

Kualitas Mikrobiologi Sosis Fermentasi Daging Sapi dan Domba yang Menggunakan Kultur Kering *Lactobacillus plantarum* 1B1 dengan Umur yang Berbeda

I. I. Arief, R.R.A. Maheswari, T. Suryati, Komariah & S. Rahayu

Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan,

Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

(Diterima 17-01-2008; disetujui 25-03-2008)

ABSTRACT

Lactic acid bacteria of *Lactobacillus plantarum* 1B1 species was isolated from fresh beef and used as dried starter culture fermented sausage (salami). Dried starter culture was stored at 10°C for 0 (control), 15, 30 and 45 days to evaluate the starter viability and its effect on microbiological characteristics of beef and mutton fermented sausages. Initial viability of dried starter culture of *L. plantarum* was 7.08×10^{12} CFU/g. There was no alteration ($P > 0.05$) in viability (5.33×10^{12} CFU/g) during 15 days storage. The population significantly decreased ($P < 0.01$) to 4.55×10^8 CFU/g and 3.00×10^8 CFU/g during 30 and 45 days storage, respectively. Mutton salami had higher average total bacterial count than beef salami. Both salami had constant lactic acid population at more than $10 \log_{10}$ CFU/g during 15 days dried culture storage and decreased significantly ($P < 0.01$) during 30 and 45 days dried culture storage at less than $9 \log_{10}$ CFU/g. Dried culture *L. plantarum* could reduce the quantity of *Staphylococcus aureus* during 15 days storage, but neither for 30 days nor 45 days storage. Average total coliform increased from 0 days to 15 days storage at less than 0.03 CFU/g to 0.93×10^2 CFU/g, but the number of coliform decreased on 30 days storage at less than 0.03 CFU/g and increased on 45 days storage at 1.2×10^3 CFU/g. Both salami had negative number of *Salmonella*.

Key words: salami, dried starter culture, Lactobacillus plantarum 1B1, storage time

PENDAHULUAN

Sosis fermentasi (salami) merupakan produk fermentasi olahan daging dengan penggunaan kultur bakteri asam laktat, yang mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Kultur yang sering digunakan dan tersedia secara komersial berasal dari golongan *Streptococcus*, *Lactobacillus* dan golongan

Micrococcus (Jay, 2000; Kato *et al.*, 2004), *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sake*, *L. curvatus*, *Pediococcus acidactici* dan kombinasi yang tepat dengan *P. pentosaceus* (ErdoTMrul *et al.*, 2002). Secara alami, terdapat spesies bakteri asam laktat yang tumbuh pada daging sapi murni, salah satunya adalah *L. plantarum* (Arief *et al.*, 2005). Kultur sosis fermentasi yang diisolasi dari daging sapi murni

diharapkan dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan sosis fermentasi dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan kultur komersial yang bukan diisolasi dari daging sapi.

Kultur kering komersial untuk sosis fermentasi mempunyai jumlah bakteri asam laktat minimal 10^6 CFU/g. Proses pengeringan kultur bertujuan untuk meningkatkan daya simpan dan kestabilan kultur. Perlakuan penyimpanan kultur kering *L. plantarum* pada studi ini bertujuan untuk mengetahui daya simpan dan viabilitas kultur kering *L. plantarum* serta pengaruh aplikasinya pada karakteristik mikrobiologis sosis fermentasi daging sapi dan domba.

MATERI DAN METODE

Kultur Starter

Kultur kering sosis fermentasi dibuat dari kultur murni *L. plantarum* 1B1 hasil isolasi dari daging sapi murni berdasarkan hasil penelitian Arief *et al.* (2005). Kultur murni *L. plantarum* 1B1 diisolasi dari daging sapi Peranakan Ongole yang disembelih di RPH Bogor dan dijual di Pasar Cibeureum Darmaga Bogor 12 jam setelah pemotongan dan mengalami penyimpanan dingin (15°C) selama 12 jam.

Pemurnian, Penyegaran dan Pembiakan Kultur Bakteri Asam Laktat

Pemurnian dilakukan dengan menumbuhkan isolat bakteri *L. plantarum* pada media de man Rogosa Sharpe broth (MRSB) dan de man Rogosa Sharpe agar (MRSA) (Oxoid Ltd., Basingstoke, Hampshire, England) secara bergantian untuk mencari koloni murni yang seragam.

Uji kemurnian kultur dilanjutkan dengan uji biokimiawi berdasarkan kemampuannya memfermentasi beberapa jenis gula untuk memastikan bahwa kultur yang digunakan merupakan kultur murni. Pengujian dilakukan

dengan memfermentasi kultur pada media gula yaitu arabinosa, galaktosa, glukosa, laktosa, maltosa, raffinosa, ramnosa, trehalosa, sukrosa, salisin, dan silosa.

Penyegaran kultur dilakukan dengan menumbuhkan isolat pada media MRSB dengan lama inkubasi 24 jam pada suhu 37°C . Penyegaran terus dilakukan hingga kultur beradaptasi untuk hidup pada media tersebut dan jumlahnya cukup banyak yang ditandai dengan adanya kekeruhan pada media tumbuh. Penyegaran kultur dimaksudkan untuk memperbaharui dan memperbanyak populasi kultur bakteri asam laktat sebelum digunakan sebagai kultur starter sosis fermentasi.

Kultur yang telah disegarkan kemudian diinokulasi sebanyak 2% ke dalam larutan susu skim steril 10%. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam yang hasilnya disebut kultur induk. Proses ini dilanjutkan hingga didapatkan kultur antara dan kultur kerja. Kultur kerja kemudian dipupukkan pada media MRSA untuk mengetahui populasi awalnya. Kultur yang memenuhi syarat untuk dijadikan kultur kering adalah kultur dengan populasi $\geq 10^8$ CFU/ml.

Kultur Kering Sosis Fermentasi

Kultur starter kering *L. plantarum* 1B1 dibuat dengan menggunakan media pertumbuhan rekonstitusi susu skim bubuk 20% dengan tambahan bahan kriogenik sukrosa 10%, lalu campuran disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Larutan kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang ($25-27^{\circ}\text{C}$) dan diinokulasi dengan 2% kultur kerja *L. plantarum*. Kultur diinkubasi pada suhu 37°C selama 18 jam dan dihitung populasinya. Bila jumlah populasi kurang dari 10^8 CFU/ml maka pembuatan kultur kering tidak dilanjutkan. Bila jumlah populasi lebih besar dari 10^8 CFU/ml, maka ke dalam kultur kemudian ditambah 20% susu skim bubuk sebagai bahan pengisi. Kultur selanjutnya dikeringbekukan dengan *freeze dryer* pada

suhu -90°C selama 48 jam. Sebagian kultur hasil proses *freeze drying* selanjutnya dihitung populasinya langsung, tanpa disimpan terlebih dahulu untuk digunakan sebagai kultur kering pada pembuatan salami kontrol. Kultur kering disimpan selama 15, 30 dan 45 hari untuk dilihat pengaruhnya terhadap kualitas mikrobiologi salami daging sapi dan domba.

Pembuatan Sosis Fermentasi (Arief, 2000)

Pembuatan sosis fermentasi diawali dengan standarisasi daging sebanyak 80% dengan mengelompokkan daging utuh dan daging yang masih mengandung lemak. Lemak sebanyak 20% distandardisasi dengan memisahkan lemak utuh dengan lemak yang masih mengandung daging. Daging yang telah distandardisasi dibagi menjadi dua bagian yaitu seperempat bagian digiling dan tiga perempat bagian lainnya diiris-iris, kemudian dibekukan. Daging digiling dalam *cutter*, lalu dimasukkan secara berurutan NPS (nitrit poekeln salt) 2%, gula 2%, starter kultur sebanyak 2% w/w (sesuai dengan perlakuan lama penyimpanannya) dan bumbu-bumbu (bawang putih 2%, pala 2%, garam dapur 2% dan jahe 2%). Adonan yang telah terbentuk dimasukkan ke dalam selongsong atau *casing* sosis berdiameter 4,5 cm. Proses *conditioning* dilakukan pada suhu kamar selama 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses fermentasi pada suhu kamar selama 6 hari yang diselingi dengan proses pengasapan selama 2 jam setiap harinya pada suhu kamar.

Analisis

Analisis mikrobiologis. Peubah yang diamati selama proses fermentasi berlangsung meliputi kualitas mikrobiologi sosis fermentasi yaitu jumlah kuantitatif total bakteri asam laktat, total koliform, total bakteri *Staphylococcus* sp dan uji kualitatif *Salmonella* sesuai dengan metode AOAC (1995).

Analisis data. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan ANOVA, dan jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viabilitas Kultur Kering

Hasil uji kemurnian bakteri asam laktat berdasarkan uji fermentasi gula dicocokkan dengan bantuan program komputer PIB Win (Bryant, 2005). Hasil pencocokan menunjukkan bahwa isolat 1B1 merupakan spesies bakteri asam laktat *L. plantarum* dengan tingkat akurasi sebesar 99%.

Viabilitas kultur cair *L. plantarum* 1 B1 (sebelum dikeringkan) mencapai $7,3 \times 10^9$ CFU/ml. Setelah dikeringkan dengan metode *freeze drying*, viabilitas kultur kering sebelum disimpan (kontrol) mengalami peningkatan sebesar 3 log yaitu mencapai $7,1 \times 10^{12}$ CFU/g. Kadar air kultur kering adalah 5% bb. Setelah penyimpanan selama 15 hari, kultur kering *L. plantarum* tidak mengalami

Tabel 1. Viabilitas kultur kering *L. plantarum* selama penyimpanan (CFU/g)

Peubah	Lama penyimpanan kultur kering (Hari)			
	0	15	30	45
Viabilitas	$7,1 \times 10^{12} \pm$	$5,3 \times 10^{12} \pm$	$4,5 \times 10^8 \pm$	$3,0 \times 10^8 \pm$
	$4,1 \times 10^{12} \text{ (a)}$	$2,4 \times 10^{12} \text{ (a)}$	$5,3 \times 10^7 \text{ (b)}$	$1,7 \times 10^8 \text{ (b)}$

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$).

penurunan yang signifikan. Rataan viabilitas kultur kering *L. plantarum* setelah perlakuan penyimpanan 15 hari adalah sebesar $5,3 \times 10^{12}$ CFU/g. Bucio *et al.* (2005) menyatakan bahwa viabilitas *L. plantarum* pada pakan ikan kering dapat bertahan selama tiga minggu pada suhu 25°C, namun penyimpanan pada suhu *refrigerator* dengan kemasan vakum dapat mempertahankan viabilitas kultur hingga satu tahun penyimpanan.

Jumlah rata-ran viabilitas kultur kering *L. plantarum* setelah penyimpanan selama 30 hari adalah $4,5 \times 10^8$ CFU/g. Viabilitas kultur kering *L. plantarum* berkurang secara signifikan ($P < 0,01$) yaitu sebanyak $4 \log_{10}$. Penurunan viabilitas ini menunjukkan terjadinya kerusakan sel bakteri selama penyimpanan yang berpengaruh pada daya hidupnya setelah penyimpanan. Jumlah rata-ran viabilitas kultur kering *L. plantarum* setelah penyimpanan selama 45 hari adalah $3,0 \times 10^8$ CFU/g. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan yang signifikan selama penyimpanan dari hari ke-30 hingga hari ke-45 masa penyimpanan. Viabilitas kultur kering *L. plantarum* selama penyimpanan disajikan pada Tabel 1.

Kualitas Mikrobiologis Sosis Fermentasi

Kualitas mikrobiologis sosis fermentasi secara keseluruhan mengalami perubahan sesuai dengan perlakuan penyimpanan kultur kering *L. plantarum* selama 45 hari.

Hasil analisis mikrobiologis sosis fermentasi menggunakan kultur starter kering *L. plantarum* selama penyimpanan terdapat pada Tabel 2.

Total bakteri asam laktat. Jumlah bakteri asam laktat sosis fermentasi daging sapi mengalami kenaikan yang signifikan ($P < 0,01$) dari sosis dengan kultur tanpa penyimpanan (kontrol) ke sosis dengan kultur penyimpanan 15 hari. Selanjutnya total bakteri asam laktat mengalami penurunan yang signifikan ($P < 0,01$) pada sosis dengan penyimpanan kultur 30 hari dan tidak memiliki jumlah yang berbeda pada sosis dengan penyimpanan kultur selama 45 hari.

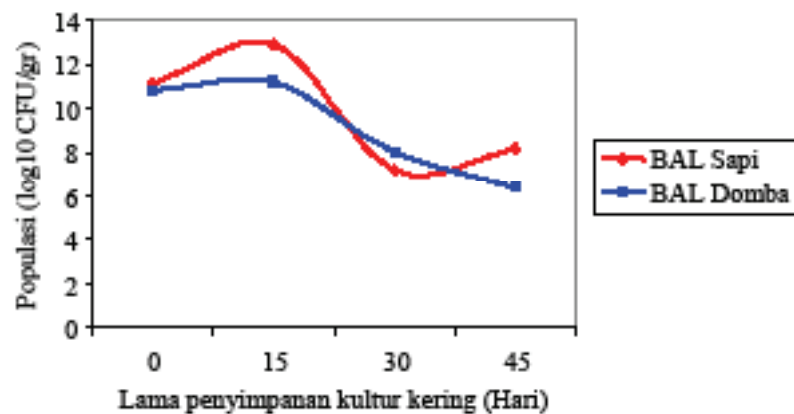
Jumlah bakteri asam laktat pada sosis fermentasi daging domba tidak mengalami peningkatan yang berarti selama 15 hari penyimpanan. Penurunan yang signifikan ($P < 0,01$) terjadi pada sosis dengan kultur yang disimpan selama 30 hari dan tidak berubah signifikan pada sosis dengan penyimpanan kultur selama 45 hari.

Rataan total bakteri asam laktat di dalam sosis fermentasi daging sapi dan daging domba adalah $1,93 \times 10^{12}$ CFU/g dan $5,73 \times 10^{10}$ CFU/g. Adanya kecenderungan jumlah populasi bakteri asam laktat yang lebih besar pada sosis fermentasi daging sapi kemungkinan disebabkan oleh kultur yang digunakan diisolasi dari daging sapi sehingga lebih mudah beradaptasi pada jenis daging tersebut. Grafik populasi bakteri asam laktat sosis fermentasi terdapat pada Gambar 1.

Tabel 2. Kualitas mikrobiologis sosis fermentasi (CFU/g)

Parameter	Perlakuan penyimpanan kultur starter kering							
	Kultur H-0		Kultur H-15		Kultur H-30		Kultur H-45	
	Sapi	Domba	Sapi	Domba	Sapi	Domba	Sapi	Domba
BAL	$1,35 \times 10^{11}$ a	$7,02 \times 10^{10}$ a	$7,59 \times 10^{12}$ b	$1,59 \times 10^{11}$ a	$1,60 \times 10^{07}$ c	$9,42 \times 10^{07}$ c	$1,44 \times 10^{08}$ c	$2,54 \times 10^{06}$ c
<i>S. aureus</i>	$1,67 \times 10^{05}$ a	$3,02 \times 10^{04}$ b	$1,83 \times 10^{04}$ b	$3,38 \times 10^{04}$ b	$1,62 \times 10^{04}$ b	$9,57 \times 10^{05}$ a	$1,37 \times 10^{05}$ a	$2,12 \times 10^{05}$ a
<i>Coliform</i>	$< 0,03 \times 10^{02}$	$< 0,03 \times 10^{02}$	$0,93 \times 10^{02}$	$0,93 \times 10^{02}$	$< 0,03 \times 10^{02}$	$< 0,03 \times 10^{02}$	$2,40 \times 10^{02}$	$0,09 \times 10^{02}$
<i>Salmonella</i>	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif

Keterangan : superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$).



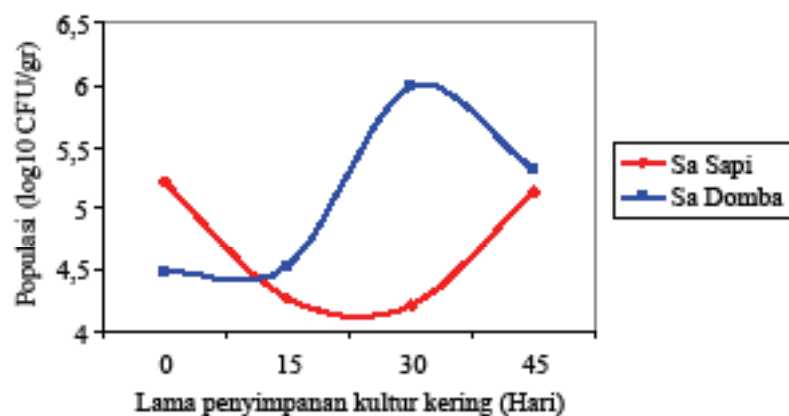
Gambar 1. Grafik populasi bakteri asam laktat sosis fermentasi

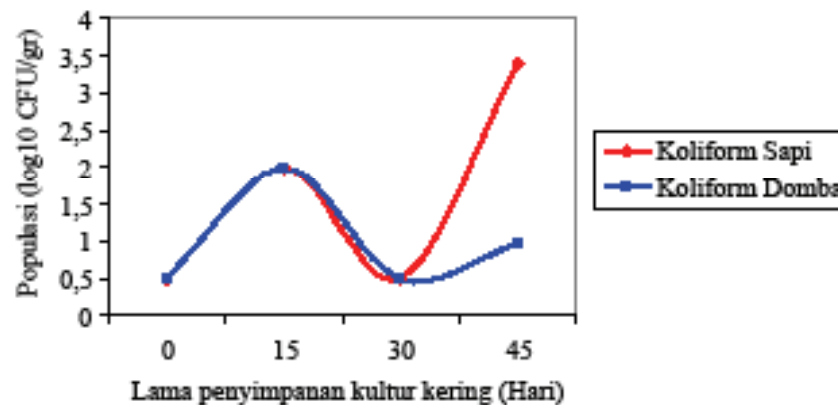
***Staphylococcus aureus*.** Total *S. aureus* pada sosis fermentasi daging sapi mengalami penurunan hingga penyimpanan kultur selama 30 hari, namun mengalami kenaikan kembali pada penyimpanan kultur selama 45 hari, sedangkan total *S. aureus* pada sosis fermentasi daging domba mengalami kenaikan mulai penyimpanan kultur selama 30 hari hingga penyimpanan selama 45 hari. Total *S. aureus* di dalam sosis fermentasi dipengaruhi baik oleh kultur perlakuan penyimpanan kultur maupun penggunaan jenis daging.

Perbedaan total *S. aureus* pada sosis fermentasi ini dipengaruhi oleh aktivitas dari kultur starter yang telah mengalami penyimpanan. Faktor lain yang mempengaruhi total *S. aureus* adalah proses fermentasi,

pengasapan dan pengeringan sosis. Menurut Branen & Davidson (1993), aktivitas bakteriostatik dan fungistatik dari aroma asap yang dihasilkan selama proses pengasapan ternyata dapat menekan jumlah bakteri patogen seperti *E. coli*, *Staphylococcus* dan *Pseudomonas* yang terdapat dalam makanan. Asam alifatik dan komponen fenol asap berkontribusi untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen maupun kapang. Grafik populasi total *S. aureus* sosis fermentasi terdapat pada Gambar 2.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Arkoudelos *et al.* (1998) yang menunjukkan adanya eliminasi maupun penghambatan bakteri patogen *S. aureus* pada produk fermentasi daging oleh starter

Gambar 2. Grafik populasi total *S. aureus* sosis fermentasi



Gambar 3. Grafik populasi koliform sosis fermentasi

kultur *L. plantarum*. Penghambatan terhadap *Staphylococcus* disebabkan adanya senyawa antimikroba yang diproduksi oleh bakteri asam laktat tertentu. *L. plantarum* menghasilkan senyawa antimikroba laktolin yang ternyata dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* (Davidson & Hoover, 1993). Senyawa antimikroba lain yang dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus* adalah hidrogen peroksida yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (Leroy & Vuyst, 1999).

Kondisi asam juga mempengaruhi penghambatan terhadap *Staphylococcus*. Penurunan pH sosis sampai pH 5,3 sudah cukup dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus* dan juga menghambat pembentukan enterotoksin. Selain dengan konsentrasi asam yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, suhu fermentasi juga mempengaruhi dalam penghambatan *Staphylococcus*. Suhu optimum pertumbuhan *S. aureus* adalah 35 – 37°C, suhu minimum 6,7°C dan suhu maksimum 45,5°C. Bakteri ini dapat tumbuh pada pH 4,0 – 9,8 dengan pH optimum sekitar 7,0 – 7,8. Pertumbuhan pada pH mendekati 9,8 hanya mungkin bila substratnya mempunyai komponen yang baik untuk pertumbuhannya (Supardi & Sukamto, 1999). Oleh karena itu pada penelitian ini, suhu fermentasi yang digunakan adalah suhu ruang (26-27°C).

Koliform. Lama penyimpanan kultur tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap jumlah koliform sampai 45 hari penyimpanan. Hal ini terjadi karena bakteri asam laktat mengandung antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Hal ini sejalan dengan penelitian Ogunbawo *et al.* (2003) yang melaporkan bahwa bakteriosin yang diproduksi oleh *L. plantarum* F1 yang diisolasi dari singkong fermentasi asli Nigeria mampu menghambat pertumbuhan mikroba *E. coli* NCTC10418. Vuyst & Vandamme (1994) menyatakan bahwa sinergis asam-asam organik tertentu misalnya asam asetat dan asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat akan menghambat pertumbuhan *E. coli* dan *Salmonella*. Kisaran suhu pertumbuhan optimum *E. coli* adalah 37°C dengan pH 7,0-7,5. Kisaran pH pada sosis fermentasi daging sapi dan domba yang dihasilkan yaitu 4,1-4,7, sehingga menyebabkan terjadinya penghambatan pertumbuhan *E. coli* pada produk. Grafik populasi koliform dapat dilihat pada Gambar 3.

Bakteri asam laktat spesies *L. plantarum* dapat menghasilkan senyawa antimikroba hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida berfungsi untuk menurunkan permeabilitas molekul struktur dari *E. coli* melalui mekanisme laktoperoksidase dan tiosianat, hidrogen

peroksidase dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *E. coli*, *Salmonella* dan *Staphylococcus* (Jenie & Rini, 1995).

Salmonella. *Salmonella* termasuk ke dalam bakteri patogen dan berbahaya. *Salmonella* merupakan bakteri Gram negatif, anaerob fakultatif dan memiliki flagella peritrikat (Savadogo *et al.*, 2006). Bakteri ini memproduksi asam hasil fermentasi dan H_2S , tumbuh optimum pada suhu 37°C dengan pH 4-9 dan a_w minimum 0,95 (Varnam & Sutherland, 1995).

Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa di dalam sosis fermentasi, baik daging sapi maupun daging domba, tidak mengandung *Salmonella*. Aktivitas bakteri asam laktat di dalam sosis yang masih baik dapat menghasilkan senyawa organik, bakteriosin dan antimikroba yang efektif menghambat pertumbuhan bakteri patogen, misalnya H_2O_2 yang dihasilkan *L. plantarum* dapat menghambat pertumbuhan *Salmonella* (Nowroozi *et al.*, 2004). Kandungan a_w pada sosis fermentasi baik daging sapi maupun domba yang berkisar pada 0,88, menyebabkan terhambatnya pertumbuhan *Salmonella*. Hal ini disebabkan *Salmonella* memiliki a_w optimum sekitar 0,91-0,95 (Fontana, 1998).

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Bromberg *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa *S. typhimurium* ATCC 14028 dapat dihambat oleh strain bakteri asam laktat yang diisolasi dari produk daging. Selain itu, El-Naggar (2004) juga melaporkan bahwa *L. plantarum* dapat menghambat pertumbuhan *S. typhimurium* yang tumbuh pada berbagai produk hasil ternak.

KESIMPULAN

L. plantarum yang dikeringkan dengan metode *freeze drying* mengalami peningkatan viabilitas sebesar 3 log. Viabilitas kultur kering *L. plantarum* bertahan baik sampai masa penyimpanan 15 hari, kemudian mengalami

penurunan yang signifikan pada penyimpanan 30 dan 45 hari. Kualitas mikrobiologis di dalam sosis fermentasi dapat dipertahankan sampai diberi kultur starter yang disimpan selama 30 hari. Sosis yang diberi kultur dengan lama penyimpanan 45 hari kualitas mikrobiologisnya kurang baik. Hal ini terlihat pada jumlah *E. coli* dan *Staphylococcus* dengan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan sosis lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Hibah Kompetisi A2 2006 DIKTI, Departemen Pendidikan Nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 1995. Official Methods of Analysis, Washington DC.
- Arief, I.I. 2000. Pengaruh aplikasi kultur kering dengan beberapakombinasi mikroba terhadap kualitas fisiko-kimia dan mikrobiologi sosis fermentasi. Tesis. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Arief I. I., R. R. A. Maheswari & T. Suryati. 2005. Isolasi beberapa Bakteri Asam Laktat dari Daging Sapi. Kumpulan Makalah Seminar Hasil Penelitian Departemen IPT. Desember 2005. Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Arkoudelos, J. S., G. J. E. Nychas & F. Samaras. 1998. The occurrence of *Staphylococci* on Greek fermented sausages. Fleischwirtschaft International. J. for Meat Production and Meat Processing (2).
- Branen, A.L. & P.M. Davidson. 1993. Antimicrobial in Food. Marcel Pekker, New York.
- Bromberg, R., I. Moreno, C.L. Zagagini, R.R. Delboni & J. de Oliveira. 2004. Isolation of bacteriocin-producing lactic acid bacteria from meat and meat products and its spectrum of inhibitory activity. Brazilian J. Microbiology 35:137-144.
- Bryant, T. 2005. Probabilistic Identification of Bacteria. <http://som.soton.ac.uk>. [18 Maret 2006].
- Bucio, A., R. Hartemink, J. W. Schrama, J. Verreth & F. M. Rombouts. 2005. Survival

- of *Lactobacillus plantarum* 44a after spraying and drying in feed and during exposure to gastrointestinal tract fluids in vitro. J. Gen. Appl. Microbiol. 51 : 221–227.
- Davidson, P. M. & D. G. Hoover.** 1993. Antimicrobial components from lactic acid bacteria. In: Salminen, S. & A. Wright (Eds.). Lactic Acid Bacteria. Marcel Dekker, New York.
- El-Naggar, M. Y. M.** 2004. Comparative study of probiotic cultures to control the growth of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium*. Biotechnology 3: 173-180.
- ErdoTMrul, Ö. T., Ö. Cetin & Ö. Ergün.** 2002. A study on metabolic and antimicrobial activities of *Pediococcus pentosaceus* isolated from fermented sausage. Pakistan J. Biological Science. 5:594-596.
- Fontana, 1998.** Water Activity: Why it is Important for Food Safety. International Conference on Food Safety, November 16-18, Albuquerque, NM.
- Jay, J. M.** 2000. Modern Food Microbiology. 6th Edit. An ASPEN Publication. Gaithersburg, Maryland.
- Jenie, B. S. L. & S. E. Rini.** 1995. Aktivitas antimikroba dari beberapa spesies *Lactobacillus* terhadap mikroba patogen dan perusak makanan. Bul. Tek. dan Industri Pangan. 6:46-51.
- Kato, T. T. Matsuda, E. Ogawa, H. Kato, U. Doi & R Nakamura.** 2004. Plantaricin 149, a bacteriosin produced by *Lactobacillus plantarum* NRI 149. J. of Fermentation and Engineering 77:277-282.
- Leroy, F. & L. D. Vuyst.** 1999. Temperature and pH conditions that prevail during fermentation of sausages are optimal for production of the antilisterial bacteriocin Sakacin K. Applied and Environmental Microbiology 65: 974–981.
- Nowroozi, J., M. Mirzaii & M. Norouzi.** 2004. Study of *Lactobacillus* as probiotic bacteria. Iranian J. Publ. Health 33:1-7.
- Ogunbawo, S. T., A. I. Sanni & A. A. Onilude.** 2003. Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1. African J. of Biotechnology 2:219-227.
- Savadogo, A., C. A. T. Outtara, I. H. N. Bassole & A. S. Traore.** 2006. Bacteriocins and lactic acid bacteria – a minireview. African Journal of Biotechnology 5: 678-683.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan: B. Sumantri. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Supardi, I. & Sukamto.** 1999. Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Penerbit Alumni, Bandung.
- Varnam, A. N. & J. P. Sutherland.** 1995. Meat and Meat Products. Chapman and Hall, London.
- Vuyst, L. D. & E. J. Vandamme.** 1994. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Application. Blackie Academic and Professional, London.