

Kualitas Nutrisi Silase Berbahan Baku Singkong yang Diberi Enzim Cairan Rumen Sapi dan *Leuconostoc mesenteroides*

Nutritive Quality of Cassava-Based Silage Added Cattle Rumen Liquor Enzyme and *Leuconostoc mesenteroides*

S. Sandi^{a*}, E. B. Laconi^b, A. Sudarman^b, K. G. Wiryawan^b, & D. Mangundjaja^c

^aProgram Studi Ilmu Ternak, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

^bDepartemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

^cJln. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^cDepartemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

(Diterima 28-07-2009; disetujui 01-03-2010)

ABSTRACT

The aim of this experiment was to evaluate the nutrient quality of cassava-based materials silage with cattle rumen liquor enzymes and *Leuconostoc mesenteroides* as poultry feed. The cassava material was hydrolyzed with cattle rumen liquor enzyme and incubated for 24 hours. The hydrolyzed product was added *L. mesenteroides* and ensiled in mini silo for 30 days. The experiment was designed in completely randomized design with 15 treatments and 3 replications. The result showed that temperature of cassava-based silage ranged from 26 to 30 °C. The flavor was sour and fresh fragrant and changed in color. Addition of cattle rumen liquor enzyme and *L. mesenteroides* bacteria significantly affected ($P < 0.05$) pH (3.73-4.86), dry matter (30.14%-43.28%), cyanide (86.71%-96.50%) and crude fiber content (0.78%-5.05%), but gave a fluctuate effect on protein content (-1.92%-2.39%). However, the treatment did not affect dry matter losses (1.20%-2.66%). It is concluded that nutrient quality of cassava-based silage improved when it was added with cattle rumen liquor enzymes and *L. mesenteroides* by decreasing crude fiber and cyanide content. The best silage quality was obtained on tuber substrate and it increased protein KDUO (peel+leaves+tuber+tapioca waste) silage.

Key words: cassava-based silage, cattle rumen liquor enzymes, *Leuconostoc mesenteroides*, nutrient quality

PENDAHULUAN

Perkembangan industri peternakan di Indonesia menuntut ketersediaan pakan yang murah, berkualitas baik, dapat tersedia setiap saat dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Hasil samping pertanian dan industri pengolahan singkong merupakan salah satu alternatif bahan baku pakan yang dapat dipergunakan karena produksi yang besar dan ketersediaannya terjamin sepanjang tahun. Penggunaan hasil samping tanaman singkong dalam campuran pakan unggas masih terbatas (10%-15%) karena kandungan serat kasar dan sianida yang tinggi. Salah satu cara untuk menghilangkan batasan penggunaan bahan baku

tersebut, yaitu dengan fermentasi anaerob (silase) yang dikombinasikan dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*.

Penambahan cairan rumen difokuskan pada aktivitas enzim pendegradasi serat yang terdapat dalam cairan rumen, diantaranya enzim pemecah serat yang merupakan kompleks multienzim, seperti endoglukonase, eksoglukonase, β -glukosidase (Purnomohadi, 2006), xilanase, xilosidase, asetil xilan, esterase dan asetil esterase (Lamid *et al.*, 2006). Bakteri *L. mesenteroides* dapat mendegradasi sianida lebih baik dibandingkan bakteri asam laktat lain, karena mempunyai aktivitas β -glukosidase yang tinggi, yaitu $25,18 \times 10^{-4}$ $\mu\text{M/ml/menit}$ (Kobawila *et al.*, 2005). Selain sebagai penghasil asam laktat, bakteri *L. mesenteroides* diharapkan dapat mempercepat proses penurunan pH silase. Semakin cepat pH turun maka enzim proteolisis yang bekerja pada protein juga dapat ditekan. Dengan demikian diharapkan kombinasi penggunaan enzim cairan rumen dan *L. mesenteroides* mampu meningkatkan kualitas silase bahan baku singkong (BBS). Penelitian ini dilakukan untuk

* Korespondensi:
Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Pertanian,
Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang- Indralaya Km. 32 Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662
e-mail: sofiasandi_nasir@yahoo.com

mengkaji pengaruh penambahan enzim cairan rumen sapi dan *L. mesenteroides* terhadap kualitas nutrisi silase bahan baku singkong BBS.

MATERI DAN METODE

Persiapan Enzim Cairan Rumen

Cairan rumen sapi yang diambil dari RPH disentrifugasi dengan kecepatan 10000 rpm selama 15 menit pada suhu 4 °C. Supernatan yang diperoleh diendapkan dengan ammonium sulfat (60%) dengan menggunakan *magnetic stirrer* dan didiamkan selama semalam pada suhu 4 °C. Endapan yang terbentuk diambil dengan sentrifugasi pada kecepatan 10000 rpm selama 15 menit (Pantaya, 2003).

Hidrolisis Bahan Baku Singkong dengan Perlakuan Enzim Cairan Rumen

Sebanyak 1 kg dari masing-masing BBS (umbi, kulit, onggok, dan daun) dikeringanginkan selama 1 hari, kemudian dipotong dengan ukuran 1-2 cm. Setelah itu, enzim cairan rumen dengan dosis 1%/kg bahan ditambahkan ke dalam masing-masing bahan untuk selanjutnya dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu kamar.

Pembuatan Silase

Setelah masing-masing BBS mengalami prahidrolisis dengan enzim cairan rumen, maka masing-masing produk selanjutnya ditambahkan inokulum *L. mesenteroides* (dosis 10⁶/kg bahan) dengan cara disemprot secara berlapis sedikit demi sedikit. Bahan kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan dilakukan pemadatan untuk mencapai kondisi anaerob sebelum ditutup rapat dan diinkubasi selama 30 hari. Pengukuran suhu dilakukan saat pembongkaran silase dengan memasukkan termometer ke dalam wadah pembuatan silase sampai diperoleh suhu yang stabil. Aroma dan warna silase ditentukan secara organoleptik dan dianalisa secara deskriptif (Yusmadi, 2008). Peubah yang diukur, yaitu kualitas fisik (suhu, aroma dan warna), total sianida (APHA, 1992), kandungan bahan kering, protein, dan serat kasar (AOAC, 1990) serta pH (Apriyantono *et al.*, 1989).

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan acak lengkap (RAL) dengan 15 perlakuan dan 3 ulangan digunakan dalam penelitian ini. Perlakuan terdiri atas: 1) umbi (U), 2) daun (D), 3) kulit (K), 4) onggok (O), 5) umbi+daun (UD), 6) kulit+umbi (KU), 7) umbi+onggok (UO), 8) daun+kulit (DK), 9) onggok+daun (OD), 10) kulit+onggok (KO), 11) daun+umbi+kulit (DUK), 12) daun+umbi+onggok (DUO), 13) kulit+daun+onggok (KDO), 14) kulit+umbi+onggok (KUO), 15) kulit+daun+umbi+onggok (KDUO). Data dianalisa menggunakan ANOVA, selanjutnya uji Duncan dilakukan pada data yang menunjukkan perbedaan yang nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Fisik

Suhu silase BBS menunjukkan kisaran 26-30 °C. Levitel *et al.* (2009) menyatakan bahwa silase yang baik dapat dihasilkan pada suhu 30 °C, sementara itu Okine *et al.* (2005), menyatakan bahwa pembuatan silase pada suhu 25-37 °C akan menghasilkan kualitas yang sangat baik. Suhu yang terlalu tinggi selama proses ensilase dapat disebabkan oleh terdapatnya udara di dalam silo sebagai akibat pemadatan atau penutupan silo yang kurang padat. Sel-sel hijau yang masih hidup melakukan respirasi terus menerus selama tersedianya oksigen dalam silo dan menghasilkan CO₂, H₂O, dan panas (Levitel *et al.* (2009). Kondisi ini berdampak positif bagi *L. mesenteroides*, karena suhu 20-30 °C merupakan suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri *L. mesenteroides* (Kusmiati & Malik, 2002).

Aroma silase BBS menunjukkan aroma asam dan wangi fermentasi. Penambahan bakteri *L. mesenteroides* pada penelitian ini dapat memperbaiki aroma pada bahan pakan. Hemme & Scheunemann (2004) menyatakan bahwa *L. mesenteroides* mempunyai peranan penting dalam memperbaiki aroma dan tekstur suatu produk. Aroma silase perlakuan termasuk kedalam kriteria kualitas silase yang baik. Silase yang baik memiliki aroma asam dan wangi (Abdelhadi *et al.*, 2005). Ada empat kriteria penilaian aroma silase yaitu sangat wangi, wangi, asam, dan bau tidak sedap (Wilkins, 1988).

Warna silase mengalami perubahan yang berbeda-beda, mulai dari sedikit mengalami perubahan warna dan banyak mengalami perubahan warna. Perubahan warna silase perlakuan selain disebabkan oleh adanya pengaruh suhu selama proses ensilase, juga dipengaruhi oleh jenis bahan baku silase. Suhu yang tinggi selama proses ensilase dapat menyebabkan perubahan warna silase, sebagai akibat dari terjadinya reaksi Maillard yang berwarna kecoklatan (Gonzalez *et al.*, 2007). Gula dan asam amino bebas pada reaksi ini akan membentuk polimer yang nantinya akan terdeteksi sebagai fraksi serat (ADF) dan nitrogen tidak terlarut dalam deterjen asam (ADIN). Silase yang baik memiliki warna yang tidak jauh berbeda dengan warna bahan bakunya, memiliki pH rendah dan beraroma asam (Abdelhadi *et al.*, 2005), bertekstur lembut, tidak berjamur dan tidak berlendir (Ridla *et al.*, 2007).

Nilai pH, Kandungan Bahan Kering, dan Kehilangan Bahan Kering

Nilai pH pada kombinasi satu yang tertinggi pada perlakuan O (onggok) sebesar 4,47 dan menunjukkan hasil yang relatif sama dengan perlakuan D (daun), sedangkan yang terendah pada perlakuan K (kulit) sebesar 3,66. Nilai pH kombinasi dua yang tertinggi adalah pada perlakuan UO (umbi+onggok) sebesar 4,86 dan terendah pada perlakuan KO (kulit+onggok) sebesar 3,73. Kombinasi tiga dan empat yang tertinggi adalah perlakuan DUO (daun+umbi+onggok) sebesar 4,41 dan yang terendah adalah perlakuan DUK (daun+umbi+kulit) sebesar 3,92, namun memberi

hasil yang tidak berbeda dengan perlakuan KUO (kulit+umbi+onggok) dan KDO (kulit+daun+onggok) (Tabel 1).

Nilai pH yang berbeda dari masing-masing perlakuan silase BBS sangat terkait dengan pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) (10^5 - 10^7 cfu/g). Semakin banyak jumlah koloni BAL yang dihasilkan pada waktu ensilase, maka silase tersebut akan semakin stabil yang ditandai dengan penurunan pH. Hasil penelitian Kobawila *et al.* (2005) menunjukkan bahwa terjadi penurunan pH pada fermentasi umbi dan daun singkong sebagai akibat masih banyaknya aktivitas bakteri asam laktat *Lactobacillus* (73,3%) dan *Leuconostoc* (20%). Rezaei *et al.* (2009) menyatakan bahwa bakteri menggunakan karbohidrat mudah larut untuk menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat akan berkembang dengan baik selama proses ensilase sehingga keadaan ini akan menghambat proses respirasi, proteolisis dan mencegah aktifnya bakteri *Clostridia*. Semakin banyak asam laktat yang diproduksi, maka semakin cepat laju penurunan pH (Lopez, 2000). Selain itu, penambahan bakteri *L. mesenteroides* pada perlakuan akan mempercepat proses penurunan pH (Nusio, 2005) dan berperan pada awal

fermentasi serta mencegah pertumbuhan jamur (Levitel *et al.* 2009) sehingga diperoleh kualitas silase yang baik. Adesogan *et al.* (2003) melaporkan bahwa penggunaan bakteri *Lac. fermentum*, *L. mesenteroides* dan *Lac buchneri* pada silase bijian menghasilkan asam laktat berturut-turut sebesar 0,51%, 0,51% dan 0,45% pada pH 4,10.

Nilai pH silase merupakan salah satu indikator kualitas silase, terutama dalam kaitannya dengan daya simpan silase yang dihasilkan. Levitel *et al.* (2009) menyatakan bahwa nilai pH merupakan salah satu faktor penentu tingkat keberhasilan produk fermentasi. Berdasarkan pH, kualitas silase penelitian ini bervariasi, mulai dari kriteria baik sekali sampai buruk. Kriteria baik sekali ditunjukkan oleh perlakuan K, KU, DK, KO, DUK, KUO, KDO, KDUO dengan kisaran pH 3,66-4,07, kriteria baik ditunjukkan oleh perlakuan U, O, D, OD, UD, DUO dengan kisaran pH 4,22-4,47 dan kriteria buruk ditunjukkan oleh perlakuan UO dengan pH 4,86. Kriteria tersebut sesuai dengan Wilkins (1988) yang menyatakan bahwa kualitas silase dapat digolongkan menjadi empat kategori, yaitu baik sekali (pH 3,2-4,2), baik (pH 4,2-4,5), sedang (pH 4,5-4,8) dan buruk (pH >4,8). Okine *et al.* (2005) melaporkan bahwa kualitas silase yang baik memiliki pH 3,6.

Kandungan bahan kering pada kombinasi satu yang tertinggi adalah perlakuan U (umbi) sebesar 43,28% dan yang terendah adalah D (daun) sebesar 30,14%. Kombinasi dua kandungan bahan kering yang tertinggi ditunjukkan perlakuan UO (umbi+onggok) sebesar 41,66% dan yang terendah ditunjukkan perlakuan DK (daun+kulit) sebesar 34,86%, namun menunjukkan hasil yang relatif tidak berbeda dengan perlakuan UD (umbi+daun) dan KO (kulit+onggok). Kombinasi tiga dan empat kandungan bahan kering yang tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan KUO (kulit+umbi+onggok) sebesar 40,85% dan memberi hasil yang relatif tidak berbeda dengan perlakuan DUO (daun+umbi+onggok), sedangkan yang terendah perlakuan DUK (daun+umbi+kulit) sebesar 35,24% dan memberi hasil yang relatif tidak berbeda dengan perlakuan KDO (kulit+daun+onggok) (Tabel 1).

Kandungan bahan kering yang berbeda dari masing-masing silase perlakuan BBS disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme selama ensilase. Proses fermentasi terjadi melalui serangkaian reaksi biokimia yang mengubah bahan kering bahan menjadi energi (panas), molekul air (H_2O) dan CO_2 . Perubahan bahan kering dapat terjadi karena pertumbuhan mikroorganisme (bakteri asam laktat), proses dekomposisi substrat dan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terjadi akibat evaporasi, hidrolisis substrat atau produksi air metabolik (Gervais, 2008). Kadar air mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan dinamika yang terjadi selama proses ensilase karena air dibutuhkan untuk sintesis protoplasma mikroorganisme dan melarutkan senyawa organik.

Kandungan bahan kering silase yang dihasilkan dari perlakuan BBS berbeda-beda, yaitu berkisar 30,14%-43,28%. Ohmomo *et al.* (2002) menyatakan bahwa materi yang baik untuk pembuatan silase mempunyai kisaran kandungan bahan kering 35%-40%. Kandungan bahan kering yang kurang dari 35%, berakibat pada hasil si-

Tabel 1. Rataan pH, bahan kering (BK) dan kehilangan BK silase bahan baku singkong (BBS) dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Perlakuan	pH silase	BK silase (%)	Kehilangan BK (%)
Kombinasi satu			
U	4,22±0,01 ^d	43,28±0,51 ^a	1,37±0,88
O	4,47±0,08 ^b	38,08±0,55 ^e	2,30±0,14
K	3,66±0,03 ^h	31,94±0,38 ^s	1,20±1,12
D	4,46±0,08 ^b	30,14±0,67 ^h	2,45±0,07
Kombinasi dua			
KU	3,83±0,01 ^s	39,86±0,67 ^{cd}	1,72±0,53
UO	4,86±0,11 ^a	41,66±0,98 ^b	2,66±0,13
OD	4,45±0,04 ^{cd}	39,41±0,42 ^d	1,53±2,08
UD	4,35±0,02 ^c	35,71±1,99 ^f	1,56±1,13
DK	3,85±0,01 ^s	34,86±0,42 ^f	1,72±0,76
KO	3,73±1,65 ^h	35,88±0,38 ^f	1,53±0,65
Kombinasi tiga			
DUK	3,92±0,04 ^{fs}	35,24±0,17 ^f	1,50±1,08
KUO	3,97±0,01 ^{ef}	40,85±0,58 ^{bc}	1,90±0,04
DUO	4,41±0,14 ^{cd}	39,86±0,20 ^{cd}	1,42±0,93
KDO	3,89±0,04 ^{fs}	35,61±0,66 ^f	1,34±0,62
Kombinasi empat			
KDUO	4,07±0,01 ^e	38,76±0,79 ^{de}	1,54±0,52

Keterangan: U=umbi, O=onggok, K=kulit, D=daun, KU=kulit+umbi, UO=umbi+onggok, OD=onggok+daun, UD=umbi+daun, DK=daun+kulit, KO=kulit+onggok, DUK=daun+umbi+kulit, KUO=kulit+umbi+onggok, DUO=daun+umbi+onggok, KDO=kulit+daun+onggok, KDUO=kulit+daun+umbi+onggok. Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

lase yang terlalu asam dan silase akan kelihatan berair. Cairan dalam silase yang keluar selama proses fermentasi akan mengakibatkan penurunan kandungan nutrisi silase. Bahan baku dengan kadar bahan kering lebih dari 40% akan menghasilkan silase yang kurang baik, seperti berjamur akibat pemadatan yang kurang sempurna dan terdapatnya oksigen dalam silo. Hu *et al.* (2009) menyatakan bahwa silase berkualitas baik mengandung 33% bahan kering dan dalam kondisi ini pertumbuhan *Clostridia* sudah dapat ditekan. Semakin basah hijauan pada saat pembuatan silase, maka semakin banyak panas yang dikeluarkan dan semakin cepat kehilangan bahan kering. Kehilangan bahan kering pada penelitian ini berkisar 1,20%–2,66%. Hasil penelitian Yahaya *et al.* (2002) menyatakan bahwa kehilangan bahan kering pada silase yang mendapatkan penambahan bakteri atau inokulan berkisar 2%-3%.

Perubahan Sianida, Serat Kasar, dan Protein Silase

Perubahan penurunan kandungan sianida tertinggi terjadi pada perlakuan kombinasi satu, yaitu umbi (U) sebesar 96,50%, sedangkan yang terendah pada perlakuan daun (D) sebesar 86,90%. Perlakuan pada kombinasi dua, kombinasi tiga dan kombinasi empat menunjukkan perubahan penurunan kandungan sianida yang relatif tidak berbeda (Tabel 2).

Penurunan sianida pada silase BBS terjadi karena adanya aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat terutama *L. mesenteroides*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim β -glukosidase sebesar 0,21 IU. Selain itu, saat pembuatan silase proses pemotongan dan pelayuan sangat membantu dalam penurunan sianida, karena sianida dalam bentuk sianogen dalam struktur sel tanaman akan terganggu. Hasil penelitian Achi & Akomas (2006) menunjukkan bahwa bakteri asam laktat berperan dalam proses penurunan sianida. Selama proses ensilase kandungan linamarin akan dipecah oleh enzim β -glukosidase dan hidrosinitriase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yang ditambahkan selama fermentasi, sehingga dapat melepaskan sianida. Diduga sianida berikatan dengan gugus karbonil dari heksosa yang dihasilkan dalam pemecahan pati dan membentuk siahidrin. Kadar sianida akan turun karena adanya aktivitas bakteri yang memecah heksosa menjadi asam, sehingga heksosa tersebut tidak lagi berperan sebagai pengikat. Okafor (2003) menjelaskan bahwa β -glukosidase juga berperan dalam proses hidrolisis glukosida sianogenik. Glukosida sianogenik dalam bentuk linamarin akan dihidrolisis oleh enzim β -glukosidase dan membentuk B-D glukopironase dan aseton sinohidrin. Selanjutnya sianohidrin dengan bantuan enzim hidrosinitril liase akan diubah menjadi aseton dan sianida (Conn, 2008). Semakin tinggi aktivitas β -glukosidase yang dihasilkan oleh bakteri *L. mesenteroides* maka semakin sedikit sianida bebas yang dihasilkan untuk proses detoksifikasi (Gueguen *et al.*, 1997).

Penurunan sianida pada masing-masing perlakuan BBS bervariasi dari 86,79%–96,50% (Tabel 2). Ngo Van Man & Hans (2002) melaporkan bahwa terjadi penu-

runan sianida sampai 68% pada perlakuan silase daun singkong yang dilayukan terlebih dahulu dan dilakukan penyimpanan selama 56 hari. Hasil penelitian Achi & Akomas (2006) menunjukkan bahwa umbi singkong fermentasi yang sebelumnya direndam air terlebih dahulu dapat menurunkan kandungan sianida 85,5% lebih tinggi dibandingkan umbi singkong yang difermentasi secara tradisional yang hanya menurunkan sianida 79,7%. Perbedaan kandungan sianida pada perlakuan BBS disebabkan karena jumlah dan jenis bakteri asam laktat yang berbeda dalam menghasilkan enzim β -glukosidase pada waktu ensilase. Jenis bakteri asam laktat pada fermentasi umbi dan daun singkong adalah *L. lactis*, *L. mesenteroides*, *L. plantarum*, *Lactobacillus sp* yang mempunyai aktivitas enzim β -glukosidase berturut-turut 6,28, 25,18, 3,08 dan $1,22 \times 10^{-4}$ μ M/ml/mn (Kobawila *et al.*, 2005). Perlakuan U memiliki penurunan sianida paling tinggi, tetapi pada perlakuan O, D, KU paling rendah. Tinggi rendahnya penurunan kandungan sianida sangat terkait dengan kandungan karbohidrat mudah larut dari suatu bahan. Semakin banyak karbohidrat mudah larut, maka semakin banyak bakteri memanfaatkan nutrisi tersebut, sehingga jumlah dan jenis bakteri yang dihasilkan juga relatif banyak, namun sebaliknya

Tabel 2. Rataan perubahan dan kandungan sianida, serat kasar dan protein silase bahan baku singkong (BBS) dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* (%)

Perlakuan	Sianida	Protein	Serat kasar
Kombinasi satu			
U	96,50 \pm 2,01 ^a	1,35 \pm 1,19 ^{de}	5,05 \pm 0,66 ^a
O	86,43 \pm 2,14 ^c	-1,92 \pm 0,70 ^f	3,66 \pm 0,60 ^b
K	90,43 \pm 2,32 ^{bc}	1,99 \pm 0,26 ^{abcde}	1,17 \pm 0,32 ^{cd}
D	86,89 \pm 1,48 ^c	1,18 \pm 0,14 ^e	0,79 \pm 0,45 ^d
Kombinasi dua			
KU	89,18 \pm 0,88 ^{bc}	1,50 \pm 0,45 ^{bcde}	3,11 \pm 1,35 ^b
UO	86,93 \pm 0,99 ^c	-2,68 \pm 0,19 ^g	2,09 \pm 1,03 ^c
OD	87,72 \pm 2,65 ^{bc}	1,46 \pm 0,27 ^{bcd}	0,89 \pm 0,07 ^d
UD	88,89 \pm 1,62 ^{bc}	1,23 \pm 0,58 ^{de}	1,41 \pm 0,46 ^{cd}
DK	87,73 \pm 1,31 ^{bc}	1,61 \pm 0,16 ^{abcde}	0,88 \pm 0,52 ^d
KO	88,97 \pm 1,79 ^{bc}	2,05 \pm 0,24 ^{abcd}	0,94 \pm 0,34 ^d
Kombinasi tiga			
DUK	89,28 \pm 3,40 ^{bc}	2,22 \pm 0,13 ^{abc}	1,22 \pm 0,47 ^{cd}
KUO	89,68 \pm 2,82 ^{bc}	1,67 \pm 0,40 ^{abcde}	1,55 \pm 0,19 ^{cd}
DUO	90,83 \pm 0,63 ^b	1,22 \pm 0,41 ^{de}	0,78 \pm 0,07 ^d
KDO	88,24 \pm 3,40 ^{bc}	2,32 \pm 0,24 ^{ab}	1,12 \pm 0,26 ^{cd}
Kombinasi empat			
KDUO	87,91 \pm 1,40 ^{bc}	2,39 \pm 0,18 ^a	1,05 \pm 0,42 ^{cd}

Keterangan: U=umbi, O=onggok, K=kulit, D=daun, KU=kulit+umbi, UO=umbi+onggok, OD=onggok+daun, UD=umbi+daun, DK=daun+kulit, KO=kulit+onggok, DUK=daun+umbi+kulit, KUO=kulit+umbi+onggok, DUO=daun+umbi+onggok, KDO=kulit+daun+onggok, KDUO=kulit+daun+umbi+onggok. Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

dengan perlakuan O, D dan KU kandungan karbohidrat yang mudah larut lebih rendah dibandingkan perlakuan U.

Perubahan penurunan kandungan serat kasar yang tertinggi pada perlakuan kombinasi satu ditunjukkan oleh bahan umbi (U) sebesar 5,05%, sedangkan yang terendah ditunjukkan oleh perlakuan daun (D) sebesar 0,79%. Perubahan penurunan yang tinggi pada kombinasi dua ditunjukkan oleh perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 2,09% dan yang rendah perlakuan daun+kulit (DK) sebesar 0,88%. Kombinasi tiga dan empat mengalami perubahan penurunan yang relatif tidak berbeda (Tabel 2).

Penurunan kandungan serat terjadi karena penambahan enzim cairan rumen sebelum terjadinya proses ensilase. Semakin efektif aktivitas enzim menghidrolisis fraksi serat, semakin banyak senyawa yang lebih mudah dicerna, sehingga kandungan serat kasar turun. Sobowale *et al.* (2007) menyatakan bahwa penambahan bakteri asam laktat (*L. plantarum*) pada umbi singkong mampu menurunkan kandungan serat kasar selama fermentasi. Penambahan bakteri *L. mesenteroides* pada BBS akan berdampak positif dalam mempercepat proses fermentasi. Penambahan inokulum ini menyebabkan pertumbuhan bakteri pada substrat semakin banyak, sehingga aktivitas enzim juga meningkat dalam mengurai komponen serat menjadi molekul yang lebih sederhana. Ratnakomala *et al.* (2006) menyatakan bahwa penambahan inokulum akan semakin mempercepat proses fermentasi dan semakin banyak substrat yang didegradasi. Hasil penelitian ini perlakuan ini menunjukkan bahwa DUO (daun+umbi+onggok) memiliki penurunan kandungan serat kasar yang lebih rendah dibandingkan pada perlakuan U (umbi). Tinggi rendahnya penurunan kandungan serat kasar erat terkaitnya dengan dengan komponen penyusun serat kasar terutama kandungan lignin. Lignin yang tinggi akan mengakibatkan sulitnya mikroorganisme (bakteri) mendegradasi bahan, sehingga perubahan penurunan serat kasar menjadi rendah. Daun mengandung 25,40% lignin, 22,6% selulosa dan 13,3% hemiselulosa (Oni *et al.*, 2010), kulit mengandung 7,2% lignin, 13,8% selulosa dan 11% hemiselulosa (Aregheore, 2000), sedangkan umbi mengandung 10% selulosa dan 11% hemiselulosa (Oso *et al.*, 2010) serta tidak mengandung lignin (Kozloski *et al.*, 2006).

Perubahan kandungan protein kasar yang tertinggi pada kombinasi satu terjadi pada perlakuan kulit (K) sebesar 1,99%, sedangkan yang terendah pada perlakuan onggok (O) sebesar -1,92%. Perubahan protein kasar pada kombinasi dua yang tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan DK (daun+kulit) sebesar 1,61%, dan yang terendah oleh perlakuan UO (umbi+onggok) sebesar -2,68%. Perlakuan kombinasi tiga dan kombinasi empat yang memiliki perubahan protein tertinggi adalah perlakuan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok) sebesar 2,39% dan yang terendah KUO (kulit+umbi+onggok) sebesar 1,67% (Tabel 2).

Penurunan protein kasar terjadi pada perlakuan silase O (onggok) dan UO (umbi+onggok). Hal ini diduga karena pemadatan yang kurang sempurna sehingga diduga bakteri *Clostridia* proteolitik berkembang dan melakukan perombakan protein menjadi NH_3 , H_2O ,

dan CO_2 (Santoso & Hariadi, 2008). Hidrolisis protein amonia terjadi pada awal proses ensilase oleh enzim protease protein hijauan menjadi asam amino, kemudian menjadi amonia dan amina. Laju kecepatan pengukuran protein ini (proteolisis), sangat bergantung pada laju penurunan pH. Nilai pH yang turun pada awal ensilase sangat bermanfaat untuk mencegah perombakan protein hijauan. Aktivitas protease optimal pada pH 4-7 tergantung kepada materi yang digunakan (Slotner & Bertilsson, 2006). Proses proteolisis terjadi selama pembuatan silase apabila tingkat keasaman belum tercapai (Sun *et al.*, 2009). Givens & Rulquin (2004) menyatakan bahwa kandungan protein kasar mengalami penurunan dari 0,8%-0,6% pada awal proses ensilase. Peningkatan kandungan protein pada perlakuan silase BBS lainnya dipengaruhi oleh adanya sumbangan dari cairan rumen dan bakteri *L. mesenteroides* pada proses fermentasi. Kandungan protein dari penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *L. mesenteroides* adalah berturut-turut 31,02% dan 31,51%.

KESIMPULAN

Penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada silase berbahan baku singkong mampu menurunkan kandungan serat kasar dan sianida pada umbi, serta meningkatkan protein pada KDUO (kulit+daun+umbi +onggok).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional RI atas dana penelitian yang diberikan melalui Program Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhadi, L. O., F. J. Santini, & G. A. Gagliostro. 2005. Corn silage of high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pasture; effects on performance ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 63-78.
- Achi, O. K. & N. S. Akomas. 2006. Comparative assessment of fermentation techniques in the processing of fufu, a traditional fermented cassava product. *Pak. J. Nutr.* 5: 224-229.
- Adesogan, A. T., M. B. Salawu, A. B. Ross, D. R. Davies, & A. E. Brooks. 2003. Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a chemical additive on the fermentation, aerobic stability, and nutritive value of crimped wheat grains. *J. Dairy Sci.* 86: 1789-1796.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist. 15th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA.
- APHA. 1992. Cyanide Extraction Prosedure for Solid and Oils. The Methode for Evaluaty Solid Waste Physical/Chemical Methods. 3rd ed. Washington, DC. US Enviromental Protection Agency.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz., N. L. Puspitasari, Sedarnawati, & S. Budiyanto. 1989. Analisa Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas, Institut

- Pertanian Bogor, Bogor.
- Aregheore, E. M.** 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants *in vivo* and *in vitro* digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85: 99-109.
- Conn, E. E.** 2008. Our work with cyanogenic plants. *Ann. Rev. Plant Biol.* 59: 1-19.
- Gervais, P.** 2008. Water relations in solid state fermentation. In: A. Pandey, C. R. Soccol, & C. Larroche (Eds). *Current Developments in Solid-state Fermentation*. Asiatech Publisher Inc., New Delhi.
- Givens, D. I. & H. Rulguin.** 2004. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage based diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114: 1-18.
- Gonzalez, J., J. Faria-M'armol, C. A. Rodriguez, & A. Mart'inez.** 2007. Effects of ensiling on ruminal degradability and intestinal digestibility of Italian rye-grass. *Anim. Feed Sci. Technol.* 136: 38-50.
- Gueguen, Y., P. Chemardin, P. Labrot, A. Arnaud, & P. Galzy.** 1997. Purification and characterization from a new strain of *Leuconostoc mesenteroides* isolated from cassava. *J. Appl. Microbiol.* 82: 469-476.
- Hemme, D. & C. F. Scheunemann.** 2004. *Leuconostoc* characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *Int. Dairy J.* 14: 467-494.
- Hu, W., R. J. Schmidt, E. E. McDonell, C. M. Klingerman, & L. Kung Jr.** 2009. The effect of *Lactobacillus buchmeri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *J. Dairy Sci.* 92: 3907-3914.
- Kobawila, S. C., D. Louembe, S. Keleke, J. Hounhouigan, & G. Gamba.** 2005. Reduction of the cyanide during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba, two food products from Kongo. *Afr. J. Biotechnol.* 4: 689-696.
- Kozloski, G. V., D. P. Netto, L. M. B. Sanchez, L. D. Lima, R. L. C. Junior, G. Florentini, & C. J. Harter.** 2006. Nutritional value of diets based on a low-quality grass hay supplemented or not with urea and levels of cassava meal. *Afr. J. Agr. Res.* 1: 033-046.
- Kusmiati & A. Malik.** 2002. Aktivitas bakteriosin dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* Pbacl pada berbagai media. *Makara Kesehatan* 6:1-7.
- Lamid, M., S. Chuzaemi, N. N. T. Puspaningsih, & Kusmartono.** 2006. Inokulasi bakteri xilanolitik asal rumen sebagai upaya peningkatan nilai nutrisi jerami padi. *J. Protein.* 14: 122-128.
- Levitel, T., A. F. Mustafaa, P. Seguin, & G. Lefebvre.** 2009. Effects of a propionic acid-based additive on short-term ensiling characteristics of whole plant maize and on dairy cow performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 152: 21-32.
- Lopez, J.** 2000. Probiotic in animal nutrition. *Asian-australas. J. Anim. Sci.* 13:12-26.
- Ngo Van Man & W. Hans.** 2002. Effect of molasses on nutrition quality of cassava and *gliricidia* top silage. *Asian-australas. J. Anim. Sci.* 15: 1294-1299.
- Nusio, L. G.** 2005. Silage Production from Tropical Forages. In: R. S. Park & M. D. Stronge (Eds.) *Silage Production and Utilization*. Wageningen Academic Publ., the Netherlands. p 97-107.
- Ohmomo, S., O. Tanaka, H. K. Kitamoto, & Y. Cai.** 2002. Silage and microbial performance, old story but new problem. *JARQ.* 36: 57-71.
- Okafor, P. N.** 2003. Determination of the hydrolytic activity of *Achatina achatina* β -glucosidase toward some cyanogenic glycosides of some tropical plants. *J. Microbial Biotechnol.* 327-338.
- Okine, A., M. Hanada, Y. Aibibula, & M. Okamoto.** 2005. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 121: 329-343.
- Oni, A. O., O. M. Arigbede, O. O. Oni, C. F. I. Onwuka, U. Y. Anele, B. O. Oduguwa, & K. O. Yusuf.** 2010. Effects of feeding different levels of dried cassava leaves (*Manihot esculenta*, Crantz) based concentrates with *Panicum maximum* basal on the performance of growing West African dwarf goats. *Livestock Science*. Article in press. doi:10.1016/j.livsci.2009.12.007.
- Oso, A. O., O. O. A. M. Bamgbose, & D. Eruvbetine.** 2010. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta*) root meal in diets of weaner rabbits. *Liv. Sci.* 127: 192-196.
- Pantaya, D.** 2003. Kualitas ransum hasil pengolahan steam peleting berbasis wheat pollard yang mendapat perlakuan enzim cairan rumen pada broiler. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purnomohadi, M.** 2006. Peranan bakteri selulolitik cairan rumen pada fermentasi jerami padi terhadap mutu pakan. *J. Protein.* 3: 108-114.
- Ratnakomala, S., R. Ridwan, G. Kartina, & Y. Widyatuti.** 2006. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* !A-2 dan 1BL-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Biodivertas.* 7: 131-134.
- Ridla, M., N. Ramli, L. Abdullah, & T. Toharmat.** 2007. Milk yield quality and safety of dairy cattle fed silage composed of organic components of garbage. *J. Ferment. Bioeng.* 77: 572-574.
- Rezaei, J., Y. Rouzbehan, & H. Fazaeli.** 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151: 153-160.
- Santoso, B. & B. Tj. Hariadi.** 2008. Komposisi kimia, degradasi nutrisi dan produksi gas metana *in vitro* rumput tropik yang diawetkan dengan metode silase dan hay. *Med Pet.* 31: 128-137.
- Slottner, D. & J. Bertilsson.** 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 127: 101-111.
- Sobowale, A. O., T. O. Olurin, & O. B. Oyewole.** 2007. Effect of lactic acid bacteria starter culture fermentation of cassava on chemical and sensory characteristics of fufu flour. *Afr J. Biotech.* 16: 1954-1958.
- Sun, Z. H., S. M. Liu, G. O. Tayo, S. X. Tang, Z. L. Tan, B. Lin, Z. X. He, X. F. Hang, Z. S. Zhou & M. Wang.** 2009. Effect of cellulase or lactic acid bacteria on silage fermentation and *in vitro* gas production of several morphological fraction of maize stover. *Anim. Feed Sci. Technol.* 152: 219-231.
- Wilkins, R. J.** 1988. The Preservation of Forage In: E. R. Orskov (Ed.). *Feed science*. Elsevier Science Publisher BV, Amsterdam.
- Yahaya, M. S., M. Kawai, J. Takahashi, & S. Matsuoka.** 2002. The effect of different moisture contents at ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of orchard grass. *Anim. Feed Sci. Technol.* 101: 127-133.
- Yusmadi.** 2008. Kajian mutu dan palatabilitas silase dan hay ransum komplit berbasis sampah organik primer pada kambing peranakan etawah. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.