

# Inokulasi Bakteri Selulolitik *Actinobacillus sp.* Asal Rumen pada Daun Jati Menurunkan Serat Kasar dan Meningkatkan Protein Kasar

(INOCULATION CELLULOLYTIC BACTERIA *ACTINOBACILLUS SP.* OF RUMEN PRODUCTION ON LEAF TEAK (*TECTONA GRANDIS SP*) DECREASE CRUDE FIBER AND INCREASE CRUDE PROTEIN)

Mirni Lamid<sup>1</sup>, Anggun Foetus Eka Julita, Ngakan Made Rai Widjaya<sup>2</sup>

Departemen Peternakan<sup>1</sup>, Departemen Kedokteran Dasar Veteriner<sup>2</sup>  
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga  
Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo, Surabaya 60115  
Telp (031) 5992785, Fax (031)5993015  
E-mail: mirnylamid@yahoo.com

## ABSTRAK

Kendala pemanfaatan daun jati sebagai pakan ternak ruminansia adalah kandungan serat kasar yang tinggi dan protein kasarnya yang rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi inokulasi *Actinobacillus sp.* produksi rumen dalam proses fermentasi daun jati untuk meningkatkan kualitas daun jati sebagai pakan ternak ruminansia. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan lima ulangan. Empat kelompok perlakuan terdiri dari: P0 = daun jati + tetes 2% (kontrol), P1 = daun jati + tetes 2% + 5% *Actinobacillus sp.*; P2 = daun jati + tetes 2% + 10% *Actinobacillus sp.*; P3 = daun jati + tetes 2% + 15% *Actinobacillus sp.* Analisis proksimat dilakukan setelah daun jati difermentasi selama tujuh hari. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam yang dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap serat kasar dan protein kasar P3 dan P2 dibandingkan dengan kontrol. Serat kasar P3 dan P2 masing-masing 31,67% dan 32%, sedangkan kandungan protein kasar P3 dan P2 masing-masing 13,57% dan 13,31%. Simpulan penelitian ini adalah inokulasi *Actinobacillus sp.* pada fermentasi daun jati dapat menurunkan kandungan serat kasar, meningkatkan kandungan protein kasar. Dosis efisien untuk fermentasi daun jati menggunakan bakteri *Actinobacillus sp.* adalah 10 %.

Kata kunci : *Actinobacillus sp.*, fermentasi, daun jati, protein kasar, serat kasar

## ABSTRACT

Constraints use teak leaves as ruminant feed is a high content of crude fiber and low crude protein. The objective of this research was to determine potency of inoculation *Actinobacillus sp.* of rumen production on teak leaves fermentation process could improve quality of teak leaves as animal feed for ruminants. Design study was Completely Randomized Design with four treatments and five replications. Four treatment groups were consist of : P0 = teak leaves + 2% molasses (control); P1 = teak leaves + 2% molasses + 5% *Actinobacillus sp.*; P2 = teak leaves + 2% molasses + 10% *Actinobacillus sp.*; P3 = teak leaves + 2% molasses + 15% *Actinobacillus sp.* Proximate analysis were done after teak leaves were fermented for seven days. The data were analyzed with Analysis of Variance followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed a significant difference ( $P < 0.05$ ) for crude fiber and crude protein P3 and P2 compared with control's. Crude fiber content of P3 and P2 respectively 31.67% and 32%, while the crude protein content of P3 and P2 respectively 13.57% and 13.31%. Conclusions of this research are: Inoculation *Actinobacillus sp.* with doses 5%, 10% and 15% in the fermentation teak leaves can decrease crude fiber content and increased crude protein content. Dose efficient to use bacterial fermentation teak leaves *Actinobacillus sp.* is 10%.

Key words: *Actinobacillus sp.*, fermented, teak leaves, crude fiber, crude protein

## PENDAHULUAN

Peternak ruminansia di Indonesia banyak mengalami kendala untuk meningkatkan pertambahan bobot badan dan mengoptimalkan jarak antar beranak ternaknya. Kedua faktor tersebut antara lain dipengaruhi oleh ketersediaan pakan. Kekurangan bahan pakan ternak dalam jumlah dan kualitas yang cukup sering terjadi di Indonesia, khususnya pada musim kemarau. Daun jati (*Tectona grandis sp*) sering dimanfaatkan secara tradisional sebagai pembungkus tempe, dan pembungkus makanan lainnya. Daun jati yang rontok dari pohon jati saat musim kemarau yang tersedia dalam jumlah cukup banyak serta mudah diperoleh di Pulau Jawa. Hal ini memberikan peluang bagi peternak untuk memanfaatkan daun jati sebagai alternatif pakan ternak ruminansia yang sangat penting.

Daun jati memiliki kandungan senyawa flavanoid dan sembilan senyawa asam fenolat atau tanin (Hartati *et al.*, 2005). Dalam jumlah yang tidak melebihi tingkat optimum tanin memiliki efek positif, yaitu sebagai senyawa untuk menghindari terjadinya *bloat* pada ternak dan membantu usus untuk mencerna dan menyerap protein secara langsung (*by pass protein*), caranya dengan membentuk ikatan tanin-protein yang dapat mencegah degradasi protein di dalam rumen (Frutos *et al.*, 2004).

Kendala pemanfaatan daun jati sebagai pakan ternak ruminansia adalah kandungan serat kasarnya cukup tinggi, yakni sebesar 22,9% dan kadar proteinnya rendah yaitu 4,9% (Hartati *et al.*, 2005). Bahan pakan ternak yang mengandung protein kasar kurang dari 7 % menyebabkan aktivitas mikrob rumen terhambat, karena kekurangan unsur nitrogen sehingga pemanfaatan karbohidrat oleh mikrob rumen tidak maksimal. Apabila bahan pakan mempunyai kandungan kadar protein rendah yaitu 3-5% sangat sulit diharapkan untuk memenuhi kebutuhan pokok ternak ruminansia (Caton *et al.*, 1988). Kandungan serat kasar yang cukup tinggi menyebabkan nilai pencernaan pakan rendah karena keberadaan lignin. Lignin berada dalam tanaman bersama-sama selulosa dan hemiselulosa dan berikatan membentuk komponen yang disebut lignoselulosa dan lignohemiselulosa (Maore dan Joachim, 2001).

Potensi daun jati sebenarnya dapat ditingkatkan nilai gizinya sebagai alternatif pakan ternak ruminansia dengan beberapa cara.

Peningkatan nilai gizi dapat dilakukan dengan perlakuan fisik, kimiawi, dan biologi. Perlakuan secara fisik yaitu dengan pemotongan dan penggilingan memudahkan ternak untuk mengkonsumsi pakan tetapi tidak meningkatkan kandungan nutrisinya. Perlakuan secara kimiawi dengan cara penambahan bahan kimia membutuhkan biaya yang besar dan waktu yang relatif lama, selain itu beberapa bahan kimia dapat mencemari lingkungan.

Perlakuan secara biologi dilakukan dengan fermentasi yang memanfaatkan jasa mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Cara fermentasi ini memiliki keuntungan antara lain tidak menimbulkan polusi, mampu meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan, menghilangkan zat antinutrisi yang terkandung dalam bahan mentah, dan membutuhkan waktu relatif pendek. Penggunaan bakteri selulolitik menghasilkan enzim selulase yang mampu memproduksi komponen C1 (*b-1, 4-glucan cellobiohydrolase* atau *exo-b-1,4-glucanase*), komponen Cc (*endo-b-1,4-glucanase*), dan komponen selobiase (*b-glucocidase*) (Murashima *et al.*, 2002; Howard *et al.*, 2003), dapat memfermentasi selulosa menjadi glukosa melalui proses enzimatik. Lamid *et al.*, (2009) melaporkan telah mengisolasi bakteri selulolitik (*Actinobacillus sp.*) asal rumen sapi potong yang memiliki kompleks enzim selulase yaitu *endo-b-1,4-glucanase*, *exo-b-1,4-glucanase* dan *b-glucocidase*.

Lamid *et al.*, (2005) melaporkan bahwa jerami padi yang difermentasi selama tujuh hari menggunakan bakteri selulolitik (*Bacillus sp.*, *Cellulomonas sp.*, *Cellvibrio sp.*) dosis 30% dapat menurunkan kandungan serat kasar dari 39,71% menjadi 34,60%. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui potensi inokulasi bakteri selulolitik (*Actinobacillus sp.*) produksi rumen sapi potong pada fermentasi daun jati terhadap peningkatan kualitas nilai nutrisi daun jati sebagai pakan alternatif ternak ruminansia.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jati yang diperoleh dari pasar tradisional di Kabupaten Blora, Propinsi Jawa Tengah. Daun jati difermentasi menggunakan bakteri selulolitik (*Actinobacillus sp.*) sebagai inokulum yang merupakan stok Laboratorium

Makanan Ternak, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.

Bakteri *Actinobacillus sp.* yang diperoleh dari stok laboratorium ditumbuhkan dalam media cair yang terdiri dari 40 mg *yeast ekstrak*; 5 mg  $MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ; 100 mg  $Na_2HPO_4$  dan 46 mg NaCl. Semua bahan dilarutkan dalam labu Erlenmeyer 100 mL dengan 20 mL akuades. Kemudian ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Larutan disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Isolat yang sudah tumbuh digunakan untuk proses fermentasi.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Daun jati sebanyak 5 kg yang sudah dibuat homogen secara acak dalam dua puluh unit percobaan dengan empat perlakuan dengan masing-masing diulang lima kali. Keempat perlakuan itu adalah :

- P0 : 500 g daun jati + 2% tetes
- P1 : 500 g daun jati + 2% tetes + 5% *Actinobacillus sp.*
- P2 : 500 g daun jati + 2% tetes + 10% *Actinobacillus sp.*
- P3 : 500 gram daun jati + 2% tetes + 15% *Actinobacillus sp.*

Daun jati dicacah dan ditimbang masing-masing seberat 500 gram. Fermentasi daun jati dilakukan untuk setiap perlakuan menggunakan dosis *Actinobacillus sp.* sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15%. Selanjutnya disiapkan *Actinobacillus sp.* sebanyak masing-masing dosis fermentasi berdasarkan bahan kering daun jati yang digunakan dan diencerkan dengan air sebanyak 50% dari bahan kering. Pembuatan larutan yang terdiri dari *Actinobacillus sp.* konsentrasi  $6 \times 10^8$  yang dicampur tetes disemprotkan pada daun jati secara merata, selanjutnya dimasukkan dalam kantong plastik, diikat, diberi lubang-lubang dan diperam selama tujuh hari. Setiap kantong plastik percobaan diberi label dan lama fermentasi *anaerob*

fakultatif daun jati pada penelitian ini adalah tujuh hari. Setelah proses fermentasi selesai, plastik dibuka dan daun jati yang telah difermentasi tersebut diangin-anginkan kemudian diambil sampelnya dan selanjutnya dilakukan analisis proksimat terhadap kualitas nilai nutrisi daun jati yang meliputi : bahan kering (BK), bahan organik (BO), serat kasar (SK), protein kasar (PK) (AOAC, 1990). Hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan sidik ragam, dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Kusriningrum, 2008).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai nutrisi bahan kering, bahan organik, serat kasar dan protein kasar daun jati dengan penambahan bakteri *Actinobacillus sp.* dengan dosis yang berbeda disajikan pada Tabel 1.

Rataan bahan organik yang menunjukkan persentase tertinggi yaitu perlakuan P0 (0%) berbeda nyata dengan P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) sedangkan persentase terendah pada P3 (15%) dan P2 (10%). Perlakuan P2 dan P3 menunjukkan hasil terendah karena salah satu komponen dari bahan organik yaitu karbohidrat oleh mikroba didegradasi sebagai sumber karbon untuk perkembangan, pertumbuhan, dan aktivitasnya dalam menguraikan komponen serat kasar (selulosa dan hemiselulosa). Pada kontrol dan inokulasi *Actinobacillus sp.* dosis 5% tidak terdapat adanya perubahan kandungan bahan organik, karena rendahnya perkembangbiakan bakteri yang tersedia. Menurut Allen (2002), rendahnya populasi bakteri selulolitik menyebabkan rendahnya degradasi selulosa yang dirombak menjadi oligosakarida dan glukosa.

Selulosa adalah komponen utama dinding sel tanaman. Untuk menghidrolisis selulosa menjadi gula sederhana dibutuhkan bakteri

Tabel 1. Nilai nutrisi daun jati yang difermentasi menggunakan bakteri *Actinobacillus sp.*

Nilai Nutrisi	Dosis inokulasi <i>Actinobacillus sp.</i>			
	0% (P0)	5% (P1)	10% (P2)	15% (P3)
Bahan Kering (%)	94,09 <sup>a</sup> ± 0,71	92,27 <sup>c</sup> ± 1,52	93,63 <sup>ab</sup> ± 0,11	92,51 <sup>bc</sup> ± 0,41
Bahan Organik (%)	90,69 <sup>a</sup> ± 0,39	89,86 <sup>ab</sup> ± 1,4	88,78 <sup>b</sup> ± 1,06	88,52 <sup>b</sup> ± 1,14
Serat Kasar (%)	37,26 <sup>a</sup> ± 0,92	33,96 <sup>b</sup> ± 0,34	32 <sup>c</sup> ± 2,37	31,67 <sup>c</sup> ± 1,07
Protein Kasar (%)	11,59 <sup>b</sup> ± 0,83	13,03 <sup>a</sup> ± 0,41	13,31 <sup>a</sup> ± 0,37	13,57 <sup>a</sup> ± 0,29

<sup>a,b,c</sup> superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p<0,05)

pendegradasi serat (Lamid *et al.*, 2009). Adanya bakteri *Actinobacillus sp.* yang dihasilkan akan mendegradasi struktur selulosa menjadi monomer-monomer sederhana disakarida dan oligosakarida yang dapat dimanfaatkan mikroba sebagai sumber nutrienya.

Tingginya kandungan serat kasar P0 disebabkan jumlah mikroorganisme yang rendah sehingga aktivitas untuk memecah struktur fraksi selulosa juga rendah. Pada penelitian ini diperoleh kandungan serat kasar tertinggi pada P0. Hal ini disebabkan pada P0 tidak dilakukan penambahan isolat bakteri *Actinobacillus sp.* sehingga serat kasar sulit didegradasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan kandungan serat kasar daun jati yang difermentasi selama tujuh hari menggunakan bakteri *Actinobacillus sp.* Kandungan serat kasar terendah adalah dosis 15% yaitu 31,67% yang tidak berbeda nyata dengan dosis 10% yaitu 32%. Perlakuan dengan dosis 5%, kandungan serat kasarnya yaitu 33,96% dan kontrol yaitu 37,26% menunjukkan perbedaan yang nyata.

Inokulasi bakteri *Actinobacillus sp.* pada fermentasi daun jati dengan dosis 5% diketahui belum dapat menurunkan kandungan serat kasar daun jati secara optimal bila dibandingkan dengan dosis 10% dan 15%. Dosis *Actinobacillus sp.* 5% belum optimal mendegradasi selulosa dan hemiselulosa, sedangkan dosis *Actinobacillus sp.* 10% dan 15% mampu mendegradasi selulosa dan hemiselulosa secara optimal. Dosis *Actinobacillus sp.* 10% adalah dosis optimal yang tidak berbeda nyata dengan dosis 15%. Hal ini disebabkan enzim selulase yang dihasilkan bekerja pada waktu pemeraman selama tujuh hari telah mampu melonggarkan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik pada komponen selulosa sehingga terjadi pemecahan komponen struktur selulosa menjadi bentuk oligosakarida yang menyebabkan terjadinya penurunan kandungan serat kasar.

Bakteri selulolitik mampu menghasilkan enzim yang mencerna substrat eksternal dan memanfaatkan bahan organik sebagai sumber karbon dan energi (Leschine, 1995). Penurunan kandungan serat kasar daun jati disebabkan longgarnya ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Peranan *Actinobacillus sp.* yang merupakan bakteri selulolitik menghasilkan tiga enzim utama yaitu C1 (*b*-1,4-glucan cellobiohydrolase atau *exo*-b-1,4-glucanase), komponen Cc (*endo*-b-1,4-glucanase),

dan komponen selobiase (*b*-glucocidase)endo-1-4- $\alpha$ -glukanase, ekso-1-4- $\alpha$ -glukanase atau celobiohidrase dan  $\alpha$ -glukosidase (Murashima *et al.*, 2002). Endo glukanase memecah selulosa secara acak menjadi selo-oligosakarida. Ekso glukanase memecah selulosa dari rantai ujung non reduksi dengan melepas selubiosa, kemudian  $\alpha$ -glukosidase menghidrolisis selubiosa dan oligosakarida menjadi glukosa yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi bagi mikroba. Longgarnya ikatan antara lignin dan selulosa menyebabkan beberapa nitrogen yang terikat pada fraksi lignin terlepas. Terlepasnya nitrogen ini dimanfaatkan oleh bakteri selulolitik untuk perkembangbiakan, pertumbuhan, dan aktivitas secara optimum. Meningkatnya perkembangbiakan bakteri selulolitik menyebabkan peningkatan populasi bakteri selulolitik sehingga dapat dimanfaatkan ternak untuk mendegradasi ikatan kompleks lignoselulosa daun jati.

Bila dilihat dari efisiensi penggunaan *Actinobacillus sp.* dosis yang tepat adalah dosis 10%, mengingat bahwa dosis 10% sudah mampu menurunkan kandungan serat kasar dengan jumlah dosis yang relatif lebih rendah dibandingkan dosis 15%, sehingga dapat menekan biaya penggunaan bakteri selulolitik. Dosis 10% sudah mampu menurunkan kandungan serat kasar sebesar 14,12%, sedangkan dosis 15% mampu menurunkan kandungan serat kasar sebesar 15%. Rendahnya kadar serat kasar pada dosis 15% dan 10% menunjukkan terjadi perkembangbiakan yang pesat dari mikroorganisme pendegradasi selulosa karena kondisi yang sesuai.

Kandungan protein kasar terendah diperoleh pada perlakuan P0. Hal ini disebabkan tidak dilakukan penambahan bakteri *Actinobacillus sp.*, sehingga jumlah populasi bakteri pada proses fermentasi tidak optimum. Kemungkinan diperlukan waktu yang lebih lama bagi bakteri yang ada pada daun jati untuk memanfaatkan nutrien yang tersedia untuk perkembangbiakannya. Leschine (1995), menyatakan bahwa untuk melakukan aktivitasnya, mikroorganisme memerlukan waktu dan sumber nutrien untuk tumbuh dan berkembang biak.

Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan kandungan protein kasar daun jati yang difermentasi selama tujuh hari menggunakan bakteri selulolitik *Actinobacillus sp.* Kandungan protein kasar tertinggi adalah

dosis 15% (P3) sebesar 13,57% yang tidak berbeda nyata dengan dosis 10% (P2) sebesar 13,31%, dan dosis 5% (P1) sebesar 13,03%. Inokulasi *Actinobacillus sp.* pada fermentasi daun jati dengan dosis 5% atau 10% diketahui sudah dapat meningkatkan kandungan protein kasar daun jati secara optimal yang tidak berbeda nyata dengan dosis 15%. Peningkatan kandungan protein kasar pada dosis 5%, dosis 10%, dan dosis 15% masing-masing sebesar 11,05%; 12,92%, 14,59%, hal ini disebabkan karena peningkatan aktivitas *Actinobacillus sp.* dalam mengikat nitrogen sebagai bahan dasar untuk sintesis protein. Peningkatan kadar nitrogen ini sangat menguntungkan bakteri untuk melakukan aktivitas secara optimal sehingga kandungan protein kasar daun jati meningkat lebih tinggi dibandingkan kontrol karena bakteri merupakan protein sel tunggal.

Menurut Lamid *et al.*, (2009), bakteri memperoleh makanan dengan menyerap molekul makanan di sekitarnya dari yang sederhana sampai dengan yang kompleks, mencerna lebih dulu dan mensekresikan enzim-enzim, seperti enzim selulase dan hemiselulase. Secara umum hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bakteri *Actinobacillus sp.* sebagai fermentor pada proses fermentasi jerami padi terbukti dapat meningkatkan kandungan protein kasar jerami padi. Peningkatan protein kasar jerami padi ini berasal dari peningkatan jumlah bakteri *Actinobacillus sp.* yang merupakan sumber protein sel tunggal. Hasil penelitian menghasilkan peningkatan protein kasar sebesar 14,59 %.

Persentase *Actinobacillus sp.* yang tinggi dan tidak diimbangi kandungan nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitas bakteri selulolitik untuk tumbuh selama proses fermentasi menjadi terhambat. Kandungan nutrisi yang kurang menyebabkan perombakan protein tidak dapat berjalan optimal karena bakteri selulolitik tidak akan hidup dan berkembang dengan baik. Bakteri selulolitik memerlukan karbohidrat, nitrogen organik, fosfor, dan garam-garam mineral sebagai sumber energi, beberapa asam amino, vitamin, sterol, dan sebagainya untuk memenuhi kebutuhan sel (Campbel, 1985).

Penambahan tetes pada fermentasi daun jati dapat menyediakan sumber energi bagi *Actinobacillus sp.* untuk bekerja pada pakan yang banyak mengandung serat kasar seperti selulosa dan hemiselulosa. De Jong *et al.*, (1991)

menyatakan tetes mengandung karbohidrat (73,1%) dan mineral (11,7%) yang tinggi. Karbohidrat dan mineral yang tinggi pada tetes mampu menstimulasi pertumbuhan bakteri selulolitik sehingga menjadikan protein kasar daun jati meningkat karena bakteri merupakan protein sel tunggal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bakteri selulolitik *Actinobacillus sp.* sebagai inokulum pada fermentasi daun jati terbukti dapat meningkatkan kandungan protein kasar daun jati. Peningkatan protein kasar daun jati diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pokok dan produksi ternak ruminansia.

Upaya peningkatan produktivitas ternak di samping menyiapkan lahan untuk pakan ternak, juga perlu dilakukan pencarian sumber pakan alternatif. Strategi yang diterapkan Departemen Pertanian untuk mencapainya adalah dengan meningkatkan populasi sapi potong 1,5-2 juta ekor/tahun. Jika biaya produksi probiotik yang mengandung isolat bakteri selulolitik bisa ditekan maka biaya pemrosesan bahan pakan berbasis limbah pertanian menjadi murah, yang akhirnya berdampak pada biaya produksi peternakan menjadi murah pula. Dengan demikian harapan pemerintah mencanangkan swasembada daging sapi pada tahun 2014 dapat tercapai dengan memanfaatkan daun jati fermentasi sebagai sumber pakan ternak alternatif terutama pada musim kemarau di wilayah kantong ternak.

## SIMPULAN

Inokulasi *Actinobacillus sp.* pada fermentasi daun jati dapat menurunkan kandungan serat kasar, meningkatkan kandungan protein kasar, membuat daun jati fermentasi berpotensi sebagai pakan ternak alternatif untuk ternak ruminansia (sapi, kambing dan domba) terutama di musim kemarau. Dosis efisien untuk fermentasi daun jati menggunakan bakteri *Actinobacillus sp.* adalah 10 %.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga yang telah memberi kesempatan kepada penulis melaksanakan penelitian sehingga dapat berjalan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen MS. 2002. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. *Journal of American Science* 74 (12) : 3063-3075.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Campbell R. 1998. *Plant Microbiology*. London. Edward Arnold Publisher.
- Caton JS, Freeman AS, Galyean ML. 1988. Influence of Protein Supplementation on Forage Intake, In Situ Forage Disappearance, Ruminal Fermentation and Digesta Passage Rates in Steers Grazing Dormant Blue Grama Rangeland. *J. Anim. Sci* 66 (7):2262-2271.
- De Jong R, Van Bruchem J, Ibrahim MNM, Purnomo H. 1991. *Livestock and Feed Development in The Tropics*. Netherlands. Agricultural University Wageningen.
- Frutos P, Hervás G, Giráldez FJ, Mantecón AR. 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2 (2):191-202.
- Hartati R, Gana A, Ruslan K. 2005. Telaah Flavanoid dan Asam Fenolat Daun Jati.// [http bahan-alam.fa.itb.ac.id](http://bahan-alam.fa.itb.ac.id). [8 Januari 2012].
- Howard RL, Abtosi E, Jansen Van Rensburg El, Howard S. 2003. *African Journal of Biotechnology*, 2 (12) : 602-619.
- Kenneth Moore J, Hans Joachim GJ. 2001. Lignin and fiber digestion. *Journal of Range Management* 54(4):420-430.
- Kusriningrum RS. 2008. Perancangan Percobaan. Surabaya. Airlangga University Press.
- Lamid M, Kusriningrum, Mustikoweni, Chusniati S. 2005. *Revitalisasi Bidang Kesehatan Hewan dan Manajemen Peternakan Menuju Ekonomi Global*. Prosiding Seminar Nasional Surabaya. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.
- Lamid M, Puspaningsih NNT, Widya PL. 2009. Pemetaan Biodiversity Bahan Limbah Agroindustri untuk Formula Pakan Kompil Menggunakan Enzim Lignoselulolitik dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan. Penelitian Strategi Nasional Batch I.
- Leschine Susan B. 1995. Cellulose Degradation. In Anaerobic Environments. *Ann~ Rev. Microbiol.*49:399-426.
- Murashima K, Kosugi A, Doy RH. 2002. Synergistic Effects on Crystalline Cellulose Degradation between Cellulosomal Cellulases from *Clostridium cellulovorans*. *J Bacteriol* 184 (18): 5088-5095.