

POTENSI KOMBINASI BAKTERI DAN JAMUR SELULOLITIK PADA FERMENTASI BEKATUL TERHADAP KANDUNGAN SERAT KASAR DAN PROTEIN KASAR

THE POTENTIAL COMBINATION OF CELLULOLYTIC BACTERIA AND FUNGI ON THE RICE BRAN FERMENTED ON THE CRUDE FIBER AND CRUDE PROTEIN CONTENT

Widya Paramita Lokapirnasari^{1*}, Agus Setiawan², dan Soetji Prawesthirini³

¹Departemen Ilmu Peternakan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115

²Nabila Klinik, Kediri, 64211

³Departemen Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya, 60115

Submitted: 11 June 2015, Accepted: 7 September 2015

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan serat kasar dan protein kasar pada bekatul padi yang difermentasi dengan bakteri selulolitik dan jamur selulolitik. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola searah dengan sepuluh perlakuan dan masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan. Ke sepuluh perlakuan tersebut adalah P₀: 250 g bekatul + 3% tetes + Bakteri (B) 0% + Jamur (J) 0%; P₁: 250 g bekatul + 3% tetes + B.10% + J.10%; P₂: 250 g bekatul + 3% tetes + B.20% + J.10%; P₃: 250 g bekatul + 3% tetes + B.30% + J.10%; P₄: 250 g bekatul + 3% tetes + B.10% + J.20%; P₅: 250 g bekatul + 3% tetes + B.20% + J.20%; P₆: 250 g bekatul + 3% tetes + B.30% + J.20%; P₇: 250 g bekatul + 3% tetes + B.10% + J.30%; P₈: 250 g bekatul + 3% tetes + B.20% + J.30%; P₉: 250 g bekatul + 3% tetes + B.30% + J.30%. Setelah dilakukan fermentasi selama 7 hari, dilakukan analisis proksimat. Data yang diperoleh selanjutnya diuji dengan analisis variansi, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri selulolitik dan jamur selulolitik dapat menurunkan kandungan serat kasar pada bekatul pada perlakuan P₂ (28,96%), P₃ (29,34%), P₈ (29,53%), P₄ (29,65%), P₇ (30,23%), P₆ (30,37%), P₉ (30,58%) yang berbeda nyata (P<0,05) dengan perlakuan P₅ (31,10%), P₁ (31,98%), P₀ (34,11%), serta dapat meningkatkan kandungan protein kasar pada perlakuan P₂ (13,97%), P₅ (12,87%), P₃ (12,84%), P₈ (12,74%) yang berbeda (P<0,05) dengan perlakuan P₇ (12,71%), P₆ (12,44%), P₄ (12,36%), P₉ (12,27%), P₁ (12,25%), P₀ (10,9%).

(Kata kunci: *Acidothermus cellulolyticus*, *Aspergillus terreus*, Bekatul, Fermentasi, Protein kasar, Serat kasar)

ABSTRACT

*Aim of the research was to investigate the crude fibre and crude protein contents of rice bran which fermented using *Acidothermus cellulolyticus* and *Aspergillus terreus*. This study was design using Completely Randomized Design with ten treatments and three replications in each replicate. The ten treatment groups were 250 g rice bran + 3% molasses (P₀); 250 g rice bran + 3% molasses + 10% bacteria (B) + 10% fungi (F) (P₁); 250 g rice bran + 3% molasses + 20% B + 10% F (P₂); 250 g rice bran + 3% molasses + 30% B + 10% F (P₃); 250 g rice bran + 3% molasses + 10% B + 20% F (P₄); 250 g rice bran + 3% molasses + 20% B + 20% F (P₅); 250 g rice bran + 3% molasses + 30% B + 20% F (P₆); 250 g rice bran + 3% molasses + 10% B + 30% F (P₇); 250 g rice bran + 3% molasses + 20% B + 30% F (P₈); 250 g rice bran + 3% molasses + 30% B + 30% F (P₉). Proximate analysis were performed after rice bran fermented for seven days. The data were analyzed with Analysis of Variance followed by Duncan's Multiple Range Test. The result showed that the effect of *Acidothermus cellulolyticus* and *Aspergillus terreus* could decrease crude fibre of rice bran, P₂ (28.96%), P₃ (29.34%), P₈ (29.53%), P₄ (29.65%), P₇ (30.23%), P₆ (30.37%), P₉ (30.58%) but were significantly higher (P<0.05) than P₅ (31.10%), P₁ (31.98%), P₀ (34.11%), could increase crude protein of rice brand, P₂ (13.97%), P₅ (12.87%), P₃ (12.84%), P₈ (12.74%) but were significantly higher (P<0.05) than P₇ (12.71%), P₆ (12.44%), P₄ (12.36%), P₉ (12.27%), P₁ (12.25%), P₀ (10.9%).*

(Key words: *Acidothermus cellulolyticus*, *Aspergillus terreus*, Crude fibre, Crude protein, Fermented, Rice bran)

* Korespondensi (corresponding author):

Telp. +62 857 3146 9579

E-mail: wp_lokapirnasari@yahoo.com

Pendahuluan

Usaha meningkatkan kualitas pakan tidak terlepas dari pengolahan pakan. Penggunaan bahan pakan impor mengakibatkan tingginya harga pakan. Jika hal ini berlangsung terus menerus, maka banyak peternak yang akan mengalami kerugian. Hal tersebut dapat diminimalkan dengan adanya alternatif bahan pakan lokal yang bersifat nonkonvensional dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, harganya murah, tetapi mempunyai kandungan nutrisi yang cukup untuk ternak (Hanafi, 2001).

Bahan pakan alternatif untuk ternak yang dapat digunakan untuk menekan harga pakan adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian. Namun limbah pertanian tersebut pada umumnya memiliki faktor pembatas, yaitu kandungan protein yang rendah dan serat yang tinggi. Hal ini menyebabkan pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan tidak mampu memenuhi kecukupan nutrisi untuk produksi dan hanya sebagai pakan basal saja (Harfiah, 2010). Pada limbah tanaman tua, pada umumnya telah mengalami proses lignifikasi lanjut di mana terjadi ikatan selulosa oleh lignin dalam bentuk kristal lignoselulosa. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan penyusun dinding sel tanaman yang sukar didegradasi karena monomer glukosanya dihubungkan dengan ikatan β -(1,4) (Ekinici *et al.*, 2002; Rasjid, 2012).

Limbah pertanian yang tersedia sepanjang tahun seperti bekatul, ampas tahu, dan onggok pada umumnya berkualitas rendah dari segi kandungan protein dan juga mengandung serat yang tinggi (Rakhmani, 2005). Bekatul merupakan bahan pakan limbah pertanian yang banyak dipakai untuk pakan ternak, mudah didapat dan harganya relatif murah karena bekatul merupakan produk sampingan dari penggilingan padi. Keterbatasan pemanfaatan bekatul sebagai campuran pakan unggas adalah kandungan proteinnya yang rendah, serat kasar yang tinggi dan adanya asam fitat yang mampu mengikat mineral Ca serta protein menjadi garam fitat dan fitat protein sehingga menurunkan kemanfaatannya oleh unggas, dengan demikian bekatul memiliki pencernaan yang rendah (Sujono, 2001).

Usaha memperbaiki nilai gizi suatu bahan pakan dapat diberikan perlakuan

penambahan pakan tambahan dengan kualitas tinggi yang akan meningkatkan konsumsi nutrisi dan pencernaan protein (Astuti, 2009). Salah satu cara untuk meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan bekatul serta aman penggunaannya adalah dengan cara biologis yaitu dengan fermentasi yang menggunakan *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang berasal dari cairan rumen sapi.

Rumen merupakan lingkungan yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba yang terdiri dari bakteri, jamur dan protozoa. Mikroba tersebut di dalam retikulo-rumen mempunyai peranan penting dalam proses fermentasi pakan (Akoso, 1996). Di antara bakteri-bakteri tersebut termasuk di dalamnya bakteri yang dapat mencerna serat kasar (Arora, 1989).

Acidothermus cellulolyticus menghasilkan enzim selulase yang dapat digunakan untuk mendegradasi selulosa pada tanaman. *Acidothermus cellulolyticus* akan dominan apabila pakan utama ternak berupa serat kasar. *Acidothermus cellulolyticus* ini menghasilkan enzim selulase yang dapat mengkatalisis reaksi pemutusan ikatan 1,4 β -glukosida dalam selulosa (Enrari, 1983).

Selain bakteri ada juga jamur di dalam rumen yang sangat bermanfaat dalam mencerna pakan berserat. Salah satunya adalah *Aspergillus terreus* yang dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat memecah polisakarida menjadi glukosa yang digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi (Bechara, 2006).

Pada umumnya *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* memiliki peranan memecah bahan pakan berserat dan mensintesis asam-asam amino yang terdapat dalam komponen bahan pakan (Stewart, 1991), sehingga diharapkan penggunaan *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* tersebut dapat meningkatkan nutrisi bekatul.

Materi dan Metode

Materi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Departemen Peternakan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul yang diperoleh dari daerah Blitar, Jawa Timur dan molasis (tetes), serta suspensi *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang

berasal dari isolasi dan identifikasi cairan rumen sapi. Isolat tersebut merupakan koleksi Lokapirnasari *et al.* (2009). Kemampuan selulolitik dapat dilihat dari pertumbuhan koloni pada media CMC padat dan mampu tumbuh pada media CMC cair. Pertumbuhan bakteri selulolitik pada media CMC cair dapat dilihat dari perubahan warna media yang menjadi keruh. Uji pada media CMC padat menunjukkan bahwa di sekitar koloni tampak daerah yang lebih terang dan daerah ini disebut sebagai zona terang (*cleared zone*). Kemampuan isolat tersebut tumbuh pada media selulosa membuktikan bahwa isolat tersebut mampu memanfaatkan selulosa sebagai salah satu sumber nutriennya. Bahan kimia untuk analisis protein kasar yang terdiri dari: tablet *Kjeldahl*, H₂SO₄ pekat, NaOH 40%, Boric acid, indikator *Metil-Red*, *Brom Cresol Green*, H₂SO₄ 0,01 N dan aquadest. Bahan kimia untuk analisis serat kasar terdiri dari : H₂SO₄ 0,3 N, NaOH 1,5 N, HCl 0,3 N, Aceton dan H₂O panas.

Tahap fermentasi bekatul

Bahan bekatul dibagi secara acak menjadi 30 unit percobaan, masing-masing dengan berat sampel 250 g. Tiap unit percobaan dicampur molasis 3% dari berat bahan serta suspensi *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* dari cairan rumen sapi sesuai level yang telah ditetapkan. Lama fermentasi pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan.

Bahan dicampur secara homogen dengan cara diaduk kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik berkode sesuai dengan perlakuan kemudian diikat dan difermentasi selama \pm 7 hari dalam kondisi fakultatif anaerob (Setyono *et al.*, 2004). Perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: P₀: bekatul + bakteri 0% + jamur 0% + molasis 3%; P₁: bekatul + bakteri 10% + jamur 10% + molasis 3%; P₂: bekatul + bakteri 20% + jamur 10% + molasis 3%; P₃: bekatul + bakteri 30% + jamur 10% + molasis 3%; P₄: bekatul + bakteri 10% + jamur 20% + molasis 3%; P₅: bekatul + bakteri 20% + jamur 20% + molasis 3%; P₆: bekatul + bakteri 30% + jamur 20% + molasis 3%; P₇: bekatul + bakteri 10% + jamur 30% + molasis 3%; P₈: bekatul + bakteri 20% + jamur 30% + molasis 3%; P₉: bekatul + bakteri 30% + jamur 30% + molasis 3%.

Analisis proksimat

Analisis proksimat serat kasar dan protein kasar pada semua perlakuan, dilakukan setelah difermentasi selama \pm 7 hari (Setyono *et al.*, 2004).

Analisis data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis variansi pola searah (One Way Anova). Apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan signifikansi 5% (Kusriningrum, 2008).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* pada fermentasi bekatul menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan protein kasar bekatul ($P < 0,05$).

Hasil analisis proksimat serat kasar terjadi penurunan kandungan serat kasar dari 34,11% (P₀) menjadi 28,96% (P₂) yang tidak berbeda dengan 29,23% (P₃), 29,49% (P₈), 29,65% (P₄), 30,23% (P₇), 30,37% (P₆), 30,58% (P₉) (Tabel 1). Penurunan kandungan serat kasar ini disebabkan karena *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* mempunyai kemampuan mendegradasi bahan organik terutama selulosa karena adanya enzim selulase yang dihasilkan oleh *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang dapat memecah serat kasar menjadi glukosa (Stewart, 1991).

Persentase level *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang tinggi dan tidak diimbangi dengan kandungan nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitas *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* untuk tumbuh selama proses fermentasi akan menjadi terhambat. Pada perlakuan P₁ (31,98%) jumlah level *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang lebih sedikit sehingga untuk melakukan aktivitas dalam mendegradasi selulosa belum optimal dan pada perlakuan P₅ (31,10%) jumlah level *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang lebih banyak tidak sebanding dengan sumber nutrisi yang tersedia sehingga menyebabkan *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* belum mampu untuk menghasilkan

Tabel 1. Rerata kandungan serat kasar bekatul setelah fermentasi
(average of crude fiber content after fermentation)

Level <i>Acidothermus cellulolyticus</i> dan <i>Aspergillus terreus</i>	Serat kasar (%) (crude fiber (%))	Transformasi ($\arcsin \sqrt{y}$) (transformation ($\arcsin \sqrt{y}$))
P ₀ (B.0% + J.0%)	34,11±0,14	35,73±0,13 ^a
P ₁ (B.10% + J.10%)	31,98±0,49	34,43±0,30 ^b
P ₅ (B.20% + J.20%)	31,10±0,61	33,89±0,37 ^{bc}
P ₉ (B.30% + J.30%)	30,58±0,19	33,57±0,12 ^{bcd}
P ₆ (B.30% + J.20%)	30,37±0,33	33,44±0,05 ^{bcd}
P ₇ (B.10% + J.30%)	30,23±0,50	33,35±0,31 ^{bcd}
P ₄ (B.10% + J.20%)	29,65±0,77	32,98±0,48 ^{cd}
P ₈ (B.20% + J.30%)	29,49±0,50	32,89±0,31 ^{cd}
P ₃ (B.30% + J.10%)	29,23±0,57	32,72±0,36 ^{cd}
P ₂ (B.20% + J.10%)	28,96±0,28	32,55±0,18 ^d

^{a,b,c,d} Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) (different superscripts at the same column indicate significant differences ($P < 0,05$)).

Tabel 2. Rerata kandungan protein kasar bekatul setelah fermentasi
(average of crude protein content after fermentation)

Level <i>Acidothermus cellulolyticus</i> dan <i>Aspergillus terreus</i>	Protein kasar (%) (crude protein (%))	Transformasi (\sqrt{y}) (transformation (\sqrt{y}))
P ₂ (B.20% + J.10%)	13,97±0,45	3,74±0,06 ^a
P ₅ (B.20% + J.20%)	12,87±0,18	3,59±0,02 ^{ab}
P ₃ (B.30% + J.10%)	12,84±0,00	3,58±0,00 ^{ab}
P ₈ (B.20% + J.30%)	12,74±0,06	3,57±0,01 ^{ab}
P ₇ (B.10% + J.30%)	12,71±0,34	3,56±0,05 ^b
P ₆ (B.30% + J.20%)	12,44±0,18	3,53±0,02 ^b
P ₄ (B.10% + J.20%)	12,36±0,55	3,51±0,08 ^b
P ₉ (B.30% + J.30%)	12,27±0,00	3,50±0,00 ^b
P ₁ (B.10% + J.10%)	12,25±0,00	3,50±0,00 ^b
P ₀ (B.0% + J.0%)	10,90±0,21	3,30±0,03 ^c

^{a,b,c} Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) (different superscripts at the same column indicate significant differences ($P < 0,05$)).

enzim selulase secara maksimal. Hardjo *et al.* (1989) menyatakan bahwa ketersediaan nutrisi yang lebih besar daripada populasi bakteri dan jamur dapat menyebabkan laju pertumbuhan bakteri dan jamur optimal.

Hasil analisis proksimat protein kasar terjadi peningkatan kandungan protein kasar bekatul yang difermentasi dengan menggunakan *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* dari 10,90% (P₀) menjadi 13,97% (P₂) tidak berbeda dengan 12,87% (P₅), 12,84% (P₃), 12,74% (P₈) (Tabel 2). Hal ini disebabkan peningkatan aktivitas *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* dalam mengikat N sebagai bahan dasar untuk sintesis protein, sehingga peningkatan kadar nitrogen ini sangat menguntungkan bakteri dan jamur untuk melakukan pertumbuhan dan melakukan aktivitas secara optimal sehingga kadar protein kasar bekatul meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya

karena bakteri dan jamur merupakan protein sel tunggal.

Peningkatan kandungan protein kasar juga dapat disebabkan karena adanya penurunan senyawa yang lain antara lain bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang berasal dari serat kasar terfermentasi dan menghasilkan gas yang hilang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan isolat selulolitik tersebut dapat menurunkan kandungan serat kasar. Bila nitrogen meningkat maka menunjukkan unsur karbon yang turun. Perkembangan dari mikrobia tergantung pada karbon yang tersedia, dengan meningkatnya jumlah mikrobia tersebut maka terjadi kompetisi di antara mikrobia untuk mendapatkan karbon, sehingga ketersediaan karbon menjadi faktor pembatas (Rifqiyah, 2005).

Acidothermus cellulolyticus dan *Aspergillus terreus* mampu menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein

menjadi peptida sederhana, kemudian peptida ini akan dirombak menjadi asam-asam amino (Anggorodi, 1994). Asam-asam amino inilah yang akan dimanfaatkan oleh mikrobia untuk memperbanyak diri. Meningkatnya jumlah koloni *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* selama proses fermentasi secara tidak langsung dapat meningkatkan kandungan protein kasar karena bakteri dan jamur merupakan protein sel tunggal (Wuryantoro, 2000).

Persentase level *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* yang tinggi dan tidak diimbangi dengan kandungan nutrisi yang sesuai dapat menyebabkan aktivitas *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* untuk tumbuh selama proses fermentasi akan menjadi terhambat. Tanpa kandungan nutrisi yang lengkap perombakan protein tidak dapat berjalan optimal karena *Acidothermus cellulolyticus* dan *Aspergillus terreus* tidak akan hidup dan berkembang dengan baik.

Kesimpulan

Penggunaan kombinasi *Acidothermus cellulolyticus* 20% + *Aspergillus terreus* 10% memberikan nilai penurunan serat kasar serta peningkatan kandungan protein kasar terbaik pada bekatul yang difermentasi.

Daftar Pustaka

- Akoso, B. T. 1996. Kesehatan Sapi. Kasinius. Yogyakarta.
- Astuti, A., A. Agus, dan S. P. S. Budi. 2009. Pengaruh penggunaan *high quality feed supplement* terhadap konsumsi dan pencernaan nutrisi sapi perah awal laktasi. Buletin Peternakan 33: 81-87.
- Anggorodi, R. 1994. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikrobia Pada Ruminansia. Gajah Mada Press, Yogyakarta.
- Bechara, M. A. 2006. Enzyme Production. [www.fungal enzyme production and use.htm](http://www.fungalenzyme.com/production-and-use.htm). Diakses pada 23 March 2010.
- Ekinci, M. S., J. C. Martin and H. J. Flint. 2002. Expression of a cellulase gene, *ce1A*, from the rumen fungus *Neocallimastix patriciarum* in *Streptococcus bovis* by means of promoter fusions. J. Biotechnol. Lett. 24: 735-741.
- Enrari, T. M. 1983. Microbial Cellulase. In: Microbial Enzymes and Biotechnology. W. M. Forgaty (ed). Appl. Sci. Publishing, New York.
- Hanafi, N. D. 2001. Alternatif baru dalam peningkatan kualitas pakan untuk ternak. Makalah falsafah Sains (PPS 702). Program Pascasarjana /S3 IP3. <http://www.rudycr.tripod.com/indiv.2001/nev.htm>. Diakses pada 23 Maret 2010.
- Hardjo, S., N. S. Indrasti, dan T. Bantacut. 1989. Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. PAU-Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Harfiah. 2010. Optimalisasi penggunaan jerami padi sebagai pakan ruminansia. Disertasi, PPS Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Kusriningrum. 2008. Dasar Perancangan Percobaan dan Rancangan Acak Lengkap. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Lokapinasari, W. P., M. Lamid, dan H. Setyono. 2009. Rekayasa Nutrien *High Quality Feed* (HFQ) untuk Meningkatkan Efisiensi Pakan, Kualitas Produksi dan Sistem Imunitas pada Ayam Petelur yang di Vaksin AI. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Rakhmani, S. I. 2005. Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/?q=node/778>. Diakses pada 23 Maret 2010.
- Rasjid, S. 2012. The Great Ruminant Nutrisi, Pakan dan Manajemen Produksi. Cetakan Kedua. Brilian Internasional, Surabaya.
- Rifqiyah, N. 2005. Pengaruh pemberian probiotik pada jerami padi terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Setyono, H., M. Lamid, Tri Nurhajati, dan A. Al-Arif. 2004. Penggunaan probiotik pada jerami padi suatu upaya penyediaan pakan ternak ruminansia yang berkualitas. Laporan Penelitian Dik Rutin, Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya.

- Stewart, C. S. 1991. The rumen bacteria. In: Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. J. P. Jouany (ed). Institut National De La Recherche Agronomique, Paris, France.
- Sujono. 2001. Tampilan produksi telur, produksi karkas dan kualitas semen ayam Arab yang diberi pakan mengandung berbagai aras bekatul fermentasi dengan *Rhizopus oligosporus*. Disertasi Program Pasca Sarjana, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Widayati, dan Y. Widalestari. 1996. Limbah untuk Pakan Ternak. Trubus Agrisarana, Jakarta.
- Widyarti. 1991. Pengaruh Penambahan Ragi Tape dan Lama Inkubasi Terhadap Nilai Nutrisi Bekatul Sebagai Pakan Ternak. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Wuryantoro, S. 2000. Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Hay Padi Teramoniasi yang Difermentasi Dengan Cairan Rumen. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.