

Fermentasi Silase dan Manfaat Probiotik Silase bagi Ruminansia

Silage Fermentation and Probiotics Benefit of Silage to the Ruminants

Review

Y. Widyastuti *

Pusat Penelitian Bioteknologi –LIPI
Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong 16911
(Diterima 03-03-2008; disetujui 05-09-2008)

ABSTRACT

Forage conservation has long been a part of the agricultural scene in some countries in the world. Ensilage is a preservation method for moist forages that is based on natural lactic acid fermentation under anaerobic conditions. There are six phases which occur during ensilage, storage and feed-out of the fermented forages. The technology of silage making is not popular in Indonesia, although ensilage may successfully occurs in tropical area including Indonesia. The reason may be due to limited information available regarding ensilage for the farmers. This review covered silage fermentation process and probiotics effect of feeding silage to the ruminants. The role of lactic acid bacteria is very important both from the preservation and antimicrobial points of view.

Key words: lactic acid bacteria, fermentation, silage, probiotics

PENDAHULUAN

Masalah kesulitan penyediaan pakan hijauan segar sudah lama dirasakan para peternak di Indonesia, khususnya di daerah yang musim kemaraunya panjang. Pengaruh kondisi ini terhadap produktivitas ternak, dapat terlihat dari lambatnya pertambahan berat badan atau adanya gangguan reproduksi. Secara umum produktivitas ternak sangat tergantung pada ketersediaan pakan, dengan demikian pakan harus tersedia cukup sepanjang tahun. Selain itu, kualitas pakan juga perlu mendapat perhatian yang tidak kalah pentingnya. Pakan

ruminansia yang utama berupa serat biasanya dicukupi dari hijauan berupa rumput atau hijauan lain sebagai penggantinya. Serat dalam ransum sangat diperlukan untuk menjamin berlangsungnya pencernaan yang alami (Schroeder, 2004).

Teknologi pengawetan hijauan yang disebut silase telah lama diterapkan dan terus dikembangkan sampai sekarang. Saat ini silase tetap menjadi andalan pakan di musim dingin di negara-negara yang mengalaminya. Secara umum teknologi ini belum banyak diadopsi di daerah tropis, disebabkan kurangnya pemahaman dan sosialisasi mengenai proses fermentasi silase atau ensilase dari peneliti ke peternak (Mannetje, 1999). Walaupun demikian banyak informasi tentang keberhasilan pembuatan silase tanaman tropis dari Australia (Tjandraatmadja *et al.*, 1994; Kaiser & Piltz,

* Korespondensi:

Jalan Raya Bogor Km 46 Cibinong 16911
E-mail: yantyatiwidyastuti@yahoo.com

2002) yang dapat dipelajari dan dipahami. Pemahaman ini diperlukan untuk menerapkan pembuatan silase di Indonesia. Silase diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan kekurangan rumput yang sekaligus menjamin adanya hijauan sepanjang tahun sehingga akan memperbaiki produktivitas ternak. Bahkan, akhir-akhir ini diketahui bahwa pemberian silase pada sapi memberikan keuntungan efek probiotik (Weinberg *et al.*, 2004). Hal ini dimungkinkan karena bakteri asam laktat (BAL) yang memegang peran utama pada fermentasi silase, akan tetap hidup selama penyimpanan sampai pada waktu silase dikonsumsi ternak.

FERMENTASI SILASE

Prinsip pembuatan silase adalah fermentasi hijauan oleh bakteri yang menghasilkan asam secara anaerob (Moran, 2005). Sebagian bakteri pada proses tersebut memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana. Sebagian lagi bakteri menggunakan gula sederhana tersebut menjadi asam asetat, laktat atau butirat. Proses fermentasi yang sempurna harus menghasilkan asam laktat sebagai produk utamanya, karena asam laktat yang dihasilkan akan berperan sebagai pengawet pada silase yang akan menghindarkan hijauan dari kerusakan atau serangan mikroorganisme pembusuk. Bagi ternak yang mengkonsumsi silase, asam laktat yang terkandung dalam silase akan digunakan sebagai sumber energi.

Hal yang perlu diperhatikan pada proses fermentasi silase adalah mengupayakan secepat mungkin produksi asam sehingga akan semakin sedikit kehilangan nutrisi yang terkandung pada hijauan yang dibuat silase, karena pada saat pembentukan asam ini terjadi kehilangan BK hijauan. BAL sangat diperlukan untuk menjamin keberhasilan pembuatan silase. Secara alami pada hijauan terdapat BAL yang hidup sebagai bakteri epifit, tetapi jumlahnya tidak dapat dipastikan mencukupi untuk mengendalikan proses fermentasi yang akan berlangsung. Oleh karena itu, untuk menghindarkan kegagalan fermentasi sangat dianjurkan untuk melakukan penambahan

inokulan BAL agar fermentasi berlangsung dengan sempurna.

Inokulan BAL merupakan bahan aditif yang paling populer diantara bahan aditif yang biasa dipakai karena kemampuannya yang cepat menghasilkan asam organik terutama asam laktat (Bolsen *et al.*, 1995). Penggunaan inokulan BAL dimaksudkan untuk menyempurnakan proses fermentasi silase dan menjaga kualitas nutrisi hijauan (Henderson, 1993) dan meningkatkan produktivitas ternak (Weinberg & Muck, 1996). Kebanyakan inokulan mengandung BAL homofermentatif, seperti Ecosyl, Agri-King dan beberapa produk Pioneer, yaitu yang menghasilkan asam laktat saja selama fermentasi berlangsung.

Lactobacillus plantarum, *Enterococcus faecium* dan *Pediococcus* spp. menempati urutan teratas dalam pemakaian sebagai inokulan karena sangat efisien dalam menggunakan karbohidrat terlarut pada hijauan dan menghasilkan asam laktat sehingga cepat menurunkan pH. BAL heterofermentatif mulai banyak digunakan sebagai inokulan karena efektif untuk menekan pertumbuhan kapang dan khamir (Weinberg & Muck, 1996). *Lactobacillus buchneri* yang heterofermentatif dapat menghasilkan asam asetat dalam konsentrasi yang tinggi sehingga sesuai untuk upaya tersebut. Selain itu, *L. buchneri* dapat memperbaiki stabilitas aerobik silase, terutama pada saat dilakukan pemanenan (Driehuis *et al.*, 2001; Filya, 2003; Muck, 2002).

Karakter BAL yang perlu diketahui dalam kaitannya sebagai inokulan adalah bersifat fakultatif anaerob, artinya dapat hidup baik dengan maupun tanpa adanya oksigen. Dapat dikatakan BAL fleksibel terhadap oksigen. Walaupun demikian, untuk fermentasi silase harus dicapai suasana anaerob sehingga adanya oksigen dapat dianggap sebagai racun dan penyebab kegagalan. Oksigen harus disingkirkan sesegera mungkin untuk mencapai fermentasi yang optimum. Proses fermentasi diawali dengan menghilangkan oksigen atau membuat suasana anaerob melalui pengepakan secara rapat. Saat suasana anaerob tercapai, bakteri yang jumlahnya sedikit mulai berkem-

bang dan mengkonversi karbohidrat tanaman menjadi asam, CO₂ dan panas (Pioneer, 2004). Proses fermentasi silase memakan waktu sedikitnya 21 hari untuk mencapai hasil yang optimal dan terbagi atas 6 tahapan sebagai berikut (Schroeder, 2004)

1. Fase pertama

Respirasi aerobik baik hijauan maupun bakteri aerob yang menempel pada hijauan berlangsung pada fase ini. Proses respirasi yang terjadi pada fase ini menghasilkan air dan panas. Keadaan ini tidak dikehendaki karena bakteri aerob menggunakan karbohidrat terlarut sehingga akan terjadi persaingan dengan BAL, karena BAL akan bertanggung jawab untuk proses fermentasi anaerob selanjutnya. Peristiwa penting yang terjadi adalah proteolisis atau pemecahan protein hijauan yang mencapai sekitar 50% protein hijauan menjadi asam-asam amino, amoniak dan amina. Aktivitas enzim yang bekerja pada proses proteolisis ini akan menurun dan berhenti seiring dengan suasana yang mulai asam. Fase ini sedapat mungkin harus dilalui secepatnya.

2. Fase kedua

Fase ini dimulai ketika semua oksigen sudah habis dipakai oleh bakteri aerob. Bakteri asam asetat mulai tumbuh menggunakan karbohidrat terlarut dan menghasilkan asam asetat yang berguna menekan kapang dan khamir pada awal fermentasi. Bakteri asam asetat akan bertahan sampai pH sekitar 5 dan setelah itu mulai menurun jumlahnya. Hal ini merupakan pertanda berakhirnya fase kedua yang biasanya berlangsung antara 1-3 hari.

3. Fase ketiga

Kehidupan bakteri asam asetat pada fase ini tidak sesuai lagi dengan keadaan yang asam dan anaerob, maka jumlahnya mulai menurun dan digantikan BAL yang mulai tumbuh dan menghasilkan asam laktat.

4. Fase keempat

Seiring dengan pertumbuhan BAL yang meningkat, maka produksi asam laktat meningkat pula pada fase ini. Asam laktat sangat diharapkan pada fermentasi silase untuk menjamin preservasi hijauan yang

efisien dan harus mencapai lebih dari 60% dari total asam-asam organik yang diproduksi. Fase ini merupakan fase yang terlama (4-21 hari) dalam proses fermentasi silase dan berlangsung terus sampai kondisi asam benar-benar tercapai dan mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Hijauan sudah dalam keadaan diawetkan pada kondisi tersebut.

5. Fase kelima

Fase ini lebih pada evaluasi keberhasilan pembuatan silase. Pengamatan pH yang dicapai pada waktu pembuatan silase bukan satu-satunya indikator kualitas silase atau tipe fermentasi yang terjadi. Adakalanya hijauan dengan kadar air yang lebih dari 70% menghasilkan fermentasi yang berbeda. Adanya pertumbuhan *Clostridium* sp. yang menghasilkan asam butirik membuat kualitas silase yang dihasilkan berbeda.

6. Fase keenam

Fase ini sangat penting untuk mempertahankan kualitas silase yang dihasilkan, karena pembukaan silo (tempat pembuatan silase) akan menyebabkan terjadinya kontak dengan udara yang memungkinkan pertumbuhan kapang dan khamir. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan BK silase yang cukup tinggi. Sangat diperlukan strategi untuk mempertahankan kondisi anaerob dan menghindari kerugian akibat kerusakan silase.

MANFAAT PROBIOTIK SILASE

Probiotik adalah pakan tambahan berupa mikroorganisme yang dapat memberikan pengaruh menguntungkan dengan cara mempertahankan dan memperbaiki keseimbangan mikroorganisme di dalam saluran pencernaan. Probiotik termasuk dalam kategori pakan fungsional karena memberikan pengaruh kesehatan pada inangnya (Roberfroid, 2000). Persyaratan utama mikroorganisme probiotik adalah bertahan hidup pada saluran pencernaan. Karakter BAL yang fakultatif anaerobik sangat cocok sebagai probiotik karena mampu hidup di saluran pencernaan dan memberikan pengaruh positif pada ternak. BAL pada manusia dapat

Tabel 1. Kerentanan BAL terhadap pemakaian antibiotik MIC ($\mu\text{g ml}^{-1}$)

Bakteri	Golongan ionofor				Golongan non ionofor			
	a	b	nara	salino	avo	thio	tylo	virgi
<i>B. boum</i>	1,50	-	-	-	1,50	0,19	0,38	0,38
<i>B. globosum</i>	1,50	-	-	-	0,75	0,19	0,19	0,75
<i>E. cellulosolvens</i>	0,09	0,75	0,19	0,75	3,00	12,00	1,50	1,50
<i>E. ruminantium</i>	0,38	1,50	0,75	1,50	0,75	0,75	3,00	1,50
<i>L. multiparis</i>	0,75	0,75	0,38	0,75	1,50	3,00	3,00	1,50
<i>L. ruminis</i>	0,75	12,00	1,50	1,50	3,00	0,09	6,00	1,50
<i>L. vitulinus</i>	3,00	12,00	3,00	3,00	6,00	1,50	6,00	1,50
<i>S. ruminantium</i> D	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. ruminantium</i> HD1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. bovis</i> 7H4	1,50	1,50	1,50	0,75	12,00	0,09	12,00	3,00
<i>S. bovis</i> JB1	0,75	0,19	0,38	0,75	6,00	0,38	12,00	0,75

Keterangan: a dan b masing-masing RO22-69/004 dan RO21 6447/009 dari Hoffman La Roche Inc., nara: narsin, salino: salinomycin, avo: avoparcin, thio: thiopeptin, tylo: tylosin dan virgi: virginiamycin. MIC: konsentrasi terendah dari suatu antibiotik yang efektif terhadap mikroorganisme yang diuji, dinyatakan sebagai $\mu\text{g mL}^{-1}$.

mencapai saluran pencernaan diantaranya melalui konsumsi susu fermentasi, keju dan terasi. Produk probiotik mengandung BAL di dalamnya terbukti mengandung antimikroba (Indriati *et al.*, 2000; Savadogo *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2005).

Pemberian silase pada ternak memberikan peluang BAL sampai pada rumen dan memberikan efek probiotik. Antibiotik sampai dengan era tahun 1980an banyak digunakan baik untuk tujuan pengobatan maupun meningkatkan produktivitas ternak, kemudian disadari bahwa antibiotik menimbulkan kerentanan bakteri patogen sehingga tujuan pengobatan tidak efektif lagi. Sejak adanya larangan pemakaian antibiotik pada ternak, probiotik berperan sebagai alternatif antibiotik karena sifat alaminya. Kerentanan bakteri rumen penghasil asam laktat dicobakan pada berbagai antibiotik (Nagaraja & Taylor, 1987). Penentuan *minimum inhibitory concentration* (MIC) dilakukan dengan menggunakan berbagai antibiotik dengan konsentrasi 0,09-48,0 $\mu\text{g mL}^{-1}$ terhadap *Bifidobacterium boum*, *Bifidobacterium globosum*, *Eubacteria cellulosolvens*, *Eubacterium ruminantium*, *Lachnospira multiparis*, *Lacto-*

bacillus ruminis, *Lactobacillus vitulinus*, *Selenomonas ruminantium* dan *Streptococcus bovis*. Semuanya terlihat sangat rentan terhadap antibiotik, kecuali *Selenomonas ruminantium* (Tabel 1).

BAL pada Rumen

Populasi mikroba di dalam rumen mulai berkembang setelah terjadi perubahan konsumsi pakan pada ternak. Jumlah BAL pada ternak muda, kurang lebih 10^6 CFU (*colony forming unit*) mL^{-1} lebih tinggi dibanding pada ternak dewasa karena adanya perubahan jenis pakan yang dikonsumsi. Keberadaan BAL di dalam rumen sangat berkaitan dengan 2 hal, yaitu masalah asidosis yang disebabkan oleh konsumsi konsentrat yang berlebihan dan dugaan efek probiotik yang ditimbulkan BAL (Stewart, 1992). Sejak diketahui adanya dugaan tersebut, maka upaya memasukkan BAL ke dalam rumen banyak dilakukan diikuti dengan pembuktian efek probiotiknya.

Penelitian Weinberg *et al.* (2003) secara sederhana menunjukkan ketahanan berbagai inokulan BAL yang diinkubasikan pada cairan

Tabel 2. Nilai pH dan populasi BAL pada rumen setelah inkubasi selama 72 jam

Eksperimen	Peubah		
	Glukosa (g l ⁻¹)	pH	BAL (log ₁₀ CFU ml ⁻¹)
1	0	5,39-5,47	6,3-6,8
	5	5,18-5,25	7,1-7,3
2	0	5,41-5,50	6,0-7,4
	5	5,14-5,27	6,6-7,4

Keterangan: sumber=Weinberg *et al.* (2003); eksperimen 1 menggunakan 5 macam inokulan komersial, eksperimen 2 menggunakan 7 macam inokulan komersial.

rumen selama 72 jam (Tabel 2). Penambahan glukosa terlihat menunjang kehidupan BAL. Eksperimen 1 dan 2 masing-masing menggunakan 5 dan 7 macam inokulan komersial.

Silase dengan berbagai inokulan komersial yang diinkubasikan pada cairan rumen secara *in vitro* selama 48 jam menunjukkan adanya in-

teraksi BAL dari silase dengan mikroorganisme rumen dan menghasilkan VFA. Konsentrasi asam laktat menjadi sangat kecil karena terjadi konversi asam laktat ke VFA. Inkubasi yang dilakukan pada cairan rumen yang disterilisasi hanya menghasilkan asam laktat saja, seperti terlihat pada Tabel 3 (Weinberg *et al.*, 2004).

Tabel 3. Produk fermentasi silase yang diberi berbagai inokulan komersial pada cairan rumen steril dan disaring*)

Cairan rumen/ perlakuan silase	Peubah			
	pH	BAL log ₁₀ CFU ml ⁻¹	asam laktat (mM)	Total VFA (asetat+propionat+butirat) (mM)
Cairan rumen steril				
Kontrol	5,09	7,6	56,4	88,5
<i>L. plantarum</i> MTD1 (Ecosyl)	5,27	9,0	62,8	86,7
<i>P. pentosaceus</i> (Ecosyl)	4,92	7,7	75,1	92,8
<i>L. plantarum</i> (Agri-King)	4,89	7,6	77,6	82,4
<i>L. pentosus</i> (Agri-King)	5,01	7,4	69,5	99,1
<i>P. pentosaceus</i> (Agri-King)	4,79	7,5	86,0	88,3
SE	0,09		11,7	12,7
Cairan rumen disaring				
Kontrol	5,50	5,7	<0,5	199,0
<i>L. plantarum</i> MTD1 (Ecosyl)	5,47	4,1	<0,5	176,7
<i>P. pentosaceus</i> (Ecosyl)	5,50	6,4	<0,5	241,0
<i>L. plantarum</i> (Agri-King)	5,43	6,9	<0,5	259,7
<i>L. pentosus</i> (Agri-King)	5,34	7,0	<0,5	235,0
<i>P. pentosaceus</i> (Agri-King)	5,31	6,8	<0,5	214,4
SE	0,05			21,7

Keterangan: sumber=Weinberg *et al.* (2004), SE: *standard error*, *) modifikasi dilakukan dengan menggunakan informasi terkait, BAL=bakteri asam laktat, VFA=*volatile fatty acid*.

Pembuatan silase menggunakan inokulan *Lactobacillus plantarum* 1A-2 telah rutin dilakukan dan digunakan pada penelitian *in vivo* pada sapi di kelompok penelitian kami. Hasil dari beberapa penelitian *in vivo* pada sapi menggunakan silase rumput gajah tanpa inokulan dan dengan inokulan tersebut menunjukkan adanya perbedaan konsumsi, populasi bakteri rumen dan konsentrasi VFA (Tabel 4). Peningkatan jumlah bakteri rumen secara total dan bakteri selulolitik terlihat pada sapi-sapi yang mengkonsumsi silase dengan inokulan tersebut. Perubahan konsentrasi pada masing-masing komponen VFA terjadi pada awal periode pemberian silase. Konsentrasi VFA dianalisa dari sampel cairan rumen setelah 14 hari mengkonsumsi silase.

Aktivitas Antimikroba BAL

Selama fermentasi, BAL menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat, yang diperlukan untuk pengawet dalam pembuatan silase. Selain itu, beberapa strain BAL memproduksi bahan bioaktif lainnya seperti asam asetat, etanol, hidrogen peroksida, diasetil

dan antimikroba (De Vuyst & Leroy, 2007). Sifat antimikroba yang nyata dari BAL adalah kemampuannya menurunkan pH dalam waktu singkat.

Bakteriosin dapat dibedakan berdasarkan spektrumnya, yaitu spektrum sempit berpotensi untuk mematikan organisme yang hubungannya dekat, sedangkan spektrum yang luas dapat menghambat bahkan mematikan mikroorganisme lainnya. Aktivitas antibakteri dapat diukur menggunakan metode *agar well* atau *overlay*, sedangkan MIC menggunakan metode *agar dilution* atau *broth dilution* (Jasson, 2005). Sebagai rujukan nilai MIC yang diperoleh dipakai standar dari *Scientific Committee on Animal Nutrition on the criteria for assessing the safety of microorganisms resistant to antibiotics of human clinical and veterinary importance* yang dikeluarkan EU tahun 2002.

BAL spesies yang sama dari inokulan komersial yang berbeda (Tabel 4) menunjukkan aktivitas antibakteri yang berbeda (Gollop *et al.*, 2005). *L. plantarum* 1A-2 dan *L. plantarum* 1BL-2 (Ratnakomala *et al.*, 2006) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E.*

Tabel 4. Perbedaan konsumsi, bakteri rumen dan produksi VFA sapi yang mengkonsumsi silase

Peubah	Peubah	
	Silase tanpa inokulan	Silase dengan inokulan <i>L. plantarum</i> 1A-2
Konsumsi (kg/hari) ^a	1,92	1,38
Bakteri rumen ^b		
Total (log ₁₀ CFU mL ⁻¹)	10,44	11,01
BAL (log ₁₀ CFU mL ⁻¹)	8,16	7,99
Bakteri selulolitik (log ₁₀ CFU mL ⁻¹)	8,13	8,86
VFA(% mMol) ^c		
Asetat	76,40	74,10
Propionat	13,25	17,12
Iso butirrat	0,75	1,41
Butirat	8,57	5,04
Iso valerat	0,67	1,44
Valerat	0,37	0,89

Keterangan: sumber= ^a Suwito (2001), ^b Djawa (2001), ^c Ridwan (2008) komunikasi pribadi, BAL=bakteri asam laktat, VFA=volatile fatty acid.

Tabel 5. Aktivitas antibakteri silase dengan berbagai inokulan BAL terhadap *Micrococcus luteus* dan *Pseudomonas aeruginosa*

Inokulan	Zona hambatan (mm)					
	<i>M. luteus</i>			<i>P. aeruginosa</i>		
	A	B	C	A	B	C
Kontrol	-	-	-	-	-	-
<i>L. plantarum</i> MTD1	-	-	++	-	-	-
<i>P. pentosaceus</i>	+++	++	++	+++	+++	+++
<i>L. plantarum</i>	-	++	+	-	++	+++
<i>L. pentosus</i>	-	-	+++	-	-	-
<i>P. pentosaceus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>E. faecium</i>	-	++	-	+++	+++	-
<i>E. faecium</i>	-	+	-	-	+++	+
<i>L. buchneri</i>	-	+++	+	-	+++	-
<i>L. buchneri</i>	+++	-	+++	++	-	++
<i>L. plantarum</i> + <i>E. faecium</i>	+++	+++	+++	+++	+++	++

Keterangan: Zona hambatan (mm), +: 0-2; ++: 3-8; +++: 9-13. A: silase gandum BK 350g kg⁻¹, B: silase jagung BK 190 g kg⁻¹ dan C: silase jagung BK 280 g kg⁻¹

coli, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* dan *Staphylococcus aureus* (Widyastuti, data tidak dipublikasikan). *Enterococcus faecium* EF9296 yang diisolasi dari silase menunjukkan aktivitas antibakteri *Listeria* spp. (Marciňáková et al., 2004). Beberapa strain *L. plantarum* menunjukkan aktivitas antifungi terhadap *Pichia anomala*, *Penicillium roqueforti* dan *Aspergillus fumigatus*, disamping itu beberapa metabolit juga terdeteksi pada silase yang diinokulasi dengan strain-strain tersebut (Broberg et al., 2007).

PENUTUP

Pemahaman atas proses fermentasi silase sangat diperlukan untuk mendapatkan kualitas produk yang diharapkan. Hijauan harus dipersiapkan secara sempurna, melalui pemanenan pada umur yang tepat, pelayuan yang cermat untuk mendapatkan kadar air yang sesuai dan ukuran pemotongan yang tepat. Aditif seperti molases atau dedak padi dapat digunakan sesuai dengan kondisi tempat silase diproduksi. Silo kondisi anaerob perlu dicapai segera dengan memperhatikan saat penutupan

silo yang cepat dan sempurna. Pemberian silase pada ruminansia khususnya sapi tidak saja memberikan solusi dari segi nutrisi, tetapi memberikan keuntungan dari segi kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolsen, K. K., G. Ashbell & J. M. Wilkinson. 1995. Silage Additives. In: R. J. Wallace & A. Chesson. (Eds). Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding. VCH, Weinheim.
- Broberg, A., K. Jacobsson, K. Ström & J. Schnürer. 2007. Metabolite profiles of lactic acid bacteria in grass silage. Appl. Environ. Microbiol. 73: 5547-5552.
- De Vuyst, L. & F. Leroy. 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. J. Mol. Microbiol. Biotechnol. 13: 194-199.
- Djawa, E. T. 2001. Ensilase rumput gajah dengan bakteri asam laktat dan enzim selulolitik serta suplementasi seng dan probiotik untuk memacu aktivitas mikroorganisme rumen. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Driehuis, F., S. J. W. H. Oude Elferink & P. G. Van Wijkelaar. 2001. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with

- or without homofermentative lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science* 56: 330-343.
- Filya, I.** 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. *J. Appl. Microbiol.* 95: 1080-1086.
- Gollop, N., V. Zakin & Z. G. Weinberg.** 2005. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. *J. Appl. Microbiol.* 98: 662-666.
- Henderson, N.** 1993. Silage additives. *Anim Feed Sci. Technol.* 45: 35-56.
- Hernández, D, E. Cardell & V. Zárate.** 2005. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from Tenerife cheese: initial characterization of plantaricin TF711 a bacteriocin-like substance produced by *Lactobacillus plantarum* TF711. *J. Appl. Microbiol.* 99: 77-84.
- Indriati, N., S. Amini, Sugiyono & H. E. Irianto.** 2000. Isolasi, identifikasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari terasi. *J. AgroBiotek* 1: 22-26.
- Jasson, S.** 2005. Lactic acid bacteria—growth, antibacterial activity and antibiotic resistance. Master thesis. Swedish University of Agricultural Science.
- Kaiser, A. G. & J. W. Piltz.** 2002. Silage production from tropical forages in Australia. Paper on XIIIth International Silage Conference, 11-13 September 2002.
- Mannetje, L.'t.** 1999. The future of silage making in the tropics. Proc. of the FAO Electronic Conference on Silage Making in the Tropics with particular emphasis on smallholders. 1 September-15 December 1999. Ed. L.'t Mannetje. <http://www.fao.org/docrep/005/x8486e/x8486e13.htm>. [21 Mei 2007].
- Marcináková, M., M. Simonová & A. Lauková.** 2004. Probiotic properties of *Enterococcus faecium* EF9296 strain isolated from silage. *ACTA Vet. Brno.* 3: 513-519.
- Moran, J.** 2005. Tropical Dairy Farming: Feeding Management for Small Holder Dairy Farmers in the Humid Tropics. Landlinks Press, Australia.
- Muck, R. E.** 2002. Effect of corn silage inoculant on aerobic stability. Paper presented on ASAE annual Int. Meeting/CIGR XVth World Congress. 28-31 July 2002. Chicago, Illinois, USA.
- Nagaraja, T. G. & M. B. Taylor.** 1987. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 1620-1625.
- Pioneer.** 2004. Pioneer ® Brand Silage Inoculants. Technical Insights No 101. Des Moines, Iowa, USA.
- Ratnakomala, S., R. Ridwan, G. Kartina & Y. Widyastuti.** 2006. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1B1-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Biodiversitas.* 7: 131-134.
- Ridwan, R.** 2008. Komunikasi pribadi.
- Roberfroid, M. B.** 2000. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *Am. J. Clin. Nutr.* 71 (suppl): 1682S-1687S.
- Savadogo, A., C. A. T. Quattara, I. H. N. Bassole & A. S. Traore.** 2004. Antimicrobial activities of lactic acid bacteria strains isolated from Burkina Faso fermented milk. *Pakistan J. Nutr.* 3: 174-179.
- Schroder, J.W.** 2004. Silage fermentation and preservation. <http://www.ext.nodak.edu/expubs/ansci/dairy/as1254w.htm> pdf. [21-04-2005].
- Stewart, C. S.** 1992. Lactic acid bacteria in the rumen. In: B.J.B. Wood (Ed). *The Lactic Acid Bacteria*. Elsevier Applied Science, London.
- Suwito.** 2001. Efek ensilase rumput gajah dengan bakteri asam laktat dan enzim selulolitik serta suplementasi seng dan probiotik pada sapi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tjandraatmadja, M., B. W. Norton & I. C. Mac Rae.** 1994. Ensilage characteristics of three tropical grasses as influenced by stage of growth and addition of molasses. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 10: 74-81.
- Weinberg Z. G. & R. E. Muck.** 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiological Reviews* 19: 53-68.
- Weinberg Z. G. & R. E. Muck & P. J. Weimer.** 2003. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. *J. Appl. Microbiol.* 94: 1066-1071.
- Weinberg, Z. G., Y. Chen & M. Gamburg.** 2004. The passage of lactic acid bacteria from silage into rumen fluid, in vitro studies. *J. Dairy Sci.* 87: 3386-3397.