

Pengaruh Inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan 1BL-2 terhadap Kualitas Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

The effect of *Lactobacillus plantarum* 1A-2 and 1BL-2 inoculant on the quality of napier grass silage

SHANTI RATNAKOMALA[✉], RONI RIDWAN, GINA KARTINA, YANTYATI WIDYASTUTI
Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong-Bogor 16911.

Diterima: 23 Nopember 2005. Disetujui: 21 Pebruari 2006.

ABSTRACT

Ensiling is one solution to handle lack of forage at dry and wet season in tropical area. Napier grass (*Pennisetum purpureum*) is a popular crop conserved as silage, regarded with a relatively high dry matter (DM) content and adequate water soluble carbohydrates for fermentation to lactic acid. The aim of this study was to determine the effect of adding lactic acid bacteria inoculants to Napier grass at ensiling on the quality of silage. Two strain lactic acid bacteria inoculants *Lactobacillus plantarum* 1A-2 and 1BL-2 were added to the grass at different variation of inoculants, single or mix strain (0%, 0.1%, 0.3%, 0.5%, and 1%) with 3% of rice brand as additive, and incubated for 30 days. The 1A-2 inoculants treatment lowered the pH between 3.67 to 4.18 and increased the lactate level of the grass silage 0.3 to 0.34 mg mL⁻¹ compared with the control and other treatments. The parameters for destruction is under 5% and DM loss was considerably lower in single inoculants 1BL-2 (0.01-3.97%) and 1A-2 (0.31-5.18%).

© 2006 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: silage, fermentation, potential microorganism, lactic acid bacteria.

PENDAHULUAN

Kekurangan hijauan segar sebagai pakan ternak sudah lama dirasakan oleh peternak di Indonesia. Seringkali peternak menanggulangnya dengan cara memberikan pakan seadanya yang diperoleh dengan mudah dari lingkungan di sekitarnya. Pemberian pakan ternak yang seadanya sangat mempengaruhi produktivitas ternak, terlihat dari lambatnya pertumbuhan atau minimnya peningkatan berat badan (BB) bahkan sampai mengalami sakit. Pembuatan silase merupakan salah satu cara yang sangat berguna untuk tetap menggunakan materi tanaman dengan kualitas nutrisi yang tinggi sebagai pakan ternak di sepanjang waktu, tidak hanya untuk musim kemarau (Ohmomo *et al.*, 2002a). Pengawetan hijauan segar atau yang disebut silase diharapkan dapat mengatasi permasalahan kekurangan hijauan segar terutama pada musim kemarau yang selanjutnya dapat memperbaiki produktivitas ternak. Produktivitas ternak merupakan fungsi dari ketersediaan pakan dan kualitasnya. Ketersediaan pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya suhu harian, iklim, dan ketersediaan air tanah. Faktor tersebut sangat mempengaruhi ketersediaan hijauan pakan ternak yang diharapkan kontinyu sepanjang tahun (Ridwan dan Widyastuti, 2001).

Teknologi pembuatan silase sudah lama dikenal dan berkembang pesat di negara yang mengalami musim

dingin. Prinsip pembuatan silase adalah fermentasi hijauan oleh bakteri asam laktat secara anaerob. Bakteri asam laktat akan menggunakan karbohidrat yang terlarut dalam air (*water soluble carbohydrate*, WSC) dan menghasilkan asam laktat. Asam ini akan berperan dalam penurunan pH silase (Ennahar, *et al.*, 2003). Selama proses fermentasi asam laktat yang dihasilkan akan berperan sebagai zat pengawet sehingga dapat menghindarkan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Bakteri asam laktat dapat diharapkan secara otomatis tumbuh dan berkembang pada saat dilakukan fermentasi secara alami, tetapi untuk menghindari kegagalan fermentasi dianjurkan untuk melakukan penambahan inokulum bakteri asam laktat (BAL) yang homofermentatif, agar terjamin berlangsungnya fermentasi asam laktat. Inokulum BAL merupakan *additive* paling populer dibandingkan asam, enzim atau lainnya (Bolsen *et al.*, 1995). Peranan lain dari inokulum BAL diduga adalah sebagai probiotik, karena inokulum BAL masih dapat bertahan hidup di dalam rumen ternak (Weinberg *et al.*, 2004) dan silase pakan ternak dapat meningkatkan produksi susu dan penambahan berat badan pada sapi.

Produk inokulum komersial yang beredar di pasaran sebagian besar produksi luar negeri. Indonesia sangat terbuka kesempatan untuk mengembangkan inokulum dengan menggunakan isolat bakteri asam laktat lokal. Tingginya keanekaragaman mikroorganisme yang ada di Indonesia khususnya BAL sangat memungkinkan untuk ditemukannya isolat potensial melalui skrining yang efektif. Tahap selanjutnya isolat potensial tersebut dapat dikembangkan sebagai inokulum silase (Ridwan dan Widyastuti, 2001). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya telah diketahui bahwa ada beberapa

✉ Alamat korespondensi:

Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong-Bogor 16911.
Tel.: +62-21-8754587 Fax.: +62-21-8754588
e-mail: shanti_ratna01@yahoo.com

isolat potensial untuk dijadikan inokulum silase seperti *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp, dan *Streptococcus* sp.

BAHAN DAN METODE

Biakan BAL utama yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari genus *Lactobacillus*, yang terdiri dari 2 isolat yaitu *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 yang diisolasi dari buah-buah tropika dan *Lactobacillus plantarum* 1A-2 yang diisolasi dari tape (Widyastuti *et al.*, 1998). Isolat BAL ditumbuhkan dalam media cair MRS dan diinkubasikan pada suhu 30°C selama 17-18 jam. Beberapa BAL lain yang digunakan pada penelitian ini adalah *Pediococcus pentosaceus* DSB 6-5, *Lactobacillus brevis* DSB-1, *Lactobacillus paracasei* DR 3-2-1, *Lactobacillus curvatus* DR 2-1-1 hanya digunakan pada waktu pengukuran konsumsi glukosa.

Bahan tanaman yang digunakan dalam pembuatan silase adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang berasal dari Kebun Plasma Nutfah Cibinong. Rumput gajah dipotong-potong dengan menggunakan mesin pemotong rumput (chopper) menjadi berukuran kurang lebih 3-5 cm, dan kemudian dilayukan selama sekitar 20 jam pada tempat yang terbuka dan teduh. Pembuatan silase rumput gajah dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan silo mini tower terbuat dari pralon dengan kapasitas 800-1000 g. Perlakuan yang diterapkan dengan memvariasikan penambahan jumlah inokulum bakteri asam laktat (0%; 0,1%; 0,3%; 0,5%; dan 1% (v/w)), baik sebagai inokulum tunggal (*L. plantarum* 1BL-2 atau *L. plantarum* 1A-2) dan sebagai inokulum campuran (*L.-plan-tarum* 1BL-2 dan 1A-2). Seluruh perlakuan mendapatkan penambahan dedak padi sebanyak 3% (w/w) dan inkubasi silase dilakukan selama 30 hari (Ridwan *et al.*, 2005).

Parameter yang diukur sebagai kualitas silase yang baik adalah: bahan kering (% BK), abu (%), bahan organik (% BO), suhu silase (°C), persentase kerusakan silase, pH, jumlah BAL (log 10 cfu) (Cappucino dan Sherman, 2001), total Asam (mg mL⁻¹) (metode trimetrik), dan asam laktat (Barker dan Summerson, 1941). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dan dianalisis dengan sidik ragam dan apabila terdapat perbedaan dilakukan uji jarak Duncan (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas suatu silase diperlihatkan oleh beberapa parameter seperti pH, suhu, tekstur, warna, dan kandungan asam laktatnya. Derajat keasaman (pH) yang optimum untuk silase yang baik sekitar 3.8 sampai 4.2. dan akan memperlihatkan tekstur dan warna silase yaitu halus dan

hijau kecoklatan. Kegagalan dalam pembuatan silase dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah proses pembuatan yang salah, terjadi kebocoran silo sehingga tidak tercapai suasana di dalam silo yang anaerobik, tidak tersedianya karbohidrat terlarut (WSC), berat kering (BK) awal yang rendah sehingga silase menjadi terlalu basah dan memicu pertumbuhan organisme pembusuk yang tidak diharapkan.

Konsumsi glukosa.

Inokulum BAL untuk silase dapat terdiri dari isolat tunggal maupun campuran. Salah satu cara untuk menyeleksi inokulum yang akan digunakan dalam pembuatan silase adalah perlu diketahui konsumsi glukosanya. Kelompok bakteri asam laktat memfermentasikan karbohidrat menjadi energi dan asam laktat (Jay, 2000). Jalur metabolik yang terjadi akan berbeda ketika glukosa sebagai sumber karbon utama, bakteri homofermentatif seperti *Lactococcus* dan *Streptococcus* menghasilkan dua laktat dari satu molekul glukosa, sementara bakteri heterofermentatif seperti *Leuconostoc* dan *Weissella* mengubah molekul glukosa menjadi laktat, etanol dan karbon dioksida (Caplice dan Fitzgerald, 1999; Jay, 2000; Kuipers *et al.*, 2000). Tabel 1 menunjukkan konsumsi glukosa 6 isolat terpilih baik berupa inokulum tunggal maupun campuran, pada media cair glucose yeast peptone (GYP).

Tabel 1. Konsumsi glukosa oleh isolat BAL tunggal dan campuran pada media GYP.

Isolat BAL	OD 620 nm MRS Broth	Kandungan glukosa (mg.ml ⁻¹) GYP	Konsumsi glukosa (mg.ml ⁻¹)	Persentase penggunaan glukosa (%)
Blanko	0,084	1137,9		
I	1,74	417,1	720,9	63,4
II	1,28	661,1	720,8	58,1
III	1,46	221,8	916,1	80,5
IV	1,73	565,8	572,1	49,7
V	0,93	1137,9	0	0
VI	1,65	1137,9	0	0
I+II	1,64	278,4	859,5	75,5
I+III	1,65	185,7	952,2	83,7
I+IV	1,66	173,6	964,3	84,7
I+V	1,66	204,2	933,7	82,1
I+VI	1,66	150,1	987,8	86,8
II+III	1,54	939,6	198,3	17,4
II+IV	1,56	684,3	453,6	39,9
II+V	1,39	828,5	309,4	27,2
II+VI	1,49	483,3	654,6	57,5
III+IV	1,58	678,7	459,2	40,4
III+V	1,10	856,1	281,8	24,8
III+VI	1,65	218,7	919,2	80,8
IV+V	1,60	971,7	166,2	14,6
IV+VI	1,71	435,7	702,2	61,7
V+VI	1,58	1137,9	0	0

Keterangan: isolat BAL yang digunakan dalam fermentasi glukosa: I = *L. plantarum* 1BL-2, II = *P. pentosaceus* DSB 6-5, III = *L. brevis* DSB-1, IV = *L. plantarum* 1A-2, V = *L. paracasei* DR 3-2-1, VI = *L. curvatus* DR 2-1-1.

Tabel 2. Jumlah bakteri asam laktat pada silase rumput gajah dengan berbagai variasi jumlah inokulum.

Konsentrasi BAL	Jumlah BAL (cfu/ml)					
	1BL-2		1A-2		1BL-2 + 1A-2	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Kontrol (+ dedak padi 3%)	0	2,9 x 10 ⁸	0	2,3 x 10 ⁷	0	1,4 x 10 ⁹
Inokulum BAL 0,1% + dedak padi 3%	1,4x10 ⁹	2,7 x 10 ⁸	1,7x10 ¹¹	1,7 x 10 ⁷	1,2x10 ⁹	4,7 x 10 ⁷
Inokulum BAL 0,3% + dedak padi 3%	4,2x10 ⁹	1,5 x 10 ⁸	5,0x10 ¹¹	2,7 x 10 ⁷	3,5x10 ⁹	1,2 x 10 ⁸
Inokulum BAL 0,5% + dedak padi 3%	7,0 x 10 ⁹	2,5 x 10 ⁸	8,4x10 ¹¹	1,4 x 10 ⁷	5,8x10 ⁹	1,3 x 10 ⁷
Inokulum BAL 1% + dedak padi 3%	1,4x 10 ¹⁰	2,0 x 10 ⁸	1,7x10 ¹²	2,5 x 10 ⁷	1,2x10 ¹⁰	6,0 x 10 ⁷

Tabel.3. Persentase BK pada silase rumput gajah dengan berbagai konsentrasi inokulum BAL.

Perlakuan	BK silase (%)		
	1BL-2	1A-2	Campuran
BK awal	32.50	27.80	29.60
Kontrol (+ dedak padi 3%)	34.54 ^a	20.63	21.37
Inokulum 0,1% + dedak padi 3%	30.77 ^{ab}	25.80	21.70
Inokulum 0,3% + dedak padi 3%	30.65 ^{ab}	22.10	21.10
Inokulum 0,5% + dedak padi 3%	28.90 ^b	23.73	23.40
Inokulum 1% + dedak padi 3%	29.92 ^{ab}	23.57	23.33

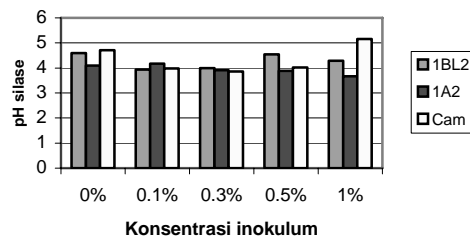
Keterangan: superskrip menunjukkan perbedaan nyata (p<0,01).

Berdasarkan hasil seleksi, inokulum silase terbaik adalah isolat campuran I dan IV (*L. plantarum* 1BL-2 dan 1A-2), dengan persentase penggunaan glukosa 84,7%. Isolat tersebut dipilih dalam pembuatan silase rumput gajah. Selanjutnya *Lactobacillus* homofermentatif berperan penting dalam pembuatan silase yang berkualitas baik. *L. plantarum* biasanya berperan sebagai mikroorganisme homofermentatif utama dalam fermentasi silase. Beberapa jenis *Lactococcus* berperan membentuk lingkungan asam pada permulaan fermentasi silase, dan selanjutnya menjadi mikroorganisme yang dominan (Ohmomo *et al.*, 2002b).

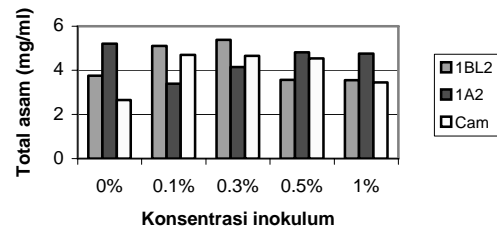
Pembuatan silase

Pembuatan silase rumput gajah dilakukan dengan berbagai perlakuan (Tabel 2). Jumlah koloni BAL setelah suasana asam cukup stabil yaitu pH antara 3,8-4,2 atau sesudah proses ensilase berakhir, pada umumnya mengalami penurunan. Penambahan inokulum pada HMT dimaksudkan untuk menjamin pertumbuhan BAL agar dapat mencapai 10⁵-10⁶ cfu/g hijauan (Weinberg *et al.*, 2003). Asam yang dihasilkan oleh BAL itu sendiri akan terakumulasi dan menghambat pertumbuhan populasi bakteri selanjutnya (McDonald *et al.*, 1991) (Tabel 2). Populasi BAL tertinggi terdapat pada kontrol, sehingga BAL yang tumbuh merupakan BAL yang ada secara alami pada rumput gajah. Pada perlakuan dengan inokulum tunggal 1BL-2 jumlah bakteri BAL yang tumbuh setelah ensilase umumnya turun 1-2 digit, sedangkan pada inokulum tunggal 1A-2 turun sekitar 4-5 digit dan pada inokulum campuran turun sekitar 1-3 digit. Hal ini disebabkan produksi asam dari inokulum tunggal 1A-2 lebih banyak dibandingkan dengan inokulum tunggal 1BL-2. Pada Gambar 1 terlihat bahwa pH silase yang dihasilkan dengan perlakuan inokulum tunggal 1A-2 lebih rendah (3,67-4,18) dengan nilai terendah terjadi pada perlakuan konsentrasi 1%, dibandingkan dengan inokulum tunggal 1BL-2 (pH 3,94-4,59) dan inokulum campuran (pH 3,86-5,16).

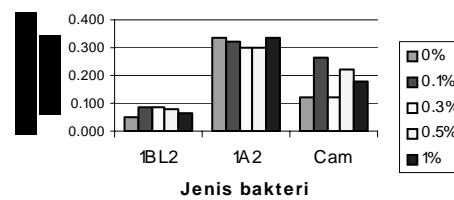
Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan pemberian inokulum tunggal 1BL-2 dan inokulum campuran sebanyak 0,1%, 0,3% 0,5% dan 1%, berbeda nyata (p< 0,05) terhadap pH yang dihasilkan dibandingkan kontrol, tetapi di antara keempat konsentrasi inokulum tersebut tidak terdapat perbedaan nyata. Secara keseluruhan pemberian inokulum BAL baik tunggal maupun campuran pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% memberikan hasil silase yang baik yaitu dengan pH antara 4,0-4,5. Kualitas silase yang baik selalu diperlihatkan dengan didapatkannya pH yang optimum. Menurut McDonald *et al.* (1991), dengan menjaga kondisi lingkungan tetap anaerob dan asam (pH sekitar 4), silase dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama tanpa kerusakan. Johnson *et al.* (2005) melaporkan penggunaan vakum pada silo plastik skala laboratorium dengan inokulum menghasilkan pH 3.94 (p<0.001) dan tanpa inokulum 4.21. Hal ini menunjukkan bahwa inokulum sangat berperan dalam proses fermentasi silase.



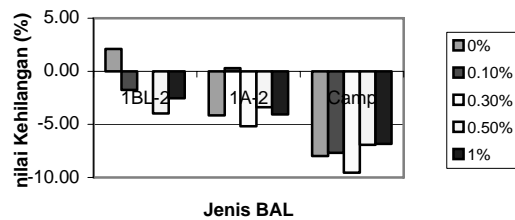
Gambar 1. Derajat keasaman (pH) silase rumput gajah dengan berbagai konsentrasi inokulum BAL.



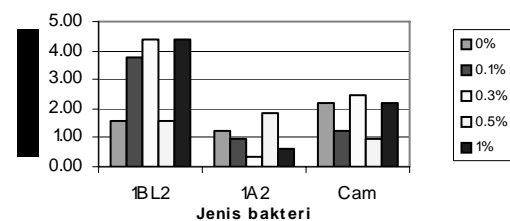
Gambar 2. Total Asam pada silase rumput gajah dengan berbagai variasi konsentrasi inokulum BAL.



Gambar 3. Kandungan asam laktat pada silase rumput gajah dengan berbagai konsentrasi inokulum BAL.



Gambar 4. Kehilangan BK pada silase rumput gajah dengan berbagai konsentrasi inokulum BAL.



Gambar 5. Kerusakan pada silase rumput gajah.

Gambar 2 menunjukkan total asam yang dihasilkan selama proses ensilase rumput gajah pada setiap perlakuan. Total asam merupakan akumulasi dari asam-asam yang diproduksi oleh bakteri selama proses ensilase berlangsung. Dari gambar ini diketahui bahwa total asam yang dihasilkan bakteri bervariasi pada setiap perlakuan. Produksi asam tertinggi dengan inokulum tunggal 1BL-2 terjadi pada konsentrasi inokulum 0,3% yaitu 5,38 mg mL⁻¹, sedangkan inokulum 1A-2 pada 0,5% sebesar 4,81 mg mL⁻¹, dan inokulum campuran terjadi pada konsentrasi 0,1% sebesar 4,70 mg mL⁻¹. Berdasarkan analisis sidik ragam, pada inokulum tunggal 1BL-2, perlakuan konsentrasi inokulum 0,3% berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Sedangkan pada inokulum tunggal 1A-2, tidak berbeda nyata antara kontrol dan perlakuan. Pemberian inokulum campuran memberikan perbedaan nyata pada perlakuan konsentrasi 0,1%, 0,3% dan 0,5% dibandingkan kontrol ($p < 0,05$).

Pada Gambar 3 disajikan hasil analisis asam laktat pada silase rumput gajah. Kandungan asam laktat tertinggi terdapat pada perlakuan dengan menggunakan inokulum tunggal 1A-2, yaitu berkisar antara 0,30-0,34 mg mL⁻¹. Perlakuan dengan menggunakan inokulum tunggal 1BL-2 memberikan asam laktat antara 0,05-0,09 mg mL⁻¹, sedang pada inokulum campuran antara 0,12-0,27 mg mL⁻¹.

Pada Tabel 3 terlihat BK pada semua perlakuan umumnya mengalami penurunan. Berdasarkan analisis sidik ragam, semua perlakuan berbeda nyata ($p < 0,01$) pada penambahan inokulum 1BL-2 dibandingkan dengan kontrol, tetapi pada perlakuan dengan inokulum 1A-2 dan inokulum campuran tidak berbeda nyata. Dari BK awal yang berkisar antara 29,6-32,5%, penurunan yang paling rendah terjadi pada perlakuan dengan inokulum tunggal 1BL-2 pada konsentrasi 0,1% yaitu 1,73% dan perlakuan dengan inokulum tunggal 1A-2 konsentrasi 0,1% yaitu 2%, sedangkan pada inokulum campuran konsentrasi 0,5% menurun sebesar 6,2%. Kehilangan BK paling tinggi terjadi pada silase yang menggunakan inokulum campuran konsentrasi 0,3% yaitu 9,55% (Gambar 4). Dari Gambar 4 terlihat bahwa secara keseluruhan perlakuan penambahan inokulum tunggal 1BL-2 mengalami kehilangan BK yang paling rendah (0,01-3,97%), diikuti oleh inokulum 1A-2 (0,31-5,18%), dan inokulum campuran (6,85-9,55%). Parakatsi (1999) melaporkan bahwa kehilangan BK 10% pada silase masih dalam batas yang normal.

Kerusakan silase diperhitungkan sebagai persentase dari silase yang rusak dibandingkan dengan jumlah keseluruhan silase dalam satu silo. Silase yang mengalami kerusakan dapat terlihat dari tekstur silase yang rapuh berwarna coklat kehitaman dan berbau busuk serta banyak ditumbuhi jamur. Pada umumnya kerusakan terjadi pada permukaan dekat penutup silo. Pada Gambar 5 terlihat bahwa kerusakan silase yang paling tinggi dialami oleh perlakuan dengan inokulum 1BL-2 konsentrasi 0,3% dan 1% yaitu 4,18%. Kerusakan pada umumnya terdapat pada permukaan silo dalam pembuatan silase ini. Akan tetapi taraf kerusakan di bawah 5%, masih dapat digolongkan sebagai silase yang baik (Johnson *et al.*, 1998). Sehingga dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa poin terpenting dalam pembuatan silase yang baik yaitu berat kering dari material antara 35-40%, pengemasan yang kuat dan rapat, temperatur penyimpanan dan adanya bakteri asam laktat homofermentatif.

KESIMPULAN

Penggunaan inokulum *Lactobacillus plantarum* 1A-2 dan *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 dengan berbagai variasi dan konsentrasi memberikan berpengaruh cukup baik terhadap kualitas silase sebagai pakan ternak. Inokulum tunggal 1A-2 menghasilkan pH yang lebih rendah (3,67-4,18) dan kandungan asam laktat 0,30-0,34 mg mL⁻¹. Pada semua perlakuan, tingkat kerusakannya cukup kecil (< 5%). Kehilangan bahan kering, dengan penambahan inokulum tunggal memberikan jumlah kehilangan yang relatif kecil yaitu 1BL-2 (0,01-3,97%) dan 1A-2 (0,31-5,18%). Perlakuan konsentrasi inokulum tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kualitas silase, sehingga konsentrasi paling kecil yaitu 0,1% v/w yang dianjurkan untuk ditambahkan pada pembuatan silase.

DAFTAR PUSTAKA

- Barker, S.B. and W.H. Summerson. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *Journal of Biological Chemistry* 138: 535-554.
- Bolsen, K.K., G. Ashbell, and J.M. Wilkinson. 1995. Silage additives in biotechnology. In: Wallace, R.J., and A. Chesson (eds.). *Animal Feeds and Animal Feeding*. Weinheim: VCH.
- Caplice, E., G.F. Fitzgerald. 1999. Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology* 50: 131-149.
- Cappuccino, J.G. and N. Sherman. 2001. *Microbiology; a Laboratory Manual*. 6th edition. New York: State University of New York.
- Ennahar, S., Y. Cai., and Y. Fujita. 2003. Phylogenetic diversity of lactic acid bacteria associated with paddy rice silage as determined by 16S ribosomal DNA analysis. *Applied and Environmental Microbiology* 69 (1): 444-451.
- Jay, J.M. 2000. Fermentation and fermented dairy products. In: *Modern Food Microbiology*. 6th edition. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.
- Johnson, P.N., H.F. Grundy, and A.P. Stanway. 1998. The effect of an inoculant additive on the fermentation characteristics of grass silage and bovine performance. *Proceeding of British Society of Animal Science*: 144.
- Johnson, H.E., R.J. Merry, D.R. Davies, D.B. Kell, M.K. Theodorou, and G.W. Griffith. 2005. Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations. *Journal of Applied Microbiology* 98: 106-113.
- Kuipers, O.P., G. Buist, and J. Kok. 2000. Current strategies for improving food bacteria. *Research in Microbiology* 151: 815-822.
- McDonald, P., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd edition. Centerbury: Chalcombe Publications.
- Ohmomo, S., S. Nitisinprasart, and S. Hiranpradit. 2002a. Silage-making and recent trend of dairy farming in Thailand. *JARQ* 36: 227-234.
- Ohmomo, S., O. Tanaka, H.K. Kitamoto, and Y. Cai. 2002b. Silage and microbial performance, old story but new problems. *JARQ* 36: 59-71.
- Parakatsi, A. 1999. *Ilmu Nutrisi Makanan Ternak Ruminansia*. Jakarta: UI Press.
- Ridwan, R. dan Y. Widyastuti. 2003. *Pengawetan Hijauan Makanan Ternak dengan Bakteri Asam Laktat; Manual*. Cibinong-Bogor: Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.
- Ridwan, R., S. Ratnakomala, G. Kartina, dan Y. Widyastuti. 2005. Pengaruh penambahan dedak padi dan *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 dalam pembuatan silase rumput gajah (*Penisetum purpureum*). *Jurnal Media Peternakan-IPB*. 28 (3): 117-123.
- Ridwan, R. and Y. Widyastuti, 2001. Membuat silase: upaya mengawetkan dan mempertahankan nilai nutrisi hijauan pakan ternak. *Warta Biotek-LIPI* 15 (1): 9-14.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Penerjemah: Sumantri, B. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Weinberg, Z.G., R.E. Muck, and P.J. Weimer. 2003. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid. *Journal of Applied Microbiology* 94: 1066-1071.
- Weinberg, Z.G., R.E. Muck, P.J. Weimer, Y. Chen, and M. Gamburg. 2004. Lactic acid bacteria used in inoculants for silage as probiotics for ruminants. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 118: 1-10.
- Widyastuti, Y., S. Ratnakomala, and F. Ekawati. 1998. *Bakteri Asam Laktat pada Buah-buahan Tropis*. [Laporan Penelitian]. Cibinong-Bogor: Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI.