui Amoniasi Pakan Serat Bermutu Rendah, Defaunasi dan Suplementasi Sumber Protein Tahan Degradasi dalam Rumen. Laporan Penelitian Hibah Bersaing I. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Tanner, G.J., A.E. Moore and P.J. Larkin. 1994. Proanthocyanidins inhibit hydrolysis of leaf proteins by rumen microflora in vitro. *Br. J. Nutr.* **74** : 947-958.

Widodo. 2005. Produksi Amonia, Protein Total dan Protein tidak Terdegradasi secara *In Vitro* Bungkil Kedelai yang Diproteksi dengan Tanin. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).

Widyobroto, B.P., S.P.S. Budhi dan A. Agus. 2001. Penggunaan Protein Pakan Terproteksi (*Undegraded Protein*) untuk Meningkatkan Produktivitas Sapi Perah di Indonesia. Lembaga Penelitian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. (Karya Ilmiah Hasil Penelitian).

Yulistiani, D., J.W. Mathius dan W. Puastuti. 2011. Bungkil kedelai terproteksi tanin cairan batang pisang dalam pakan domba sedang tumbuh. *JITV*. **16** (4) : 33-40.