

SKRIPSI

**PENGGUNAAN ACIDOTHERMUS CELLULOLYTICUS
CAIRAN RUMEN SAPI PADA FERMENTASI
BEKATUL TERHADAP KANDUNGAN SERAT
KASAR DAN PROTEIN KASAR**



Oleh :

ANDIKA DWI KURNIAWAN

NIM. 060610243

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

**PENGGUNAAN *ACIDOTHERMUS CELLULOLYTICUS*
CAIRAN RUMEN SAPI PADA FERMENTASI
BEKATUL TERHADAP KANDUNGAN SERAT
KASAR DAN PROTEIN KASAR**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
Pada
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

Oleh

ANDIKA DWI KURNIAWAN
NIM 060610243

Menyetujui,
Komisi Pembimbing,



(Benyamin Chr. Tehupuring, MSi., drh.)
Pembimbing Pertama



(Herman Setyono, MS., drh.)
Pembimbing Kedua

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi berjudul :

**PENGGUNAAN *ACIDOTHERMUS CELLULOLYTICUS* CAIRAN RUMEN
SAPI PADA FERMENTASI BEKATUL TERHADAP KANDUNGAN
SERAT KASAR DAN PROTEIN KASAR**

Tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surabaya, Juli 2010



Andika Dwi Kurniawan
NIM. 060610243

Telah dinilai pada Seminar Hasil Penelitian

Tanggal : 09 Juli 2010

KOMISI PENILAI SEMINAR HASIL PENELITIAN

Ketua : Dr. Dady Sugianto Nazar M.Sc., drh
Sekretaris : Hasutji Endah Narumi, M.P., drh
Anggota : Dr. Sri Hidanah, M.S., Ir
Pembimbing I : Benyamin Chr. Tehupuring, M.Si., drh
Pembimbing II : Herman Setyono, MS., drh

Telah diuji pada

Tanggal : 19 Juli 2010

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Dr. Dady Sugianto Nazar M.Sc., drh
Anggota : Hasutji Endah Narumi, M.P., drh
: Dr. Sri Hidanah, M.S., Ir
: Benyamin Chr. Tehupuring, M.Si., drh
: Herman Setyono, MS., drh

Surabaya, 19 Juli 2010

Fakultas Kedokteran Hewan
Universitas Airlangga
Dekan,



Prof. Hj. Romziah Sidik, Ph.D., drh
NIP. 130 678 305

**THE USE OF ACIDOTHERMUS CELLULOLYTICUS CATTLE RUMEN
LIQUID ON RICE BRAND FERMENTATION TO
CRUDE FIBRE AND CRUDE PROTEIN**

Andika Dwi Kurniawan

ABSTRACT

The aim of research was to study the used of *Acidothermus cellulolyticus* cattle rumen liquid on rice brand fermentation to crude fibre and crude protein. Design study was completely randomized design with four treatments and five replications. Four treatment groups were P₀ *Acidothermus cellulolyticus* 0 %; P₁ *Acidothermus cellulolyticus* 10 %; P₂ *Acidothermus cellulolyticus* 20 %; P₃ *Acidothermus cellulolyticus* 30 %. Proximate analysis were done after rice pollard 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* could decrease crude fibre of rice pollard, P₂ (30,32 %), P₁ (30,49 %), but were significantly higher than P₃ (32,42 %), P₀ (34,06 %), (p<0,05). could increase crude protein of rice pollard, P₁ (12,85 %), P₂ (12,72 %), P₃ (12,47 %), but were significantly higher than P₀ (10,94 %), (p<0,05).

Key Words : crude fibre, crude protein, rice brand, fermentation, *Acidothermus cellulolyticus*

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas nikmat, karunia dan hidayah yang telah dicurahkan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul **Penggunaan *Acidothermus Cellulolyticus* Cairan Rumen Sapi Pada Fermentasi Bekatul Terhadap Kandungan Serat Kasar dan Protein Kasar.**

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Prof. Hj. Romziah Sidik, PhD., drh., atas kesempatan mengikuti pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Benyamin Chr. Tehupuring, M.Si., drh., selaku pembimbing pertama dan Herman Setyono, MS., drh., pembimbing kedua dan dosen pembimbing penelitian Widya Paramita L., MP., drh., atas kesediannya dalam memberikan bimbingan, saran, dan nasehat sampai dengan selesainya seminar ini.

Dr. Dady Sugianto Nazar M.Sc., drh., selaku ketua penguji, Hasutji Endah Narumi, M.P., drh., selaku sekretaris penguji dan Dr. Sri Hidanah, M.S., Ir., selaku anggota penguji.

Hermin Ratnani M.Kes., drh., selaku dosen wali yang selalu memberi nasehat dan masukan akademis selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Seluruh staf pengajar Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas wawasan keilmuan

selama mengikuti pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Ayahanda, ibu, kakak serta kakek yang tercinta yang telah memberikan bantuan doa, dorongan dan semangat, serta pengorbanan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA.

Teman-teman satu penelitian yang pantang menyerah, Agus, Antok, Wisnu, Mas Fadli, Endro, Surya dan Istighfarin. Sahabat-sahabatku, Ilyas, Adi, Iyul, Nasir, Taufik, Ali dan Erlina, serta bapak ibu kos. Temen – temen angkatan 2006 yang selalu memberikan semangat serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan.

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan koreksi demi penulisan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga penelitian ini berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan dapat memberikan sumbangan pemikiran di bidang Kedokteran Hewan serta semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRACT	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Landasan Teori.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Hipotesis Penelitian.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bekatul Padi	7
2.2 Fermentasi	8
2.3 Mikroba Rumen	10
2.4 <i>Acidothermus cellulolyticus</i>	11
2.5 Tetes Tebu (Molasses)	14
2.6 Serat Kasar	15
2.7 Protein Kasar	16
BAB 3 MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Materi Penelitian	20
3.2.1 Alat penelitian	20
3.2.2 Bahan penelitian.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.3.1 Rancangan penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Fermentasi bekatul	21
3.4.2 Analisis proksimat.....	22
3.5 Variabel Penelitian	23
3.5.1 Variabel bebas.....	23
3.5.2 Variabel tergantung.....	23
3.5.3 Variabel kendali	23

3.5.4 Parameter yang diukur	23
3.6 Analisis Data	23
3.7 Diagram Alur Penelitian	24
BAB 4 HASIL PENELITIAN	25
4.1 Serat Kasar	25
4.2 Protein Kasar	26
BAB 5 PEMBAHASAN	29
5.1 Kandungan Serat Kasar	29
5.2 Kandungan Protein Kasar	30
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	33
6.1 Kesimpulan	33
6.2 Saran	33
RINGKASAN	34
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Rata-rata dan standart deviasi kandungan serat kasar bekatul fermentasi berdasarkan 100% bahan kering	25
4.2 Rata-rata dan standart deviasi kandungan protein kasar bekatul fermentasi berdasarkan 100% bahan kering	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Acidothermus cellulolyticus</i> dengan mikroskop elektron (perbesaran 400X)..	12
2.2 <i>Acidothermus cellulolyticus</i> dengan mikroskop cahaya (perbesaran 400X)....	12
3.1 Diagram alur penelitian.....	24
4.1 Diagram batang kandungan serat kasar bekatul yang difermentasi dengan bakteri <i>Acidothermus cellulolyticus</i>	26
4.2 Diagram batang kandungan protein kasar bekatul yang difermentasi dengan bakteri <i>Acidothermus cellulolyticus</i>	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis proksimat kandungan protein kasar dan serat kasar bekatul setelah difermentasi	42
2. Perhitungan dosis perlakuan	44
3. Prosedur analisis bahan kering bebas air	45
4. Prosedur analisis serat kasar.....	46
5. Prosedur analisis proksimat protein kasar (cara Marcam Steel)	48
6. Data analisis proksimat serat kasar berdasarkan 100 % bahan kering.....	51
7. Data analisis statistik serat kasar	52
8. Data analisis proksimat protein kasar berdasarkan 100 % bahan kering dan setelah ditransformasi ($\sqrt{\text{persen}}$).....	56
9. Data analisis statistik protein kasar	57
10. Foto dokumentasi analisis proksimat	61

SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG

Anava	= Analisis Varian
BETN	= Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen
BK	= Bahan Kering
CFU	= <i>Coloni Forming Unit</i>
CMC	= <i>Carboxyl Methyl Cellulosa</i>
N	= Nitrogen
NPN	= Non Protein Nitrogen
PK	= Protein Kasar
RPH	= Rumah Potong Hewan
RAL	= Rancangan Acak Lengkap
SK	= Serat Kasar
SD	= <i>Standart Deviation</i>
SPSS	= <i>Statistical Program and Service Solution</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada usaha peternakan unsur pakan berperan sangat strategis karena bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan zat-zat makanan yang diperlukan bagi pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi ternak (Suprijatna, 2005).

Usaha untuk meningkatkan kualitas pakan tidak terlepas dari biaya pengolahan pakan (Hanafi, 2001). Pada saat ini masyarakat perlu mencari upaya yang tepat untuk menurunkan biaya produksi dan mempertahankan produktivitasnya (Soepranianondo, 2002). Usaha menekan biaya tersebut perlu dilakukan terhadap penggunaan pakan alternatif, yaitu dengan memanfaatkan bahan baku lokal (Daud, 2005). Salah satunya dengan memanfaatkan hasil samping pertanian sebagai pakan ternak (Anonimus, 2008).

Hasil samping pertanian tersedia sepanjang tahun dan pada umumnya berkualitas rendah dari segi kandungan protein tetapi kandungan serat tinggi, seperti bekatul, onggok dan ampas tahu (Rakhmani, 2005). Bekatul merupakan bahan pakan dari hasil samping pada penggilingan padi yang banyak digunakan untuk pakan ternak, mudah didapat dan harganya relatif murah karena bekatul merupakan produk samping dari penggilingan padi (Anonimus, 2002).

Masalah utama dalam pemberian pakan dari hasil samping penggilingan padi yaitu bekatul sebagai pakan ternak adalah rendahnya kandungan protein kasar dan tingginya kandungan serat kasar (Ali, 2005).

Cara untuk meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan bekatul serta aman penggunaannya adalah dengan cara biologis yaitu dengan teknik fermentasi yang menggunakan bakteri selulolitik yang berasal dari cairan rumen sapi (Soundstol and Owen, 1984 yang dikutip oleh Sovia, 2002).

Sapi mempunyai lambung yang terdiri dari empat bagian dan merupakan sistem untuk mencerna selulosa. Ketika sapi memakan rumput, pakan ditampung di rumen. Bakteri rumen bekerja untuk memecah selulosa, sedang sapi membantu melumatkan serat menjadi lebih halus dengan melakukan regurgitasi secara periodik (Campbell, 1994).

Rumen merupakan lingkungan yang sesuai untuk sejumlah mikroorganisme, jumlah bakteri di rumen bervariasi tergantung pakan yang diberikan, waktu pengambilan sampel setelah pemberian pakan, spesies hewan, individu, musim dan ketersediaan hijauan pakan (Arthur, 1987 dikutip oleh Nugroho, 2005). Mayoritas bakteri gram negatif ditemukan pada ternak yang diberi pakan hijauan, sedangkan pemberian biji-bijian pada ternak akan meningkatkan jumlah bakteri gram positif. Mikroorganisme tersebut di dalam retikulo rumen mempunyai peran penting dalam proses fermentasi pakan (Tri Akoso, 1996). Diantara bakteri-bakteri tersebut termasuk di dalamnya bakteri yang dapat mencerna serat kasar yaitu bakteri selulolitik (Arora, 1989).

Acidothermus cellulolyticus akan dominan apabila pakan utama ternak berupa serat kasar. Bakteri ini menghasilkan enzim selulase yang dapat mengkatalisis reaksi

pemutusan ikatan β -1,4 glukosida dalam selulosa, selodektrin, selobiosa dan turunan selulosa lainnya (Enrari, 1983 yang dikutip oleh Mahendra, 2005).

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, maka akan dilakukan penelitian tentang fermentasi bekatul dengan penggunaan *Acidothermus cellulolyticus* sebagai upaya peningkatan nutrisi bekatul khususnya untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein kasar sebagai pakan ternak unggas untuk menunjang produktivitas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah fermentasi bekatul dengan *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi dapat menurunkan kandungan serat kasar ?
2. Apakah fermentasi bekatul dengan *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi dapat meningkatkan kandungan protein kasar ?

1.3 Landasan Teori

Cairan isi rumen mengandung mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan sebagai fermentor. Konsentrasi bakteri dalam cairan isi rumen sapi zebu mencapai 21×10^9 sedangkan pada kerbau kira-kira 25×10^9 per ml. Diantara bakteri-bakteri tersebut termasuk di dalamnya bakteri yang dapat mencerna serat kasar (Arora, 1989). Church (1993) menyatakan, bakteri yang terdapat di dalam rumen berjumlah sekitar

10^{10} sampai 10^{11} sel tiap gram isi rumen. Terdapat 22 genus dan 63 spesies bakteri di dalam rumen, tetapi hanya 16 genus dan 28 spesies yang diyakini berperan secara signifikan dalam proses metabolisme. Terdapat delapan pengelompokan bakteri rumen berdasarkan substrat yang dipecah dan proses fermentasinya, salah satunya adalah *Acidothermus cellulolyticus*. Bakteri selulolitik ini dikelompokkan berdasarkan kemampuan mendegradasikan selulosa, karena dapat menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan glukosa β 1,4, selulosa (Hendrawan, 1987).

Bekatul sebagai pakan mempunyai kualitas rendah, adapun kandungan gizi dan komposisi kimia bekatul : protein 11,3-14,4 %, lemak 15,0-19,7 %, serat kasar 7,0-11,4 %, karbohidrat 34,1-52,3 % dan abu 6,6-9,9 % (Lubis, 2002). Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pakan, dengan cara biologis yaitu fermentasi dengan menggunakan *Acidothermus cellulolyticus* sebagai fermentornya. Fermentasi terjadi karena kegiatan mikroba tertentu pada bahan organik yang sesuai. Pada proses ini jumlah mikroba akan diperbanyak dan digiatkan metabolismenya sampai batas-batas tertentu. Mikroba memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang sederhana sehingga mudah dicerna (Santoso, 1987 dikutip oleh Juliani, 2003). Penambahan tetes dalam proses fermentasi adalah sebagai sumber energi bagi bakteri selulolitik, selain itu menurut Lusiana (2005), tetes juga dapat memperbaiki formula menjadi lebih kompak, dapat meningkatkan palatabilitas, meningkatkan energi mikroba rumen dan meningkatkan populasi mikroba rumen selulolitik, dengan demikian aktivitas mikroba akan meningkat.

Penggunaan *Acidothermus cellulolyticus* dalam proses fermentasi diharapkan dapat menurunkan kandungan serat kasar dan dapat meningkatkan kandungan protein kasar bekatul.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi terhadap penurunan kandungan serat kasar bekatul.
2. Mengetahui pengaruh *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi terhadap peningkatan kandungan protein kasar bekatul.

1.5 Manfaat penelitian

Memberikan informasi kepada peternak unggas tentang manfaat atau peranan fermentasi dengan *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi terhadap peningkatan kandungan nutrisi bekatul dengan penurunan kandungan serat kasar dan peningkatan kandungan protein kasar.

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Fermentasi bekatul dengan *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi dapat menurunkan kandungan serat kasar.
2. Fermentasi bekatul dengan *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi dapat meningkatkan protein kasar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bekatul Padi

Pada proses penggilingan padi, ada empat jenis hasil samping yang dapat dibedakan satu dengan yang lain yaitu sekam, dedak, bekatul dan menir (Soemarde dan Ridwan, 1991).

Bekatul dan dedak ($\pm 10\%$ berat gabah kering giling) merupakan hasil samping yang diperoleh dari lapisan luar beras pecah kulit dalam penggilingan yang hasil utamanya adalah beras putih (Tangendjaja, 1991). Hasil penggilingan pertama akan diperoleh dedak, sedangkan penggilingan kedua, diperoleh bekatul. Di Indonesia, proses penggilingan beras umumnya dilakukan hanya dalam satu tahap saja. Dengan demikian, hasil samping dari penggilingan tersebut, yaitu dedak dan bekatul, bercampur menjadi satu, sehingga limbah penggilingan padi yang berupa dedak berarti pula bekatul (Iskandar, 2002).

Walaupun merupakan hasil samping dari proses penggilingan padi, kandungan gizi dan komposisi kimia bekatul sebagai berikut : protein 11,3-14,4%, lemak 15,0-19,7%, serat kasar 7,0-11,4%, karbohidrat 34,1-52,3% dan abu 6,6-9,9% (Lubis dkk, 2002). Berdasarkan data tersebut kandungan karbohidrat yang terbanyak terdapat pada bekatul. Bekatul kaya akan serat dengan kandungan hemiselulosa yang tinggi (Anonim, 2002). Selain itu bekatul kaya dengan vitamin dan mineral. Kandungan vitamin terbanyak adalah vitamin B, selanjutnya vitamin B-5, sedangkan

vitamin A, vitamin C dan vitamin D terdapat dalam jumlah sedikit. Fosfor merupakan komponen mineral terbesar dalam bekatul disamping magnesium. Kualitas bekatul tergantung serat kasar yang terdapat di dalamnya, dengan demikian bekatul yang presentase serat kasarnya tinggi berarti kualitasnya rendah (Handini, 1985). Kualitas bekatul sangat bervariasi, selain ditentukan oleh proses penggilingan, kadar air, derajat kerusakan, dan kotoran pada bekatul, tipe kesuburan tanah, umur pemanenan, dan pengolahan padi (Nitis, 1981).

2.2 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses yang melibatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengubah suatu bahan baku menjadi produk dengan nilai tambah (Trisnadjaja dan Subroto, 1996). Mikroorganisme yang banyak digunakan dalam proses fermentasi adalah bakteri, ragi (*yeast*), dan jamur (*kapang/mould*). Mikroorganisme melakukan proses fermentasi dengan cara menghidrolisis nutrisi yang masih dalam bentuk kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana (Setyono, 2004).

Beberapa manfaat yang dapat diperoleh melalui proses fermentasi antara lain: mengawetkan, menghilangkan bau yang tidak diinginkan, meningkatkan daya cerna dan menambah *flavour* (Trisnadjaja dan Subroto, 1996). Tujuan dari fermentasi adalah untuk meningkatkan kadar protein, menurunkan serat kasar dan meningkatkan pencernaan bahan pakan yang mengandung lignoselulosa. Pada prinsipnya proses

fermentasi untuk memisahkan lignin dan selulosa (Soundstol *and* Owen, 1984 dikutip oleh Retno, 2008).

Fermentasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan mikroba yaitu suhu, udara (oksigen), kelembaban, garam, dan asam. Faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah dan tingkat serat yang akan terdegradasi (Varga dan Kolver, 1997).

Proses fermentasi bekatul berlangsung secara fakultatif aerob lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan pemakaian bekatul yang tidak difermentasi karena terdapat proses pemecahan komponen serat kasar, mensintesis vitamin dan asam-asam amino serta menetralkan atau menghambat racun yang terdapat dalam komponen bahan pakan. Hal ini menjadikan bekatul lebih mudah dicerna serta meningkatkan kandungan protein bekatul dikarenakan tingginya kandungan nutrisi pada pakan dapat memacu pertumbuhan dan produktivitas pada ternak (Stewart, 1991).

Penelitian pemanfaatan cairan rumen sebagai bahan fermentasi ampas tahu yang dilakukan Tri Nurhajati dkk., (1996), menunjukkan hasil yang terbaik berturut-turut pada volume inokulan 10% dengan pemeraman selama lima hari dan volume inokulan 30% dengan pemeraman selama tiga hari.

2.3 Mikroba rumen

Ruminansia berbeda dengan jenis mamalia lain dalam hal pencernaan. Pada ruminansia mempunyai lambung yang dibagi dalam empat bagian yaitu: rumen, retikulum, omasum dan abomasum. Di antara keempat lambung tersebut yang paling besar adalah rumen. Rumen mempunyai fungsi khusus di dalam pencernaan yaitu di dalamnya terdapat ribuan spesies mikroba yang secara aktif berperan dalam fermentasi pakan yang dikonsumsi oleh ternak tersebut (Hendrawan, 1987 dikutip oleh Ardianti 2005). Rumen merupakan lingkungan yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba yang terdiri dari bakteri dan jamur. Mayoritas bakteri gram negatif ditemukan pada ternak yang diberi pakan hijauan, sedangkan pemberian biji-bijian pada ternak akan meningkatkan jumlah bakteri gram positif. Mikroorganisme tersebut di dalam retikulo-rumen mempunyai peranan penting dalam proses fermentasi pakan (Tri Akoso, 1996).

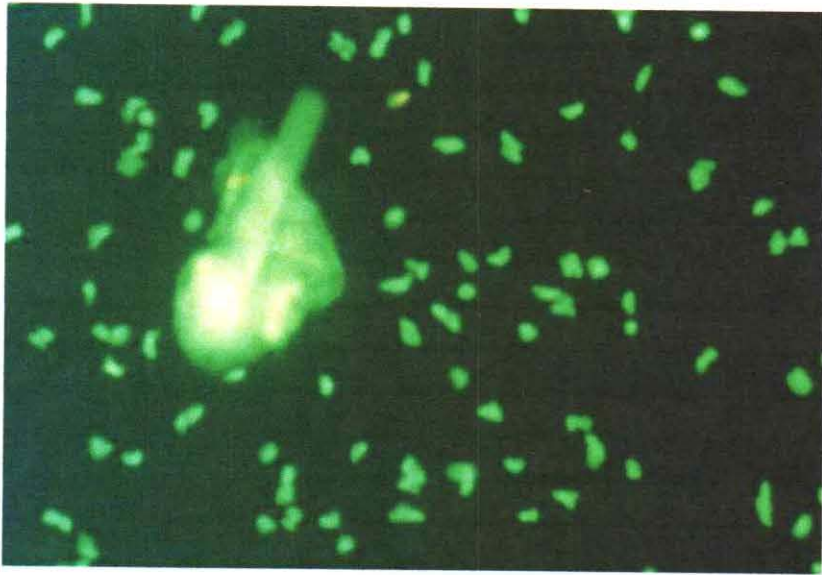
Kedua golongan utama mikroorganisme rumen adalah bakteri dan jamur yang telah banyak diketahui dalam proses fermentasi pakan ternak ruminansia. Konsentrasi bakteri dalam cairan isi rumen sapi Zebu mencapai 21×10^9 sedangkan pada kerbau kira-kira 25×10^9 per ml (Hendrawan, 1987). Diantara bakteri-bakteri tersebut termasuk didalamnya bakteri yang dapat mencerna serat kasar (Arora, 1989). Isi rumen merupakan bahan pakan yang terdapat dalam rumen sebelum menjadi feses dan dikeluarkan dari dalam rumen setelah hewan dipotong. Cairan isi rumen adalah cairan yang didapatkan bersamaan dengan materi padat isi rumen. Cairan isi rumen memiliki kandungan bakteri yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai

fermentor (Van Soest, 1982). Cairan isi rumen mengandung berbagai mikroorganisme baik jamur maupun bakteri yang berperan pada proses pencernaan pakan. Jumlah bakteri berkisar antara 10^9 - 10^{10} tiap ml cairan isi rumen dan telah diidentifikasi lebih dari 60 spesies bakteri. Kebanyakan bakteri tidak berspora dan bersifat anaerob (McDonald *et al*, 1987).

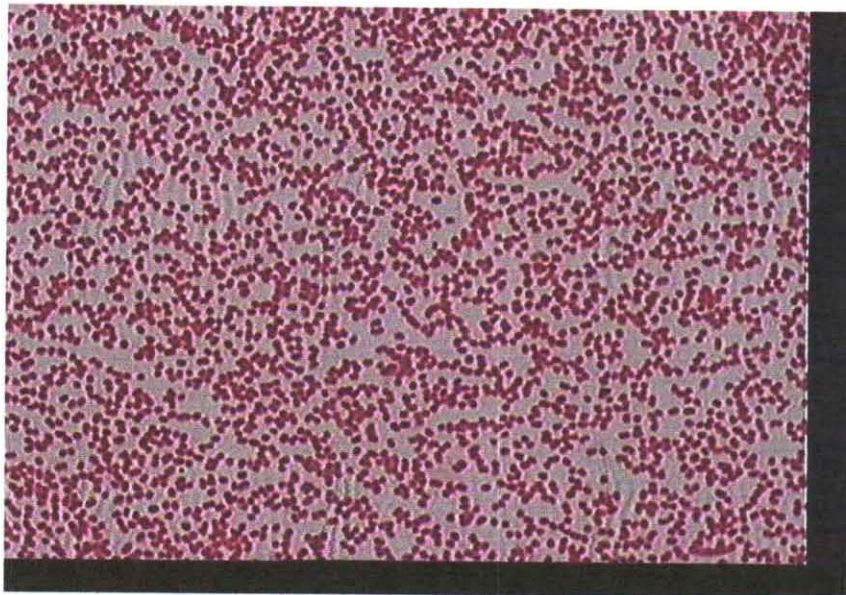
Genus jamur selulolitik aerob yang berasal dari rumen antara lain : *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Rhizopus* dan *Trichoderma* (Widya dkk., 2009). Jamur selulolitik dapat menggunakan berbagai komponen makanan dari yang sederhana sampai yang kompleks serta mampu memproduksi enzim hidrolitik seperti amilase, selulase, pektinase, lipase dan proteinase (Waluyo, 2004). Menurut Bhat and Hazzlewood (2001), sebagian besar enzim selulase dihasilkan oleh bakteri dan jamur. Forsberg *et al*, (2004) melaporkan bahwa penambahan enzim selulase pada pakan dapat meningkatkan kandungan karbohidrat yang difermentasi dan memperbaiki pencernaan bahan organik.

2.4 *Acidothermus cellulolyticus*

Bakteri didalam rumen diantaranya adalah *Acidothermus cellulolyticus* yang dapat menghasilkan enzim selulase. Enzim tersebut digunakan untuk mendegradasi selulosa pada tanaman. *Acidothermus cellulolyticus* akan dominan apabila pakan utama ternak berupa serat kasar (Enrari, 1983 yang dikutip oleh Mahendra, 2005).



Gambar 2.1 *Acidothermus cellulolyticus* dengan mikroskop elektron pembesaran 400X (Acta, 2010)



Gambar 2.2 *Acidothermus cellulolyticus* dengan mikroskop cahaya pembesaran 400X (Widya, 2009)

Koloni bakteri ini dapat tumbuh pada media selektif *Carboxyl Methyl Cellulase* (CMC) mencapai diameter 1-3 cm dalam 3 hari, dengan bentuk koloni sirkuler, bentuk sel bulat serta bersifat gram negatif. *Acidothermus cellulolyticus* tumbuh pada media yang mengandung beberapa karbohidrat, termasuk D-glukosa, xylan, cellulosa, D-galaktosa, maltosa, sukrosa, D-mannitol, D-sorbitol dan D-cellobiosa. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 37 – 70°C dan pH 3,5 – 7 (Holt *et al.*, 1994).

Judoamidjojo dan Hartono (1989), menyebutkan selulase merupakan suatu kompleks enzim yang terdiri dari beberapa enzim yaitu endoglukanase, selobiohidrolase dan β -glukosidase yang bekerja bersama-sama menguraikan selulosa menjadi glukosa. Kemampuan *Acidothermus cellulolyticus* dalam menguraikan selulosa disebabkan oleh adanya enzim endoselulase dan eksoselulase yang mampu memecah dan menguraikan komponen serat kasar menjadi karbohidrat terlarut, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi bagi ternak (Howard *et al.*, yang dikutip oleh Suci, 2005).

Menurut Bondi (1987), titik pusat pendegradasian selulosa terletak pada pecahnya ikatan 1,4 β -glukosida. Pecahnya ikatan 1,4 β -glukosida menyebabkan selulosa terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu oligosakarida (terutama selobiosa). Selanjutnya oligosakarida akan terhidrolisis menjadi monosakarida (terutama glukosa). Pemecahan ikatan 1,4 β -glukosida dilakukan oleh kompleks enzim selulase.

Lehninger (1983) menyatakan letak enzim yang dihasilkan oleh mikroba dapat dibedakan menjadi dua macam enzim yaitu enzim intraseluler dan ekstraseluler. Enzim intraseluler merupakan enzim yang terletak di dalam sel, setelah biakan sel diperoleh maka dilakukan pemecahan sel untuk mengeluarkan enzim, sedangkan enzim ekstraseluler merupakan enzim yang terletak di luar sel, karena enzim ini selama proses biosintesisnya menembus membran dan keluar dari sel mikroba.

2.5 Tetes Tebu (Molasis)

Tetes tebu adalah hasil samping pembuatan gula pasir dari tebu (Parakkasi, 1995). Bentuk fisiknya berupa cairan yang kental dan berwarna hitam. Kandungan gizi tetes tebu, yaitu karbohidrat 84%, protein 5,9%, kalsium 1,05% dan fosfor 0,1% (Santoso, 1987).

Tetes juga mengandung vitamin B kompleks yaitu tiamin 0,8%, riboflavin 3,0% dan niasin 28,0%. Selain itu, di dalam tetes juga terdapat unsur-unsur mikro yang penting bagi ternak seperti cobalt, brom, jodium, tembaga, mangan dan seng (Paturau, 1982).

Secara umum penggunaan tetes pada ransum sebesar 2% per hari (Widayati dan Widalestari, 1996). De Jong *et al.*, (1991) dalam Indrawan (2005) menyatakan bahwa melalui proses fermentasi, tetes yang kaya karbohidrat akan dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber karbon untuk perkembangan, pertumbuhan dan aktivitasnya dalam menguraikan selulosa.

Tetes tebu (molasis) berfungsi sebagai substrat sumber karbon. Tetes tebu (molasis) sebagai sumber karbohidrat termurah berasal dari limbah industri gula, mengandung sejumlah gula, senyawa nitrogen, dan vitamin. Pemberian tetes tebu dalam proses fermentasi dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk perkembangbiakan, pertumbuhan dan aktivitasnya dalam menguraikan selulosa, sehingga diharapkan dapat menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein kasar bekatul padi (Fardiaz, 1988).

2.6 Serat Kasar

Karbohidrat terbagi menjadi dua bentuk yakni, Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) dan Serat Kasar. BETN berisi zat-zat monosakarida, disakarida, trisakarida dan polisakarida, sedangkan serat kasar berisi selulosa, hemiselulosa dan lignin (Tillman, 1989).

Istilah serat kasar pertama kali diperkenalkan oleh Hyspley pada tahun 1953 untuk mendiskripsikan komponen dinding sel tumbuhan (Gibson and Williams, 2002). Serat kasar adalah serat tumbuhan yang tidak larut dalam air dan ada tiga macam yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin (Anonimus, 2005). Anggorodi (1994) menyatakan serat kasar adalah bagian dari bahan makanan yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan polisakarida lain yang berfungsi sebagai bahan pelindung tumbuh-tumbuhan. Pada hijauan kering kandungan serat kasarnya tinggi, sedangkan pada butir-butiran kandungan serat kasarnya rendah. Pada umumnya kesanggupan

hewan untuk mencerna serat kasar tergantung pada sistem pencernaan yang dimiliki hewan tersebut dan mikroorganisme yang terdapat di dalam alat pencernaan.

Serat kasar selain berperan sebagai komposisi dalam suatu ransum pakan juga berguna untuk memantapkan bentuk pakan. Serat kasar juga berguna untuk membentuk gumpalan ampas makanan menjadi feses. Kandungan serat kasar yang terlalu tinggi akan mengganggu proses pencernaan dan penyerapan sari makanan (Mudjiman, 2004).

Lubis *et al.*, (2002), mengatakan bekatul memiliki kandungan serat kasar 7,0-11,4% serta bahan kering 88,28%. Nilai itu terlalu tinggi bila bekatul dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan pakan pada ternak unggas karena unggas hanya dapat mencerna dengan sempurna bila kandungan serat kasar dalam pakan sekitar \pm 4-5%. Kondisi ini perlu pengolahan lebih lanjut, salah satunya dengan cara fermentasi yang dapat menurunkan kandungan serat kasar bekatul, sehingga akan meningkatkan daya cerna serta untuk menunjang pertumbuhan dan produktivitas ternak unggas tersebut.

2.7 Protein Kasar

Protein adalah senyawa organik kompleks yang mempunyai berat molekul tinggi. Seperti halnya karbohidrat dan lemak, protein mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen, tetapi sebagai tambahannya semua protein mengandung nitrogen. Protein merupakan protoplasma aktif dalam semua sel hidup. Senyawa ini didapatkan dalam sitoplasma pada semua sel hidup, baik hewan maupun tanaman (Tillman dkk, 1989). Komposisi dasar dari protein menurut Anggorodi

(1994), yaitu karbon 51,0-53,0%, hidrogen 6,5-7,5%, nitrogen 15,5-18,0%, oksigen 21,5-23,5%, sulfur 0,5-2,0% dan fosfor 0,0-1,5%.

Protein kasar adalah jumlah nitrogen (N) yang diperoleh dengan analisis proksimat cara Kjeldahl dikalikan dengan faktor 6,25 ($N \times 6,25$). Hal ini diasumsikan bahwa protein dari bahan pakan mengandung 16% kadar nitrogen (Parakkasi, 1995). Sumber protein bagi ternak adalah protein alami atau protein dalam pakan dan Non Protein Nitrogen (NPN). Non Protein Nitrogen (NPN) adalah nitrogen yang berasal dari senyawa bukan protein termasuk asam amino, nitrogen lipid, purin, pirimidin, nitrat, alkaloid dan vitamin. Salah satu NPN yang telah umum dikenal adalah urea, sedangkan protein murni adalah nitrogen yang diketemukan terikat dalam ikatan-ikatan peptida dalam pembentukan protein (Siregar, 1994).

Molekul protein adalah sebuah polimer dari asam amino yang digabungkan dengan ikatan peptida, dengan kata lain asam amino merupakan kunci dari struktur protein dan lebih dari 100 asam amino telah diisolasi tetapi dalam molekul protein hanya ada 25 asam amino yang berbeda (Tillman, 1989).

Pada laboratorium pakan, protein dipisahkan dari karbohidrat dan lipid karena kandungan nitrogen (N) pada protein tersebut secara umum, protein pakan biasanya mengandung 16% N. Pemisahan ini memungkinkan peneliti untuk mengestimasi kandungan protein dari sebuah bahan pakan dengan cara melakukan pengukuran terhadap kandungan N-nya untuk kemudian dikalikan dengan bilangan 6,25 (perbandingan terbalik dari 16%). Meskipun demikian, tidak semua N di dalam bahan pakan adalah protein, N yang bukan protein disebut Non Protein Nitrogen (NPN).

Non protein nitrogen dapat ditemukan dalam komponen pakan seperti urea, garam amonium dan asam amino tunggal, sehingga nilai yang di dapat dari hasil perkalian total N dengan 6,25 biasa disebut protein kasar (*Crude Protein; CP*) (Anonimus, 2005).

Asam amino terbagi menjadi dua, yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial. Asam amino esensial harus ada dalam makanan karena tidak dapat disintesis dalam tubuh sebagaimana mestinya untuk pertumbuhan normal, sedangkan asam amino non esensial yaitu asam amino yang dapat disintesis untuk mencukupi kebutuhan normal (Hariati, 1989). Kualitas protein pakan dinyatakan tinggi atau rendah, tergantung dari keseimbangan asam amino esensial yang terkandung dalam pakan tersebut (Anggorodi, 1994).

Santoso (1987), menyatakan fungsi protein antara lain: (a) Sebagai zat pembangun yang membentuk berbagai jaringan baru untuk pertumbuhan mengganti jaringan yang rusak maupun bereproduksi, (b) Sebagai zat pengatur yang berperan dalam pembentukan enzim dan hormon, menjaga dan mengatur berbagai proses metabolisme dalam tubuh, (c) sebagai zat pembakar, unsur karbon yang terkandung di dalamnya dapat berfungsi sebagai sumber energi.

Pada proses fermentasi mikroba proteolitik akan memecah molekul protein menjadi asam amino dengan menghasilkan enzim protease (Anggorodi, 1994). Asam amino akan dimanfaatkan oleh mikroba untuk memperbanyak diri, meningkatkan jumlah koloni mikroba selama proses fermentasi secara tidak langsung

dapat meningkatkan kandungan protein kasar karena mikroba merupakan sumber protein tunggal (Wuryantoro, 2000).

BAB 3

MATERI DAN METODE PENELITIAN

BAB 3 MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan bulan November 2009 di Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi : pisau, kantong plastik ukuran 5 kg, ember plastik, nampan, timbangan, *Spuut*, sarung tangan, gelas ukur, seperangkat alat untuk analisis protein kasar dan serat kasar.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bekatul yang diperoleh dari Blitar, Jawa Timur. Suspensi *Acidothermus cellulolyticus* berasal dari isolasi dan identifikasi cairan rumen sapi (Widya dkk., 2009) dan tetes (molasis).

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, setiap perlakuan 5 ulangan jadi total 20 unit (masing-masing 250g bekatul). Untuk mendapatkan data hasil penelitian dilakukan analisis proksimat terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar dari tiap unit percobaan. Data yang diperoleh di uji dengan Analisis Varian (Anava) apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan jarak berganda Duncan dengan tingkat 5 % (Kusriningrum, 2008)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Fermentasi Bekatul

Bahan bekatul dibagi secara acak menjadi 20 unit percobaan, masing-masing dengan berat sampel 250 gram. Tiap unit percobaan dicampur molasis 3% dari bahan bekatul (7,5 ml) sampai homogen serta suspensi *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi. Lama fermentasi pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan.

Bahan dicampur secara homogen dengan cara diaduk kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik berkode sesuai dengan perlakuan kemudian diikat dan dilubangi, selanjutnya difermentasi selama ± 7 hari dalam kondisi fakultatif aerob. Kemudian dibuka dan diangin-anginkan selama 5 jam. Setelah itu di oven selama 12 jam dalam suhu 60°C, kemudian dianalisis proksimat

kandungan serat kasar dan protein kasar. Cara analisis proksimat dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 5.

Perlakuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. P₀ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0%)
2. P₁ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 10%)
3. P₂ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 20%)
4. P₃ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 30%)

Cara penentuan dosis bakteri berdasarkan penelitian Ardianti (2005)
Penentuan dosis tetes berdasarkan penelitian Virianti Tandra (2007)
Cara Penghitungan dosis dapat dilihat pada Lampiran 2.

Keterangan :

Konsentrasi bakteri = 3×10^8 /ml
(Sesuai dengan standar Mac. Farland I → diencerkan 3x sehingga tercapai 1×10^8 /ml)

3.4.2 Analisis Proksimat

Setelah difermentasi selama ± 7 hari, kemudian dilakukan analisis proksimat terhadap semua unit percobaan untuk mengetahui kandungan protein dan serat kasar (Setyono dkk., 2004). Cara analisis proksimat dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 5.

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas

Dosis suspensi *Acidothermus cellulolyticus* yang digunakan sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30%.

3.5.2 Variabel Tergantung

Kadar serat kasar dan protein kasar

3.5.3 Variable Kendali

Bekatul, tetes (molasis) dan lama fermentasi

3.5.4 Parameter yang diukur

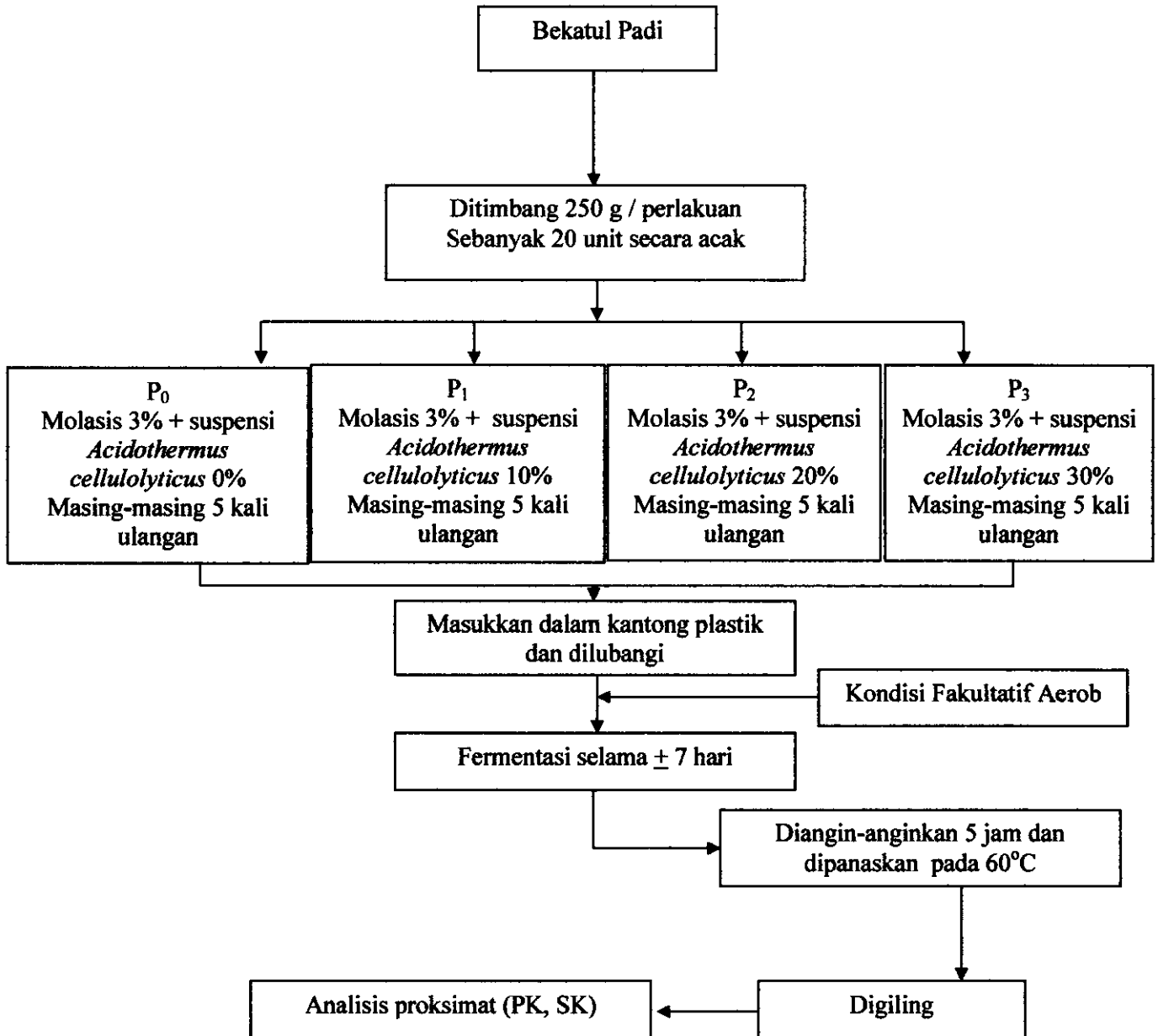
1. Kadar serat kasar bekatul yang telah difermentasi dihitung berdasarkan jumlah zat organik yang tidak larut dalam H_2SO_4 0,3 N dan dalam NaOH 1,5 N yang dipanaskan berturut-turut selama 30 menit (Setyono dkk., 2004).
2. Kadar protein kasar bekatul yang telah difermentasi dihitung berdasarkan nilai hasil kali total nitrogen dalam pakan dengan faktor 6,25 (Setyono dkk., 2004).

3.6 Analisis Data

Hasil penelitian akan dianalisis dengan menggunakan statistika Analisis Varian (Anava), apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan dengan tingkat 5% untuk menentukan perlakuan mana yang berbeda dengan perlakuan lain (Kusriningrum, 2008).

3.7 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

BAB 4

HASIL PENELITIAN

BAB 4 HASIL PENELITIAN

4.1 Serat Kasar

Kandungan serat kasar pada bekatul yang difermentasi diperoleh dari hasil analisis proksimat berdasarkan 100% bahan kering yang dinyatakan dalam persen (Lampiran 6). Perhitungan statistik kandungan serat kasar pada masing-masing perlakuan tercantum pada (Lampiran 7). Rata-rata kandungan serat kasar pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata dan standart deviasi kandungan serat kasar bekatul Fermentasi berdasarkan 100% bahan kering

Perlakuan	Kandungan Serat Kasar (%) X ± SD
P0	34,0642 ^a ± 0,3133
P1	30,4884 ^c ± 0,1147
P2	30,3166 ^c ± 0,2678
P3	32,4156 ^b ± 0,2882

superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dengan uji Jarak Duncan's

Berdasarkan hasil analisis varian dapat diketahui bahwa penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* cairan rumen sapi pada fermentasi bekatul menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan serat kasar.

Hasil Uji Jarak Duncan's menunjukkan bahwa perlakuan yang menghasilkan kandungan serat kasar terendah adalah P2 yang tidak berbeda nyata dengan P1 ($p > 0,05$) tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P3 ($p < 0,05$), sedangkan P3 berbeda nyata dengan P0 atau kontrol ($p < 0,05$).



Gambar 4.1 Diagram batang kandungan serat kasar bekatul yang difermentasi dengan bakteri *Acidothermus cellulolyticus*

4.2 Protein Kasar

Kandungan protein kasar pada bekatul yang difermentasi diperoleh dari hasil analisis proksimat berdasarkan 100% bahan kering yang dinyatakan dalam persen (Lampiran 8). Perhitungan statistik kandungan protein kasar setelah ditransformasi ($\sqrt{\text{persen}}$) pada masing-masing perlakuan tercantum pada Lampiran 9. Rata-rata kandungan protein kasar pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

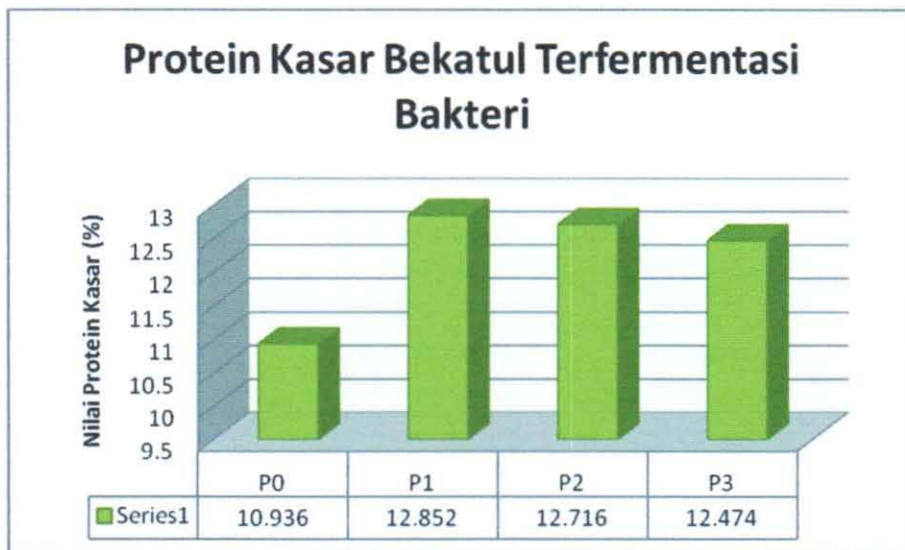
Tabel 2. Rata-rata dan standart deviasi kandungan protein kasar bekatul fermentasi berdasarkan 100% bahan kering

Perlakuan	Kandungan Protein Kasar (100%) $X \pm SD$	Transformasi \sqrt persen $X \pm SD$
P0	10,9360 \pm 0,35140	3,3080 ^a \pm 0,0502
P1	12,8520 \pm 0,34303	3,5840 ^b \pm 0,0467
P2	12,7160 \pm 0,31793	3,5680 ^b \pm 0,0455
P3	12,4740 \pm 0,48972	3,5300 ^b \pm 0,0671

superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) dengan Uji Jarak Duncan's

Berdasarkan hasil analisis varian setelah ditransformasi ke dalam bentuk (\sqrt persen) dapat diketahui bahwa penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* cairan rumen sapi pada fermentasi bekatul menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan protein kasar.

Hasil Uji Jarak Duncan's menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara P1, P2, dan P3 ($p > 0,05$). Kandungan protein kasar terendah adalah P0 yang berbeda nyata dengan P1, P2, dan P3 ($p < 0,05$).



Gambar 4.2 Diagram batang kandungan protein kasar bekatul yang difermentasi dengan bakteri *Acidothermus cellulolyticus*

BAB 5

PEMBAHASAN

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1 Kandungan Serat Kasar

Serat Kasar dalam analisis proksimat merupakan bagian dari karbohidrat. Karbohidrat dapat dipisahkan menjadi dua bagian yaitu BETN dan serat kasar melalui analisis proksimat. Bahan ekstrak tanpa nitrogen berisi zat-zat monosakarida, disakarida, trisakarida dan polisakarida (McDonald *et al.*, 1987). Menurut Tilman dkk. (1998) serat kasar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa dan hemiselulosa seringkali berikatan dengan lignin dan membentuk ligno-selulosa dan ligno-hemiselulosa yang sulit untuk dicerna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan serat kasar terendah adalah P2 (30,3166 %) dan P1 (30,4884 %) yang berbeda nyata dengan P0 (34,0642 %) dan P3 (32,4156 %) ($p < 0,05$), sedangkan P3 (32,4156 %) berbeda nyata dengan P0 atau kontrol (34,0642 %).

Penurunan kandungan serat kasar pada perlakuan P2 (30,3166 %) dan P1 (30,4884 %) dapat disebabkan karena jumlah dosis *Acidothermus cellulolyticus* yang sebanding dengan sumber nutrisi yang tersedia sehingga menyebabkan *Acidothermus cellulolyticus* mampu untuk menghasilkan enzim selulase secara maksimal. Sumber nutrisi bisa didapat dari tetes tebu (molasses) dan bekatul, yang merupakan penyedia nutrisi bagi mikroorganisme untuk bekerja dalam pencernaan pakan berserat kasar yang banyak mengandung selulosa sehingga dapat menurunkan kandungan serat kasar (Sovia, 2002). Rendahnya kandungan serat kasar pada bekatul juga dapat disebabkan karena *Acidothermus cellulolyticus*

dapat menghasilkan enzim selulase yang merupakan enzim kompleks yang terdiri dari endoselulose dan eksoselulose. Enzim ini akan memecah selulosa menjadi selobiosa. Enzim yang mendegradasi selulosa yaitu endoglukanase / karboksil metil selulase (*endo-1,4- β -glukanase*), eksoglukanase / selobiohidrolase (*ekso-1,4- β -glukanase*) dan selobiase (*β -glukosidase*) (Hardjo dkk.,1989; Schlegel dan Schmidt, 1994). Endoglukanase memecah selulosa menjadi selulo-oligosakarida / selulodekstrin. Eksoglukanase memecah unit glukosil dari selulo-oligosakarida dengan melepaskan selobiosa, kemudian selobiase menghidrolisis selobiosa dan oligosakarida menjadi glukosa (Hardjo dkk., 1989).

Pada P3 jumlah dosis *Acidothermus cellulolyticus* yang lebih banyak tidak sebanding dengan sumber nutrisi yang tersedia sehingga menyebabkan *Acidothermus cellulolyticus* belum mampu untuk menghasilkan enzim selulase secara maksimal, hal ini berlawanan dengan pernyataan Hardjo dkk., (1989) ketersediaan nutrisi lebih besar daripada jumlah populasi mikroorganisme dapat menyebabkan laju pertumbuhan mikroorganisme lebih optimal.

Secara umum hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* sebagai fermentor pada proses fermentasi bekatul terbukti dapat menurunkan kandungan serat kasar bekatul.

5.2 Kandungan Protein Kasar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan protein kasar bekatul fermentasi (Tabel 2). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu, Ardianti (2005) yang menyatakan bahwa penggunaan bakteri selulolitik dari cairan rumen dapat meningkatkan kandungan protein kasar.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* sebesar 10% - 30 % pada bekatul berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan perlakuan kontrol (suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0 %). Peningkatan kandungan protein kasar terdapat pada P1 (12,5820 %), P2 (12,7160 %), P3 (12,4740 %). Tingginya kandungan protein pada perlakuan P1, P2, P3 menunjukkan aktivitas dan jumlah bakteri *Acidothermus cellulolyticus* dari cairan rumen sapi berada pada titik yang efisien. Hal ini disebabkan sumber nutrisi yang tersedia sesuai dengan jumlah mikroorganisme sehingga tidak menyebabkan terjadinya kompetisi antar mikroorganisme yang pada akhirnya menjadikan aktivitas mikroorganisme menjadi maksimal (Tri Nurhajati dkk., 1996).

Penambahan molasis dimaksudkan untuk menyediakan sejumlah karbon bagi mikroba untuk mendapatkan energi dan perkembangbiakan mikroba tergantung pada karbon yang tersedia. Pada umumnya bakteri selulolitik memerlukan sumber karbon berupa bahan organik seperti nitrogen, vitamin, dan beberapa mineral sebagai energi untuk aktivitasnya (De Maria, 2002).

Acidothermus cellulolyticus yang merupakan salah satu spesies dari bakteri selulolitik 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 mikroba untuk memperbanyak diri. Meningkatnya jumlah koloni *Acidothermus cellulolyticus* selama proses fermentasi secara tidak langsung dapat meningkatkan kandungan protein kasar karena bakteri merupakan protein sel tunggal (Wuryantoro, 2000).

Secara umum hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* sebagai fermentor pada proses fermentasi bekatul terbukti dapat meningkatkan kandungan protein kasar bekatul.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian bekatul yang difermentasi dengan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* yang berasal dari cairan rumen sapi sebesar 0% (P0), 10% (P1), 20% (P2) dan 30% (P3), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* sebesar 10% dan 20% pada fermentasi bekatul dapat menurunkan kandungan serat kasar.
2. Penggunaan suspensi *Acidothermus cellulolyticus* sebesar 10% sampai dengan 30% pada fermentasi bekatul dapat meningkatkan kandungan protein kasar.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diajukan saran sebagai berikut :

1. Untuk menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandungan protein kasar bekatul dapat dilakukan pemberian suspensi *Acidothermus cellulolyticus* dengan dosis 10 % .
2. Uji coba pada ternak unggas untuk mengetahui respon daya cerna terhadap serat kasar dan protein kasar.

RINGKASAN

RINGKASAN

Andika Dwi Kurniawan. Penggunaan *Acidothermus Cellulolyticus* Cairan Rumen Sapi pada Fermentasi Bekatul Terhadap Kandungan Serat Kasar dan Protein Kasar. Di bawah bimbingan Benyamin Chr. Tehupuring, MSi., drh. sebagai pembimbing pertama dan Herman Setyono, MS., drh. sebagai pembimbing kedua.

Pemanfaatan bahan baku lokal yang bersifat nonkonvensional berupa hasil samping pertanian sebagai pakan alternatif merupakan solusi untuk menekan biaya pakan karena sebagian besar bahan penyusun ransum masih diimpor. Bekatul merupakan hasil samping pertanian berkualitas rendah dari segi kandungan protein dan juga kandungan seratnya tinggi. Oleh karena itu untuk meningkatkan kandungan nutrisinya perlu dilakukan pengolahan berupa fermentasi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan bulan November 2009 di Laboratorium Departemen Ilmu Peternakan Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya. Digunakan empat perlakuan yaitu P₀ (suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0 %), P₁ (suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 10 %), P₂ (suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 20 %), P₃ (suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 30 %). Masing – masing perlakuan diulang sebanyak lima kali dan dilakukan pemeraman selama tujuh hari. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data yang

diperoleh dianalisis dengan menggunakan Analisis Varians (Anava), apabila terdapat perbedaan yang nyata dilakukan uji jarak *Duncan's* 5 %.

Berdasarkan Uji Jarak *Duncan's* diketahui bahwa perlakuan yang menunjukkan kandungan serat kasar yang terendah P₂ dan P₁ yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan P₃ dan P₀, sedangkan perlakuan yang menunjukkan kandungan protein tertinggi adalah P₁ yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan P₂ dan P₃, tetapi berbeda nyata dengan P₀.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Acta Crystallographica. 2010. *Acidothermus cellulolyticus* (strain ATCC 43068 / 11B) complete proteome. <http://trade.indiamart.com>
- Afrianti, H. L. 2002. Keunggulan Makanan Fermentasi. Pikiran rakyat. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0604/24/cakrawala/lainnya02.htm>
- Ali, A. 2005. Degradasi Zat Makanan Dalam Rumen Dari Bahan Makanan Berkadar Serat Kasar Tinggi Yang Diamoniasi Urea. Jurnal Peternakan Vol. 2 nomor 1. Fakultas Peternakan UIN Sultan Syarif Kasim Riau Kampus II Raja Ali Haji. Pekanbaru.
- Anggorodi, R. 1994. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal: 273.
- Anonim. 2002. *Bekatul Dapat Sembuhkan Ambeien*. Sriwijaya Post .<http://www.indonesia.com/sriipo/2002/01/24/2401dae2.htm> . Diakses tanggal 13 Juli 2009.
- Anonimus. 2005. Pengenalan Teknologi Pakan Ternak : By Pass Protein. <http://manglayang.blogspot.com/pub-001-juli-2005/>
- Anonimus. 2008. Fermentasi. <http://jajo66.files.wordpress.com/2008/03/06fermentasi.pdf> .[13 Maret 2010]
- Ardiansyah. 2004. *Sehat Dengan Mengonsumsi Bekatul*. <http://www.beritaipetek.com/pangan.shtml>. Diakses tanggal 14 juli 2009.
- Ardianti. N. 2005. Kandungan Bahan Kering dan Protein Kasar Jerami Padi Terfermentasi oleh Bakteri Selulolitik dari Isolat Cairan Rumen Sapi [skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Univeristas Airlangga. Surabaya.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Buckle K.A., R.A. Edwards., G.H. Fleet., M. Wootton. 1978. *Ilmu Pangan (Terjemahan)*. Departement of education and culture directorate general of higher education. International development program of Australian Universities and Colleges.

- Bhat, M.K and G.P. Hazzlewood. 2001. *Enzymology and Other Characteristic of Cellulase and Xylanases*. In : M.R. Bedford and G.G. Partridge (Eds) *Enzymes in Farm Animal Nutrition* CaBI Publishing.
- Bondi, A. A. 1987. *Animal Nutrition*, John Wiley and Sons. Ltd. Chicester.
- Campbell, M., R. 1994. *Biology Concept and Connection*. The Benjamin/Comming's Publishing Company, inc. USA. 2, 39, 222, 328-329.
- Church, D.C. 1993. *The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition*. Waveland Press. Inc. USA. 126-276.
- Chusniati, S., Kusningrum, Mustikoweni, dan M. Lamid. 2005. Pengaruh pemeraman Jerami Padi yang Difermentasi oleh Isolat Bakteri Selulolitik Rumen Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar. *Lembaga Penelitian. Universitas Airlangga. Surabaya*. Hal 33.
- Daud, D. 2005. Identifikasi dan Pemanfaatan Bahan Pakan Lokal untuk Peternakan Unggas di Nanggroe Aceh Darussalam Pasca Tsunami. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id>. [15 Maret 2010].
- De Maria, B. 2002. Identification, production, and assay for trichoderma. http://biofuelvaportechologies.com/files/ethanol_trichoderma_fungus_story.pdf. [13 Januari 2010].
- Effendi, M, H. 1998. *Pemanfaatan Limbah Padat Rumah Potong Hewan Dari Hasil Rekayasa Bioteknologi*. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya.
- Enrari, T. M. 1983. *Microbial Cellulase*. In : W.M. Forgaty, 1985. *Microbial Enzymes and Biotechnology*. Appl. Sci. Publishing, New York.
- Fardiaz. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas IPB bekerja sama dengan Lembaga Sumber Daya Informasi IPB.
- Forsberg, C.W., E. Forano, and A. Chesson. 2004. *Microbial Adherence to The Plant Cell Wall and Enzymatic Hydrolysis*. In : P.B. Cronje (ed). *Ruminant Physiology*. CABI Publishing.
- Gandjar, L. 1995. The Role of Rhyzopus Species for Community and Industry. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. 2(1) : 51-56.
- Gibson, G, R. and C. M. Williams. 2002. *Functional Food*. CRC. Press New York.

- Hanafi, N.D. 2001. Sebagai Alternatif Baru dalam Meningkatkan Kualitas Pakan untuk Ternak. Makalah Falsafah Sains. Program Pascasarjana <http://www.rudycet.tripod.com/individu.2001/htm>. [29 Maret 2010].
- Handini. 1985. Pengaruh Berbagai Kombinasi Bekatul dan Jagung Kuning dalam Ransum Anak Ayam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Hardjo, S., N. S. Indrasti, dan T. Bantacut. 1989. Biokonversi : Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. PAU-Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 163.
- Hariati, A.M. 1989. Diktat Mata Kuliah Makanan Ikan. Malang. 146 hal.
- Hendrawan, S. 1987. Ilmu Gizi Ruminansia. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Holt, J.G., R. Noer, H.A. Peter, T. James, T. Stanley. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology : William R. Hensyl (ed). United States of America.
- Iskandar, M. 2002. *Bekatul Sereal Padi Kaya Gizi*. Kompas Cyber Media. <http://kcm/google.com/>. [Diakses tanggal 21 Juli 2009].
- Judoamidjojo, M. A. A., A. A. Darwis dan E. G. Said. 1989. Teknologi Fermentasi. PAU-Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 333.
- Juliani, A., R. 2003. Pengaruh Cairan Isi Rumen Sebagai Fermentor dan Lama Inkubasi Terhadap Kuliatas Dedak Padi [skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Unveristas Airlangga. Surabaya.
- Kusriningrum. 2008. Dasar Perancangan Percobaan Dan Rancangan Acak Lengkap. Universitas Airlangga. Surabaya. Hal 143.
- Lehninger, A.I. 1983. Dasar-dasar Biokimia. Terjemahan. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Lubis, S., R. Rachmat, Sudaryono., S. Nugraha. 2002. *Pengawetan Dedak Dengan Metode Inkubasi*. Balitpa Sukamandi, Kerawang.
- Lusiana, Y. 2005. Kandungan Seart Kasar dan Protein Kasar Jerami Padi Hasil Proses Fermentasi dengan Probiotik Alami dan Tetes [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Unveristas Airlangga. Surabaya.

- Mahendra, O. R. 2005. Penggunaan Bakteri Selulolitik Dari Cairan Isi Rumen Sapi dan Pengaruhnya Terhadap Kandungan Serat Kasar dan Abu Pada Silase Daun Jagung (*zea mays*) [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Unveristas Airlangga. Surabaya.
- McDonald, P, R.A Edward and Y.E. D Greenhalgh. 1987. Animal Nutrition. ELBS, London, IK.
- Mudjiman, A. 2004. Makanan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nitis, I. M. 1981. Pengaruh Ransun Dedak Berbagai Varietas Padi Terhadap Pertumbuhan Ayam Pedaging. Seminar Ilmu Perunggasan II dan Pengembangan Ternak. Bogor.
- Nugroho, T.P. 2005. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Selulolitik Aerob Dari Limbah Cairan Rumen Sapi Sebagai Bahan Inokulum Pada Jerami Padi [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Unveristas Airlangga. Surabaya.
- Parakkasi, A. 1995. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. UI-Press. Jakarta. 509 hal.
- Parakkasi, A. 1998. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. UI-Press. Jakarta. 509 hal.
- Paturau, J. M. 1982. By Product of The Cane Sugar Industry. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- Rachman, A. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. PAU-Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 146 hal.
- Rakhmani, S. I. W. 2005. Peningkatan Nilai Gizi Pakan dari Limbah Pertanian Melalui Fermentasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Hal 66-74. Bogor.
- Retno, D. 2008. Pemanfaatan Probiotik Alami Untuk Meningkatkan Kadar Protein Kasar dan Menurunkan Serat Kasar Batang Pisang Kepok (*M. Paradisiaca Normalis*) Melalui Fermentasi Yang Berprospek Nilai Gizi Pakan Ruminansia [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.
- Retnowidyani. 1991. Asam Amino Kristal dan Single Sel Protein Pakan Alternatif Pensubstitusi Bungkil Kedelai. Poultry Indonesia.

- Santoso, U. 1987. *Limbah Bahan Ransum Unggas yang Rasional*. PT Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 136 hal.
- Schlegel, H.G dan K. Schmidt.1994. *Mikrobiologi Umum*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 470.
- Setyono. H., Kusrieningrum, Mustikoweni, T. Nurhayati, Agustono, M. Arief, M. Anam, M. Lamid, A. Monica, dan W. Paramita. 2004. *Pengolahan Bahan Pakan Ternak*. Laboratorium Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Siregar, S., B. 1994. *Pengolahan Pakan Ayam Kiat Meningkatkan Keuntungan dalam Agribisnis Unggas*. Penerbit Kasinius. Yogyakarta.
- Soepranianondo, K. 2002. *Teknologi Manipulasi Nutrisi Isi Rumen Sapi Menjadi Pakan Ternak untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas Kambing Peranakan Etawa*. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya.
- Soundstol, F. dan E. Owen. 1984. *Straw and Other Fibrous by Product as Feed*. Elsevier Science Publishing Company Inc.,S.L.
- Sovia, A. 2002. *Kandungan Protein Serta Derajat Keasaman (pH) Hasil Proses Kombinasi Amoniasi dan Fermentasi dengan Probiotik Pada Jerami Padi [skripsi]*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Stewart, C.S. 1991. *The rumen bacteria*. In : J.P Jouany (ed). *Rumen Microbial Metabolism And Ruminant Digestion*. Institut National De La Recherche Agronomique. Paris. France.
- Suci, L.D. 2005. *Pengaruh Pemberian Jerami Padi Terfermentasi Terhadap Daya Cerna Bahan Organik dan Serat Kasar Pakan pada Domba [skripsi]*. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Suprijatna, E., U. Atmomarsono dan R. Kartasudjana. 2005. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Tandra, V. 2007. *Kandungan Bahan Kering, Serat Kasar dan Protein Kasar Jerami Padi Yang diamoniasi dan Difermentasi Oleh bakteri Selulolitik [Skripsi]*. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya.

- Tangendjaja, B. 1991. Pemanfaatan Limbah Padi Untuk Industri. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdoesoekojo. 1989. Ilmu Makanan. Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 422 hal.
- Tri Akoso, B. 1996. Kesehatan Sapi. Kasinius. Yogyakarta.
- Tri Nurhajati, Wahyuni. 1996. Penggunaan Ampas Tahu Terfermentasi Sehingga Substitusi Pakan Komersial Terhadap Performance daya Cerna Pakan, Kualitas daging Serta Gambaran Darah Ayam Pedaging Jantan. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya.
- Trisnadjaja, D. dan M. A. Subroto. 1996. Analisis Ekonomi Untuk Komersialisasi Proses Fermentasi. Warta Biotek. Tahun. X, No. 3. 1-12.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the ruminant. O and B Books, Oregon.
- Varga, A. G and E. S. Kolver. 1997. Microbial and Animal Limitation to Fiber Digestion and Utilization. The Journal of Nutrition vol. 127 pp 819S-823S.
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum. UMM Press. Malang.
- Widayati, dan Y. Widalestari. 1996. Limbah untuk Pakan Ternak. Trubus Agrisarana. Jakarta. 40 hal.
- Widyarti.1991. Pengaruh Penambahan Ragi Tape dan Lama Inkubasi Terhadap Nilai Nutrisi Bekatul Sebagai Pakan Ternak [skripsi]. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Widya, P.L. 2009. Identifikasi dan Isolasi Bakteri dan Jamur Selulolitik Aerob dari Limbah Cairan Rumen Sapi Di Rumah Potong Hewan Pergirian Surabaya. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Wuryantoro, S. 2000. Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Hay Padi Teramoniasi yang Difermentasi Dengan Cairan Rumen. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga. Surabaya. 47 hal.
- Yasin, S. 1988. Fungsi dan Peranan Zat-Zat Gizi Dalam Ransum Ayam Petelur. Melton Putra, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis proksimat kandungan protein kasar dan serat kasar bekatul setelah difermentasi

FORMULIR HASIL PEMERIKSAAN SAMPEL	
	DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS AIRLANGGA UNIT LAYANAN PEMERIKSAAN LABORATORIS, KONSULTASI & PELATIHAN Kampus "C" Unair, Mulyorejo, Surabaya 60115 Telp. 031-5992785; Fax 031-5993015

Nomor : /ULPLKP/UA.FKH/VIII/2009
 Nama Pemilik : Andika Dwi Kurniawan
 Nama Pengirim :
 Alamat : Surabaya
 Jumlah Sampel :
 Jenis Analisis : BK, PK, SK
 Tanggal Pengiriman : 25 -08- 2009
 Tanggal Selesai : 01 - 09- 2009

Bersama ini Kami sampaikan Hasil Analisis Sampel sebagai berikut :

NO	KODE SAMPEL	HASIL ANALISIS (%)							
		Bahan Kering	Abu	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	Ca	BETN	ME (Kcal/kg)
P0	1	100		10,6		34,293			
	2	100		11,02		33,721			
	3	100		11,44		34,293			
	4	100		11,02		33,721			
	5	100		10,6		34,293			
P1	1	100		13,18		30,572			
	2	100		12,77		30,363			
	3	100		12,36		30,572			
	4	100		13,18		30,363			
	5	100		12,77		30,572			
P2	1	100		13,02		30,121			
	2	100		12,64		30,610			
	3	100		12,26		30,121			
	4	100		13,02		30,610			
	5	100		12,64		30,121			
P3	1	100		12,26		32,550			

FORMULIR HASIL PEMERIKSAAN SAMPEL

	DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS AIRLANGGA UNIT LAYANAN PEMERIKSAAN LABORATORIS, KONSULTASI & PELATIHAN Kampus "C" Unair, Mulyorejo, Surabaya 60115 Telp. 031-5992785; Fax 031-5993015		

	2	100		12,25		32,539			
	3	100		13,35		32,550			
	4	100		12,26		32,539			
	5	100		12,25		31,900			

Keterangan: Hasil Analisis Berdasarkan Bahan Kering 100%

Ketua ULPKP

Surabaya, 02 September 2009

Penanggung Jawab/Pemeriksa

Handwritten signature

Emy Koestanti S., M.Kes, Drh
NIP. 132240300

Drh. Herman Setyono, MS
NIP. 130 687 608

Lampiran 2. Perhitungan dosis perlakuan

1. Molasis 3% = $\frac{3}{100} \times 250 \text{ g} = 7,5 \text{ ml}$

2. Suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 10% = $\frac{10}{100} \times 250 \text{ g} = 25 \text{ ml}$

3. Suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 20% = $\frac{20}{100} \times 250 \text{ g} = 50 \text{ ml}$

4. Suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 30% = $\frac{30}{100} \times 250 \text{ g} = 75 \text{ ml}$

Pembagian dosis dalam perlakuan :

1. P₀= Bekatul + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0 ml + Molasis 7,5 ml
2. P₁= Bekatul + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 25 ml + Molasis 7,5 ml
3. P₂= Bekatul + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 50 ml + Molasis 7,5 ml
4. P₃= Bekatul + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 75 ml + Molasis 7,5 ml

Lampiran 3. Prosedur analisis bahan kering bebas air

Prinsip : bahan kering adalah bahan yang tersisa setelah kandungan air yang terdapat pada sampel (bahan pakan) dihilangkan/diuapkan seluruhnya.

Alat yang digunakan :

Cawan porselen (aluminium), cruss tang, timbangan analitik, oven, exicator yang berisi *silica gel*.

Cara kerja :

1. Cawan porselen/aluminium yang bersih dimasukkan ke dalam oven 105 °C selama 1 jam.
2. Cawan dikeluarkan dari oven dan secepatnya dimasukkan ke dalam exicator. Tunggu sampai 10-15 menit, lalu ditimbang (= A gram).
3. Cawan diisi dengan sampel ± 5 gram (berat cawan + sampel = B gram). Masukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven 105 °C selama 1 malam.
4. Keluarkan dari dalam oven dan secepatnya dimasukkan ke dalam exicator selama 10-15 menit. Setelah dingin lalu ditimbang (= C gram).
5. Kadar bahan kering bebas air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar bahan kering bebas air} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Catatan :

- Selalu pergunakan cruss tang untuk memegang cawan porselen. Jangan dipegang langsung dengan tangan kecuali mencucinya.
- Jangan sering membuka tutup exicator terutama bila di dalamnya terdapat cawan beserta sampel yang dianalisis. Hal ini untuk menghindari masuknya uap air sehingga hasil analisis menjadi tidak akurat lagi.
- Usahakan setiap exicator berisi tidak boleh lebih dari 6 buah cawan

Lampiran 4. Prosedur analisis serat kasar

Prinsip : Serat kasar adalah semua senyawa organik yang tidak larut dalam perebusan menggunakan larutan asam lemah dan basa lemah.

Bahan kimia yang digunakan :

H₂SO₄ 0,3 N, NaOH 1,5 N, HCl 0,3 N, Aceton dan H₂O panas.

Alat yang digunakan :

Erlenmeyer 300 cc, erlenmeyer penghisap, corong *Buchner*, spatula, cawan porselen, gelas ukur, timbangan analitik, oven, penangas air dan kompresor.

Cara kerja :

1. Timbang ± 1 gram sampel (= A gram) dan masukkan ke dalam erlenmeyer 300 cc. Tambahkan 50 cc H₂SO₄ 0,3 N dan didihkan di atas penangas air selama 30 menit.
2. Tambahkan 25 cc NaOH 1,5 N dan didihkan kembali selama 30 menit.
3. Alasi corong *Buchner* dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya (= B gram). Saring larutan dalam erlenmeyer dengan menggunakan corong *Buchner*, bilas erlenmeyer dengan 50 cc air panas dan saring kembali.
4. Masukkan 50 cc HCl 0,3 N ke dalam corong *Buchner* dan biarkan selama 1 menit kemudian hisap dengan kompresor melalui lubang yang ada pada erlenmeyer hisap.

5. Bilas residu dalam corong *Buchner* dengan air panas beberapa kali (5 kali), kemudian tuangkan 5 cc aceton kedalamnya. Biarkan selama 1 menit lalu hisap dengan kompresor.
6. Panaskan cawan porselen selama 1 jam dalam oven 105 °C, dinginkan dalam exicator 10 – 15 menit kemudian timbang (= C gram). Angkat kertas saring yang berisi residu dan letakkan dalam cawan porselen tersebut kemudian keringkan dalam oven 105 °C selam 1,5 jam dan dinginkan dalam exicator selama ± 30 menit lalu timbang (= D gram).
7. Masukkan cawan tersebut dalam tanur listrik 550 °C selama 2 jam. Matikan tanur listrik dan tunggu sampai suhu menunjukkan angka 0 °F, baru cawan dikeluarkan dari tanur kemudian masukkan dalam exicator selama ± 15 menit dan timbang (= E gram).

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{D - E - B}{A} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar serat kasar berdasarkan BK} = \frac{\% \text{ serat kasar}}{\% \text{ BK bebas air}} \times 100 \%$$

Lampiran 5. Prosedur analisis proksimat protein kasar (cara Marcam Steel)

Prinsip : Kadar protein kasar adalah nilai hasil kali total nitrogen amonia dengan faktor 6,25 (=100/16) atau nilai hasil bagi total nitrogen amonia dengan factor 16% (=16/100). Factor 16% berasal dari asumsi bahwa protein mengandung nitrogen sebanyak 16%.

Bahan kimia yang digunakan :

Tablet *Kjeldahl*, H₂SO₄ pekat, NaOH 40%, Asam Borat, indikator *Metil-Red*, *Brom Cresol Green*, H₂SO₄ 0,01 N dan aquades.

Alat yang digunakan :

Labu *Kjeldahl* 100cc, pemanas labu *Kjeldahl*, spatula, timbangan elektrik *Sartorius*, gelas ukur, labu ukur 250 cc, erlenmeyer 250 cc, labu destilasi 500 cc, pendingin *Lienbiegh*, pipa bengkok, sumbat karet, pembakar bunsen dan kawat kasa.

Cara kerja :

1. Timbang sampel seberat $\pm 0,5$ gram di atas kertas yang telah diketahui beratnya, kemudian masukkan sampel kedalam labu *Kjeldahl*. Tambahkan kedalamnya tablet *kjeldahl* (katalisator) sebanyak $\frac{1}{4}$ bagian kemudian 10cc H₂SO₄ pekat.
2. Panaskan labu tersebut di atas pemanas *Kjeldahl* dalam almari asam. Pemanasan baru dihentikan jika sudah tidak berasap dan warna larutan menjadi hijau atau kuning jernih (butuh waktu $1,5 \pm$ jam). Biarkan beberapa saat labu sampai labu menjadi dingin.

3. Masukkan larutan yang ada dalam labu tersebut ke dalam labu ukur dan encerkan dengan aquadest hingga volumenya menjadi 250 cc. Tuangkan larutan tersebut ke dalam erlenmeyer 300 cc dan kocoklah sampai homogen.
4. Siapkan erlenmeyer 100cc yang diisi dengan 10 cc larutan asam borat dan 2 tetes indikator metil merah serta 3 tetes brom cresol green untuk menampung hasil penguapan.
5. Siapkan alat *Marcam Steel* (labu destilasi 2000 cc diisi dengan air 1000 cc dan diisi dengan beberapa butir batu didih. Taruh erlenmeyer 100 cc yang sudah disiapkan tadi pada rangkaian alat *Marcam Steel*).
6. Ambil sebanyak 10 cc larutan (no.3) dan masukkan ke dalam corong alat *Marcam Steel*. Tambahkan NaOH 40 % sebanyak 5 cc.
7. Panaskan labu destilasi dan tampunglah uap yang keluar dari alat *Marcam Steel* ke dalam erlenmeyer. Pemanasan dilakukan selama ± 5 menit terhitung setelah air mendidih atau sampai volume erlenmeyer telah mencapai 50 cc.
8. Titrasi larutan yang telah bercampur uap tersebut dengan H_2SO_4 0,01 N sampai warna biru muda berubah menjadi hijau jernih.

9. Kadar protein kasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Protein kasar} = \frac{\text{hasil titrasi} \times N \times 0,014 \times 6,25 \times p}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Protein kasar berdasarkan BK} = \frac{\% \text{ protein kasar}}{\% \text{ BK bebas air}} \times 100 \%$$

Keterangan : N = Normalitas $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,01$
: p = pengenceran = $250/10 = 25$

Lampiran 6. Data analisis proksimat serat kasar berdasarkan 100 % bahan kering

Ulangan	Perlakuan			
	P0 (0 %)	P1 (10 %)	P2 (20 %)	P3 (30 %)
1	34,29	30,57	30,12	32,55
2	33,72	30,36	30,61	32,54
3	34,29	30,57	30,12	32,55
4	33,72	30,36	30,61	32,54
5	34,29	30,57	30,12	31,90
Total	170,31	152,43	151,58	162,08
Rata-rata	34,06	30,49	30,32	32,42

Keterangan :

P₀ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0%)

P₁ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 10%)

P₂ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 20%)

P₃ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 30%)

$$\text{Rumus : } = \frac{100\%}{\% \text{BahanKering}} \times \% \text{ serat kasar}$$

Sumber : Setyono dkk., (2002)

Lampiran 7. Data analisis statistik serat kasar

Summarize

Case Processing Summary^a

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
seratkasar * penggunaan achidotermus cellulolyticus	20	100.0%	0	.0%	20	100.0%

a. Limited to first 100 cases.

Case Summaries^a

			seratkasar
penggunaan achidotermus cellulolyticus	P0	1	34.29
		2	33.72
		3	34.29
		4	33.72
		5	34.29
	Total	N	5
		Mean	34.0642
		Std. Deviation	.31330
	P1	1	30.57
		2	30.36
3		30.57	
4		30.36	
5		30.57	
Total		N	5
		Mean	30.4884
	Std. Deviation	.11447	

P2	1		30.12
	2		30.61
	3		30.12
	4		30.61
	5		30.12
	Total	N	5
		Mean	30.3166
		Std. Deviation	.26784
P3	1		32.55
	2		32.54
	3		32.55
	4		32.54
	5		31.90
	Total	N	5
		Mean	32.4156
		Std. Deviation	.28828
Total		N	20
		Mean	31.8212
		Std. Deviation	1.59253

a. Limited to first 100 cases.

Oneway

ANOVA

serafkasar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47.123	3	15.708	236.113	.000
Within Groups	1.064	16	.067		
Total	48.187	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

seratkasar

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
penggunaan achidote rmus cellulolyti cus	P1	3.57580*	.16313	.000	3.1091	4.0425
	P2	3.74760*	.16313	.000	3.2809	4.2143
	P3	1.64860*	.16313	.000	1.1819	2.1153
penggunaan achidote rmus cellulolyti cus	P0	-3.57580*	.16313	.000	-4.0425	-3.1091
	P2	.17180	.16313	.722	-.2949	.6385
	P3	-1.92720*	.16313	.000	-2.3939	-1.4605
penggunaan achidote rmus cellulolyti cus	P0	-3.74760*	.16313	.000	-4.2143	-3.2809
	P1	-.17180	.16313	.722	-.6385	.2949
	P3	-2.09900*	.16313	.000	-2.5657	-1.6323
penggunaan achidote rmus cellulolyti cus	P0	-1.64860*	.16313	.000	-2.1153	-1.1819
	P1	1.92720*	.16313	.000	1.4605	2.3939
	P2	2.09900*	.16313	.000	1.6323	2.5657

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

seratkasar

Tukey HSD^a

penggunaan acidothermus cellulolyticus	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
P2	5	30.3166		
P1	5	30.4884		
P3	5		32.4156	
P0	5			34.0642
Sig.		.722	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Lampiran 8. Data analisis proksimat protein kasar berdasarkan 100 % bahan kering dan setelah ditransformasi (\sqrt persen)

Ulangan	Perlakuan							
	P0 (0 %)		P1 (10 %)		P2 (20 %)		P3 (30 %)	
	100% BK	(\sqrt persen)	100% BK	(\sqrt persen)	100% BK	(\sqrt persen)	100% BK	(\sqrt persen)
1	10.60	3,26	13.18	3,63	13.02	3,61	12.26	3,50
2	11.02	3,32	12.77	3,57	12.64	3,56	12.25	3,50
3	11.44	3,38	12.36	3,52	12.26	3,50	13.35	3,65
4	11.02	3,32	13.18	3,63	13.02	3,61	12.26	3,50
5	10.60	3,26	12.77	3,57	12.64	3,56	12.25	3,50
Total	54,68	16,54	64,26	17,92	63,58	17,84	62,37	17,65
Rata-rata	10,94	3,31	12,85	3,58	12,72	3,57	12,47	3,53

Keterangan :

P₀ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 0%)

P₁ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 10%)

P₂ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 20%)

P₃ : Bekatul + (Molasis 3% + suspensi *Acidothermus cellulolyticus* 30%)

Rumus :
$$= \frac{100\%}{\% \text{BahanKering}} \times \% \text{ protein kasar}$$

Sumber : Setyono dkk., (2002)

Lampiran 9. Data analisis statistik protein kasar

Summarize

Case Processing Summary^a

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
proteinkasar * penggunaan achidotermus cellulolyticus	20	100.0%	0	.0%	20	100.0%

a. Limited to first 100 cases.

Case Summaries^a

			proteinkasar	
penggunaan achidotermus cellulolyticus	P0	1	3.26	
		2	3.32	
		3	3.38	
		4	3.32	
		5	3.26	
		Total	N	5
			Mean	3.3080
			Std. Deviation	.05020
	P1	1	3.63	
		2	3.57	
3		3.52		
4		3.63		
5		3.57		
	Total	N	5	
		Mean	3.5840	
		Std. Deviation	.04669	
P2	1	3.61		

	2		3.56
	3		3.50
	4		3.61
	5		3.56
	Total	N	5
		Mean	3.5680
		Std. Deviation	.04550
P3	1		3.50
	2		3.50
	3		3.65
	4		3.50
	5		3.50
	Total	N	5
		Mean	3.5300
		Std. Deviation	.06708
Total		N	20
		Mean	3.4975
		Std. Deviation	.12401

a. Limited to first 100 cases.

Oneway

ANOVA

proteinkasar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.247	3	.082	29.233	.000
Within Groups	.045	16	.003		
Total	.292	19			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

proteinkasar

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
penggun aan achidote rmus cellulolyti cus	P1	-.27600*	.03357	.000	-.3720	-.1800
	P2	-.26000*	.03357	.000	-.3580	-.1640
	P3	-.22200*	.03357	.000	-.3180	-.1260
P1	P0	.27600*	.03357	.000	.1800	.3720
	P2	.01600	.03357	.963	-.0800	.1120
	P3	.05400	.03357	.402	-.0420	.1500
P2	P0	.26000*	.03357	.000	.1640	.3580
	P1	-.01600	.03357	.963	-.1120	.0800
	P3	.03800	.03357	.676	-.0580	.1340
P3	P0	.22200*	.03357	.000	.1260	.3180
	P1	-.05400	.03357	.402	-.1500	.0420
	P2	-.03800	.03357	.676	-.1340	.0580

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

proteinkasar

Tukey HSD^a

penggunaan acidotermus cellulolyticus	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P0	5	3.3080	
P3	5		3.5300
P2	5		3.5680
P1	5		3.5840
Sig.		1.000	.402

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5,000.

Lampiran 10. Foto dokumentasi analisis proksimat



Gambar 1. Peralatan Analisis Proksimat Serat Kasar



Gambar 2. Destruktor dalam Lemari Asam



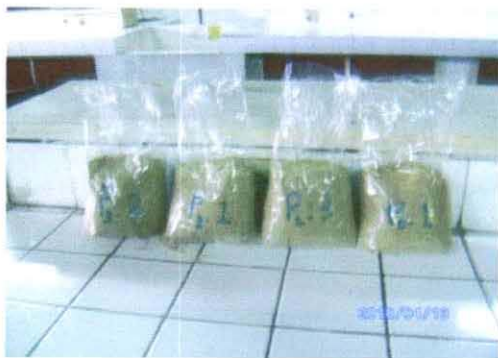
Gambar 3. Peralatan Analisis Proksimat Protein Kasar (cara *Marcam Steel*)



Gambar 4. Bahan bekatul



Gambar 5. Penimbangan bekatul



Gambar 6. Bekatul perlakuan