

PENGARUH INOKULUM *LACTOBACILLUS PLANTARUM* 1A-2 DAN 1BL-2 TERHADAP KUALITAS SILASE LIMBAH IKAN TUNA (*Thunnus atlanticus*)

EFFECT OF Lactobacillus plantarum inoculum 1A-2 AND 1BL-2 silage WASTE OF QUALITY TUNA (Thunnus atlanticus)

Ramli

Program Studi Pengolahan Hasil Perikanan, Akademi Perikanan Ibrahimy
Email: ramliarul80@gmail.com

(Diterima September 2013/Disetujui Januari 2014)

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk pengolahan limbah tersebut yaitu melalui proses pembuatan silase ikan. Biakan BAL utama yang digunakan dalam penelitian adalah *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 dan *Lactobacillus plantarum* 1A-2 yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Limbah ikan tuna diperoleh dari PT. Beeje Food Probolinggo. 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. plantarum* 1BL-2 dan 1A-2). Parameter yang diukur sebagai kualitas silase yang baik adalah: bahan kering (% BK), abu (%), bahan organik (% BO), suhu silase ($^{\circ}$ C), persentase kerusakan silase, pH, jumlah BAL (log 10 cfu). Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa 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 ikan. 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.

Kata Kunci: Limbah Ikan Tuna, Silase, Pakan Ikan.

ABSTRACT

One effort to the waste treatment is through the process of making fish silage. The main BAL cultures used in research adalah *Lactobacillus-2* 1BL *plantarum* and *Lactobacillus plantarum* 1A-2 obtained from the microbiology laboratory University School of Medicine Brawijaya. Waste tuna obtained from PT. Beeje Food Probolinggo. Treatment applied by varying the addition of lactic acid bacteria inoculum (0%, 0.1%, 0.3%, 0.5% and 1% (v / w)), either as a single inoculum (*L. plantarum* 1BL- 2 or *L. plantarum* 1A-2) and as an inoculum mixture (*L. 1BL plan-indigo-2* and 1A-2) .Parameter measured as good quality silage is: dry matter (% DM), ash (%), organic matter (% BO), silage temperature ($^{\circ}$ C), the percentage of damage to silage, pH, the amount of BAL (log 10 cfu). From this study showed that the use of *Lactobacillus plantarum* inoculum 1A-2 and *Lactobacillus plantarum* 1BL-2 with different variations and concentrations provides good enough influence on the quality of silage as feed for fish. Single inoculum 1A-2 produces a lower pH (3,67- 4,18) and lactic acid content of 0.30 to 0.34 mg mL⁻¹. In all treatments, the level of damage is quite small (<5%). Loss of dry matter, with the addition of a single inoculum provide a relatively small number of loss is 1BL-2 (0.01 to 3.97%) and 1A-2 (0.31 to 5.18%). Inoculum concentration treatments do not provide a real difference to the quality of silage, making it the smallest concentration at 0.1% v / w which is recommended to be added to the silage-making.

Keywords: Waste Tuna, Silage, Fish Feed.

PENDAHULUAN

Pemenuhan keperluan pakan dewasa ini mengalami masa yang sulit akibat mahalannya harga bahan baku pakan, sehingga berdampak terhadap harga ransum, khususnya ikan. Pemanfaatan limbah perikanan menjadi bahan pakan dapat memberikan arti penting bagi produksi ikan budidaya, salah satu diantaranya yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif adalah limbah ikan tuna.

Limbah ikan tuna yang terdiri atas kepala, isi perut, daging dan tulang bila diberikan secara langsung dapat menimbulkan efek negatif karena cepat rusak dan menjadi busuk, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Salah satu upaya untuk pengolahan limbah tersebut yaitu melalui proses pembuatan silase ikan.

Teknologi pembuatan silase ikan sudah lama dikenal dan berkembang pesat di negara yang mengalami musim dingin. Prinsip pembuatan silase adalah fermentasi ikan 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 menghindari 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 saluran pencernaan ikan (Weinberg et al., 2004) dan silase pakan ikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan pertambahan berat badan pada ikan yang dibudidayakan.

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

METODE PENELITIAN

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 dan *Lactobacillus plantarum* 1A-2 yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Isolat BAL ditumbuhkan dalam media cair MRS dan diinkubasikan pada suhu 30-35^oC 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.

Limbah ikan tuna diperoleh dari PT. Beeje Food Probolinggo. Limbah ikan tuna dihancurkan menggunakan blender. Pembuatan silase ikan 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. plantarum* 1BL-2 dan 1A-2). Seluruh perlakuan mendapatkan penambahan dedak padi sebanyak 3% (w/w) dan inkubasi silase dilakukan selama 15 hari (Ridwan et al., 2005).

Parameter yang diukur sebagai kualitas silase yang baik adalah: bahan kering (% BK), abu (%), bahan organik (% BO), suhu silase (oC), persentase kerusakan silase, pH, jumlah BAL (log 10 cfu)

To Cite this Paper : Ramli. 2014. Pengaruh Inokulum *Lactobacillus Plantarum* 1a-2 Dan 1bl-2 Terhadap Kualitas Silase Limbah Ikan Tuna (*Thunnus atlanticus*). *JSAPI*. 5(1): 25-30.
Journal Homepage: <http://samakia.aperiki.ac.id>

(Cappucino dan Sherman, 2001), total Asam (mgmL⁻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 beberapaparameter 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 seperti bubur dan coklat kehitaman. 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 isolate 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 (%)
Banko	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 ikan dengan berbagai variasi jumlah inoculum

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	2,9x10 ⁸	0	3,3x10 ⁷	0	1,4x10 ⁹
<i>Inokulum</i> BAL 0,1% + dedak padi 3%	4,2x10 ⁹	2,7x10 ⁸	1,7x10 ⁹	3,7x10 ⁷	1,2x10 ⁹	4,7x10 ⁷
<i>Inokulum</i> BAL 0,3% + dedak padi 3%	7,0x10 ⁹	1,5x10 ⁸	5,0x10 ¹¹	3,4x10 ⁷	3,5x10 ⁹	1,2x10 ⁸
<i>Inokulum</i> BAL 0,5% + dedak padi 3%	1,4x10 ⁹	2,5x10 ⁸	8,4x10 ¹¹	2,4x10 ⁷	5,8x10 ⁹	1,3x10 ⁷
<i>Inokulum</i> BAL 1% + dedak padi 3%	1,4x10 ¹⁰	2,0x10 ⁸	1,7x10 ¹²	2,5x10 ⁷	1,2x10 ¹⁰	6,0x10 ⁷

Tabel.3. Persentase BK pada silase ikan dengan berbagai konsentrasi inoculum BAL

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

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

Pembuatan Silase

Pembuatan silase ikan dilakukan dengan berbagai perlakuan (Tabel 2). Jumlah koloni BAL setelah suasana asam cukup stabil yaitu pH antara 3,8-4,2 atausesudah proses ensilase berakhir, pada umumnya mengalami penurunan. Penambahan inoculum 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 akanterakumulasi 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 ikan. Pada perlakuan dengan inoculum tunggal 1BL-2 jumlah bakteri BAL yang tumbuh setelah ensilase umumnya turun 1-2 digit, sedangkan pada inoculum tunggal 1A-2 turun sekitar 4-5 digit dan pada inoculum campuran turun sekitar 1-3 digit. Hal ini disebabkan produksi asam dari inoculum tunggal 1A-2 lebih banyak dibandingkan dengan inoculum tunggal 1BL-2. Pada Gambar 1 terlihat bahwa pH silase yang dihasilkan dengan perlakuan inoculum tunggal 1A-2 lebih rendah (3,67-4,18) dengan nilai terendah terjadi pada perlakuan konsentrasi 1%, dibandingkan dengan inoculum tunggal 1BL-2 (pH 3,94-4,59) dan inoculum campuran (pH 3,86-5,16).

Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan pemberian inoculum tunggal 1BL-2 dan inoculum 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 inoculum tersebut tidak terdapat perbedaan nyata. Secara keseluruhan pemberian inoculum 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 inoculum menghasilkan pH 3.94 ($p < 0.001$) dan tanpa inoculum 4.21. Hal ini menunjukkan bahwa inoculum selama proses ensilase ikan pada setiap perlakuan. Total asam merupakan akumulasi dari asam-asam yang diproduksi oleh bakteri selama proses ensilase berlangsung. Total asam yang dihasilkan bakteri bervariasi pada setiap perlakuan. Produksi asam tertinggi dengan inoculum tunggal 1BL-2 terjadi pada konsentrasi inoculum 0,3% yaitu 5,38 mg mL⁻¹, sedangkan inoculum 1A-2 pada 0,5% sebesar 4,81 mg mL⁻¹, dan inoculum 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 hasil analisis asam laktat pada silase ikan. 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% .

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 kehitaman dan berbau busuk serta banyak ditumbuhi jamur. Pada umumnya kerusakan terjadi pada permukaan dekat penutup silo.

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 DAN SARAN

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 ikan. 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 scalesilage 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 ikan (*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