

# MUTU SOSIS FERMENTASI IKAN PATIN (*Pangasius sp.*) SELAMA PENYIMPANAN SUHU RUANG

## *Quality of Fermented Sausage of Catfish (*Pangasius sp.*) during Storage at Room Temperature*

Rita Marsuci Harmain<sup>1\*</sup>, Linawati Hardjito<sup>2</sup>, Winarti Zahiruddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Perikanan Fakultas Ilmu-ilmu Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Institut Pertanian Bogor

Diterima 4 November 2011/Disetujui 3 September 2012

### Abstract

Catfish (*Pangasius sp.*) is a potential commodity for local and export market. Fermented sausage which is highly flavor product and has specific aroma provides health benefit. The study was aimed to characterise fermented sausage of catfish (*Pangasius sp.*) during storage at room temperature for 0, 4, 8, 12 and 16 days including hedonic sensory, microbiological and chemical characteristics. Fermented sausage of catfish using lactic acid bacteria *Lactobacillus plantarum* 1B1 used to optimize the fermentation process. Analysis conducted during storage include hedonic sensory (texture, color, flavor), chemical (pH and  $a_w$ ) and microbiological (total plate count), total lactic acid bacteria *L. plantarum* 1B1, *Escherichia coli*, *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.*, and mold/yeast) to obtain the best storage time. The result showed that the hedonic sensory was like-neutral, the chemical profile showed pH of 3,93-3,69 and  $a_w$  of 0,88-0,79. Microbiological profile obtained total plate count  $1.8 \times 10^8$  CFU/g, total lactic acid bacteria *L. plantarum* 1B1  $8.8 \times 10^8$  CFU/g. During storage there were no bacteria *E. coli*, *Staphylococcus sp.* and *Salmonella sp.*, but the molds/yeasts obtained in storage on the 8th to 16th day.

Key words: chemical, fermented sausage, hedonic sensory, microbiology, storage.

### Abstrak

Ikan patin (*Pangasius sp.*) merupakan salah satu komoditi yang berpotensi untuk pasar lokal dan ekspor. Produk sosis fermentasi bermanfaat bagi kesehatan dan ber-flavor. Penelitian bertujuan untuk menentukan karakteristik sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari pada suhu ruang yang meliputi sensori hedonik, mikrobiologi dan kimia. Sosis fermentasi ikan patin menggunakan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* 1B1 yang dapat mengoptimalkan proses fermentasi. Analisis yang dilakukan selama penyimpanan meliputi analisis sensori hedonik, analisis kimia (pH dan  $a_w$ ) dan analisis mikrobiologi (total koloni mikroba (*total plate count*), total bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1, *Escherichia coli*, *Staphylococcus sp.*, *Salmonella sp.*, dan kapang/khamir) untuk memperoleh waktu penyimpanan terbaik. Hasil penelitian diperoleh bahwa sensori hedonik dengan atribut suka-netral. Kimia dengan nilai kisaran pH 3,93-3,69 dan  $a_w$  dengan kisaran 0,88-0,79. Mikrobiologi diperoleh total koloni mikroba (*total plate count*) yaitu  $1,8 \times 10^8$  CFU/g, total bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 yaitu  $8,8 \times 10^8$  CFU/g dan selama penyimpanan tidak terdapat bakteri *E. coli*, *Staphylococcus sp.* dan *Salmonella sp.*, namun kapang/khamir diperoleh pada penyimpanan pada hari ke-8 sampai hari ke-16

Kata kunci: kimia, mikrobiologi, penyimpanan, sosis fermentasi, sensori hedonik

### PENDAHULUAN

Ikan patin (*Pangasius sp.*) merupakan salah satu komoditas akuakultur di Indonesia

dengan produksi pada tahun 2010 sebesar 273,554 ton (KKP 2011). Ikan patin sebagai sumber pangan berprotein juga mengandung asam amino, asam lemak, vitamin dan mineral, dapat dikonsumsi dalam bentuk segar. Ikan pada umumnya mudah mengalami

\*Korespondensi: Jl. Jend. Sudirman No.6 Kota Gorontalo 96128, Tlp. +62 435 821125, Fax. +62 435 821752, e-mail: rmarsuci@yahoo.com

pembusukan (*perishable food*), untuk mengantisipasi hal tersebut dengan teknologi pengolahan ikan, salah satunya melalui produk sosis fermentasi berbahan baku ikan. Leroy *et al.* (2006) mengemukakan bahwa sosis fermentasi berupa daging mentah yang dimasukkan ke dalam casing, ditambahkan kultur starter bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dan *Pediococcus*, serta dilakukan proses fermentasi dan pematangan.

Ikan patin dapat diolah menjadi produk sosis fermentasi disebabkan selain memiliki rasa daging yang lezat juga berpotensi menjadi produk olahan berupa sosis sebagai salah satu bahan baku yang dapat menggantikan bahan baku daging lainnya seperti ayam dan daging sapi. Sosis fermentasi menggunakan bakteri asam laktat berperan untuk mengawetkan daging disebabkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusukan makanan sehingga memiliki masa simpan dapat bertahan lama. Khan *et al.* (2010) mengemukakan bahwa bakteriosin sebagai antimikroba yang diproduksi oleh bakteri asam laktat berperan untuk mengawetkan daging dan sayuran disebabkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusukan makanan.

Produk sosis fermentasi memanfaatkan bakteri asam laktat yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan pangan. Rantsiou *et al.* (2005) mengemukakan bahwa bakteri asam laktat yang terdapat pada sosis fermentasi, berperan sebagai bioproteksi dan biopreservasi dalam meningkatkan keamanan pangan pada produk tersebut. Bakteri asam laktat yang digunakan pada produk fermentasi ikan patin berupa kultur starter. Bakteri asam laktat dapat digunakan sebagai kultur starter yakni apabila telah mencapai jumlah koloni bakteri yakni 107-108 CFU/mL (Ishibashi dan Shimamura (1993); Rebutti *et al.* (2007); Adams *et al.* (2008)).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rebutti *et al.* (2007), Riebroy *et al.* (2008), dan Arief *et al.* (2008) mengenai sosis fermentasi berbahan baku daging

menggunakan bakteri asam laktat yang dapat menghambat bakteri patogen dan memenuhi persyaratan keamanan pangan. Berdasarkan alasan tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai proses sosis fermentasi ikan patin untuk memperoleh waktu penyimpanan terbaik selama 16 hari pada suhu ruang secara sensori hedonik, mikrobiologi dan kimia, sehingga sosis fermentasi berbahan baku ikan patin aman untuk dikonsumsi dan memenuhi syarat sesuai BSN (1995). Penelitian bertujuan untuk menentukan waktu penyimpanan terbaik pada sosis fermentasi ikan patin secara sensori hedonik (tekstur, warna, aroma dan rasa), mikrobiologi (total koloni mikroba atau *total plate count* (TPC), total bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Salmonella* sp., dan kapang/khamir) serta parameter kimia (pH dan  $a_w$ ), selama waktu penyimpanan 16 hari pada suhu ruang.

## MATERIAL DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (IPB), susu skim steril, sukrosa, *de Mann Rogosa Sharpe Broth* (MRSB), *de Mann Rogosa Sharpe Agar* (MRSA), akuades, daging lumat ikan patin, selongsong, gula, es batu, minyak jagung, tepung tapioka, lada, bawang putih, bawang bombay, garam, angkak, *isolate Soy Protein* (ISP) dan karagenan jenis SR.EC.01 (produksi CV. Ocean Fresh), serbuk gergaji, tempurung kelapa, sabut kelapa, *Plate Count Agar* (PCA), *Buffered Peptone Water* (BPW) 0,1%, *Butterfield's phosphate-buffered water* ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ), sodium klorida 0,85%, *Lauryl Sulfate Tryptose* (LST) *Broth*, *E. coli* (EC) *Broth*, *Levine-Eosin Methylene Blue* (L-EMB) *Agar*, *Lactose Broth* (LB), *Rappaport-Vassiliadis* (RV), *Tetrathionate* (TT) *Broth*, *Bismuth Sulfite* (BS) *Agar*, *Xylose Lysine Desoxycholate* (XLD) *Agar*, *Hectoen Enteric* (HE) *Agar*, *Triple Sugar Iron* (TSI) *Agar*, *Lysin Eisen* (LI) *Agar*, *Baird*

*Parker Agar (BPA), egg yolk tellurite emulsion, dan Potato Dextrose Agar (PDA).*

Alat yang digunakan terdiri atas timbangan, *grinder, food processor, blender, stuffer, steamer* dan *smoke house*, alat-alat gelas, pipet, mikropipet, oven, inkubator, timbangan analitik, pemanas listrik, sudip, autoklaf, bunsen, laminar, *shaker*, pipet ukuran 1 mL steril, jarum inokulasi, stomacher, tabung Durham, *stick hockey*, kantong steril, slide kaca, mikroskop, oven, timbangan analitik, pemanas listrik, bunsen, *steam bath*, hot plate, buret, corong, labu takar 50 mL, labu Erlenmeyer 125 mL, pH-meter Orion 410 A,  $a_w$ -meter WA-360.

### Metode Penelitian

Tahap penelitian meliputi kultur bakteri asam laktat berdasarkan metode Adams *et al.* (2008) dan Arief *et al.* (2008). Bakteri asam laktat yang digunakan adalah *L. plantarum* 1B1 yang telah dilakukan penyegaran dalam susu skim steril sebagai kultur kerja dan memenuhi syarat sebagai kultur starter yakni  $10^8$ - $10^9$  CFU/g yang telah diuji pada media uji MRSA. Sosis fermentasi ikan patin dilakukan penyimpanan pada suhu ruang dengan pengamatan hari ke-0, ke-4, ke-8, ke-12 dan hari ke-16 dan dilakukan analisis. Analisis terdiri atas analisis sensori hedonik, mikrobiologi terdiri atas total koloni mikroba (TPC), bakteri asam laktat, *E. coli*, *Staphylococcus* sp., *Salmonella* sp., dan kapang/khamir serta analisis kimia terdiri atas pH dan  $a_w$ . Metode pembuatan sosis fermentasi mengikuti prosedur Arief *et al.* (2008) yang telah dimodifikasi.

Uji hedonik digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan terhadap produk dengan menggunakan lembar penilaian. Panelis yang digunakan adalah tidak terlatih sebanyak 30 orang. Penilaian contoh yang diuji berdasarkan tingkat kesukaan panelis. Tingkat kesukaan bervariasi tergantung dari rentangan mutu yang ditentukan. Penilaian dapat diubah dalam bentuk angka dan selanjutnya dapat dianalisis secara statistik non parametrik

dengan Kruskal Wallis, dilanjutkan dengan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk melihat perbedaan pada sampel. Uji Duncan (BSN 2006) dilanjutkan apabila berpengaruh nyata.

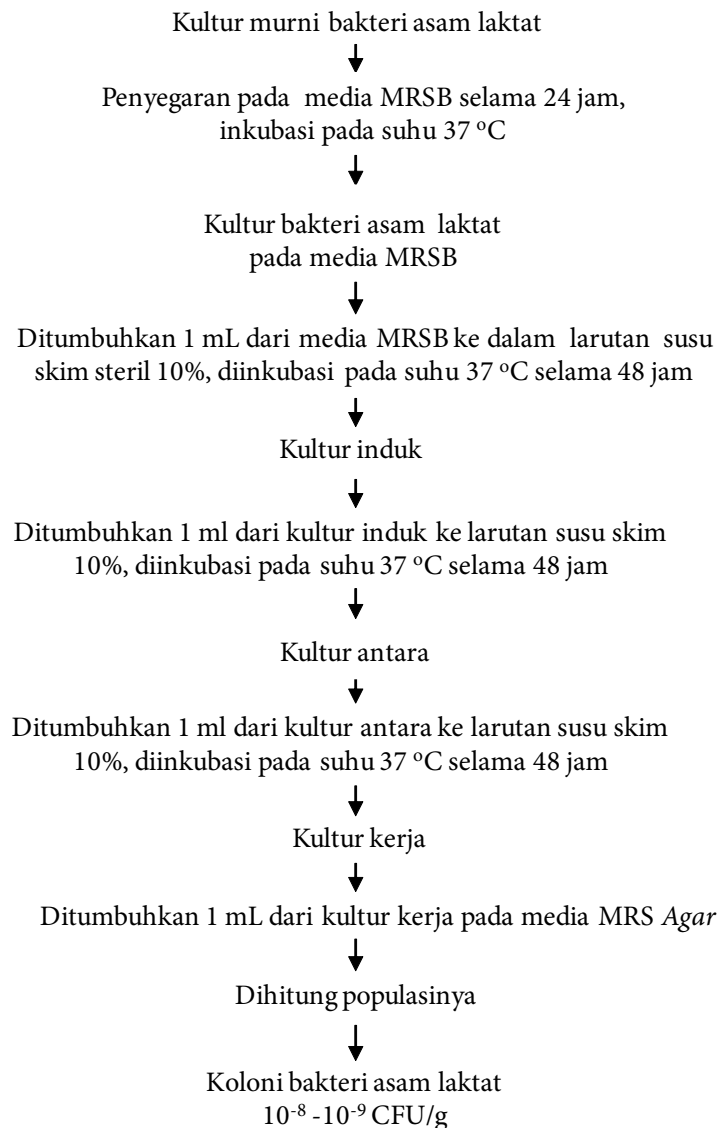
Analisis mikrobiologi menggunakan metode FDA (1998) meliputi pengujian kuantitatif total koloni mikroba, total bakteri asam laktat, *E. coli*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus* sp. dan kapang/khamir. Analisis pH dan  $a_w$  menggunakan pH meter Orion 410 A dan Shibaura  $a_w$  meter WA-360.

Analisis data menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal atau satu faktor dengan asumsi kondisi unit percobaan relatif homogen. Faktor tunggal adalah perlakuan waktu penyimpanan (hari). Variabel yang diamati adalah waktu penyimpanan hari ke-0, ke-4, ke-8, ke-12 dan hari ke-16, yang disimpan pada suhu ruang dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Hasil uji dilakukan dengan analisis ragam (ANOVA). Hasil uji yang dilakukan berbeda nyata apabila  $F$  hitung >  $F$  tabel pada taraf nyata  $\alpha$  0,05 maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji Duncan (Matjik dan Sumertajaya 2006).

Uji sensori hedonik secara keseluruhan (tekstur, warna, aroma dan rasa) pada penelitian ini menggunakan statistik non parametrik metode Kruskal Wallis (BSN 2006). Analisis data dilanjutkan menggunakan Multiple Comparison untuk data analisis ragam (ANOVA), jika hasil analisis diperoleh signifikan (berbeda nyata), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan Multiple Test. Semua data sensori hedonik diolah secara statistik menggunakan program SPSS 16.0.

Kultur bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 yang digunakan pada penelitian ini mengikuti prosedur kultur bakteri asam laktat (Adams *et al.* 2008; Arief *et al.* 2008). Diagram alir kultur bakteri asam laktat disajikan pada Gambar 1.

Proses pembuatan sosis fermentasi ikan patin pada penelitian ini berdasarkan Arief *et al.* (2008) yang telah dimodifikasi. Skema proses pembuatan sosis fermentasi ikan patin disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1 Diagram alir kultur starter bakteri asam laktat (Adams *et al.* 2008; Arief *et al.* 2008).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

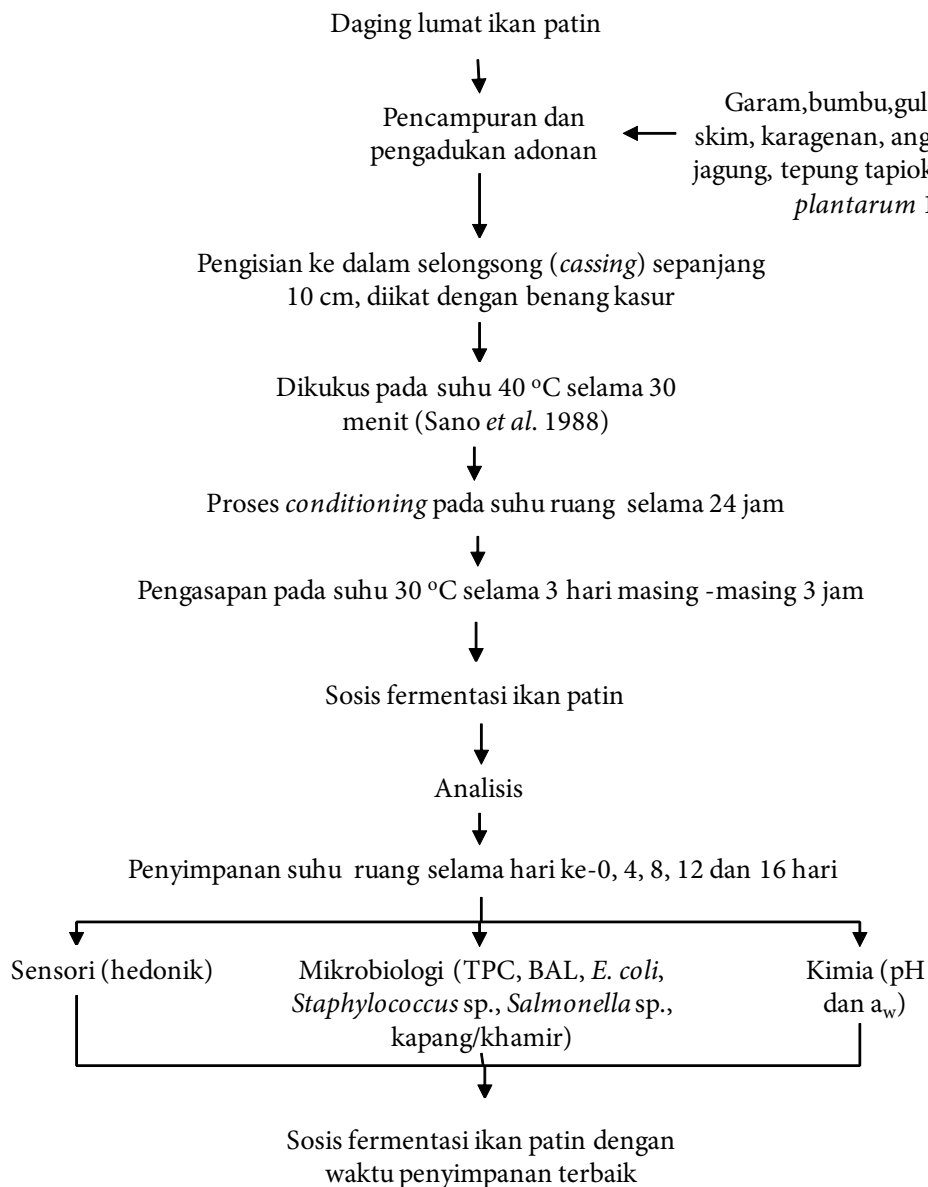
Jumlah koloni bakteri *L. plantarum* 1B1 berupa kultur starter yang digunakan pada penelitian ini adalah  $1,45 \times 10^{10}$  CFU/mL, yang berasal dari larutan pengenceran  $10^{-8}$  CFU/mL. Hasil penelitian Ishibashi dan Shimamura (1993) dan Rebucci *et al.* (2007) dilaporkan bahwa jumlah bakteri asam laktat sebagai kultur starter dari genus *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* dan *Carnobacterium* dapat digunakan pada produk pangan yaitu pada jumlah koloni bakteri  $10^7$  CFU/mL. Adams *et al.* (2008) dan Arief *et al.* (2008)

menyatakan bahwa jumlah koloni bakteri asam laktat yang dapat digunakan sebagai kultur starter adalah  $10^7$ - $10^8$  CFU/mL.

Pengendalian bakteri patogen pada produk pangan dapat dilakukan melalui teknologi fermentasi dan aplikasi kultur starter bakteri tertentu, selain penggunaan pangan berbahan baku daging yang masih segar serta dengan proses penanganan yang higienis (Hammes *et al.* 2003).

## Sensori hedonik

Sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari pada suhu ruang



Gambar 2 Diagram alir pembuatan sosis fermentasi ikan patin.

meliputi parameter tekstur, warna, aroma dan rasa. Histogram nilai sensori hedonik sosis fermentasi ikan patin yang meliputi tekstur, warna aroma dan rasa selama 16 hari penyimpanan suhu ruang disajikan pada Gambar 3.

### Tekstur

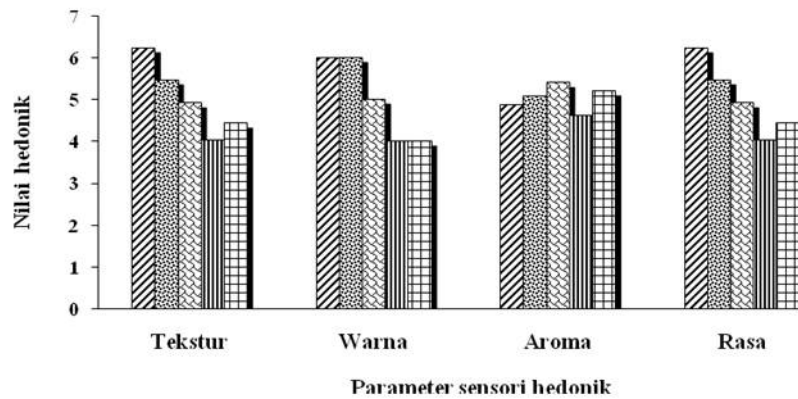
Nilai tekstur sosis fermentasi ikan patin pada waktu penyimpanan hari ke-0 dengan atribut suka, hari ke-4 dengan atribut agak suka, hari ke-8 sampai pada hari ke-16 dengan

atribut netral.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap tekstur sosis fermentasi ikan patin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa sensori hedonik tekstur sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan hari ke-0 berbeda nyata dengan tekstur sosis penyimpanan hari ke-4, ke-8, ke-12 dan ke-16. Tekstur sosis fermentasi ikan patin pada hari ke-12, tidak berbeda nyata pada hari ke-16.

Komponen bahan sosis fermentasi





Gambar 3 Histogram sensori hedonik sosis fermentasi ikan patin selama 16 hari penyimpanan pada suhu ruang. ▨ 0 hari, ▩ 4 hari, ▪ 8 hari, ▮ 12 hari, ▯ 16 hari.

ikan patin yang berkontribusi terhadap tekstur adalah pemakaian tepung tapioka, ISP, karagenan dan susu skim. Ayadi *et al.* (2009) mengemukakan bahwa interaksi antara protein dan polisakarida pada bahan pangan berperan penting terhadap struktur dan stabilitas produk olahan. Sifat fungsional protein seperti solubilitas, pembentukan gel dan pembentukan emulsi akan dipengaruhi oleh interaksi dengan polisakarida.

### Warna

Nilai warna sosis fermentasi ikan patin yaitu waktu penyimpanan hari ke-0 dan hari ke-4 dengan atribut suka dan pada waktu penyimpanan hari ke-8, hari ke-12 dan hari ke-16 dengan atribut netral. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap warna sosis fermentasi ikan patin. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa warna waktu penyimpanan hari ke-8 berbeda nyata dengan hari ke-0, ke-4, ke-12 dan ke-16. Warna pada penyimpanan hari ke-0 dan hari ke-4, tidak berbeda nyata dengan hari ke-12 dan ke-16, namun berbeda nyata dengan hari ke-8. Perubahan warna pada waktu penyimpanan hari ke-8 lebih menjadi warna merah kecokelatan dibandingkan dengan waktu penyimpanan hari ke-0, ke-4. Waktu penyimpanan hari ke-12 dan ke-16 warna sosis fermentasi ikan patin lebih kecokelatan.

Warna sosis fermentasi ikan patin salah

satunya terbentuk dari proses pengasapan yang diberikan. Rozum (2009) mengemukakan bahwa senyawa yang terbentuk dari hasil proses pengasapan yang berasal dari pyrolysis selulosa dan hemiselulosa adalah senyawa aldehid (terutama glikoaldehid dan piruvaldehid), berkontribusi dalam pembentukan warna pada permukaan daging. Pencokelatan pada produk yang diasap merupakan salah satu dari reaksi Maillard, yaitu senyawa karbonil dari proses asap bereaksi dengan asam amino yang berasal dari pangan tersebut. Warna yang terbentuk pada produk pangan yang diasap berhubungan dengan suhu, humiditas, kandungan protein dan sumbernya serta waktu. Reaksi ini berlangsung selama suhu ruang namun sangat lambat.

### Aroma

Aroma pada sosis fermentasi ikan patin dengan waktu penyimpanan hari ke-0, hari ke-4 dan hari ke-8 dan ke-16 yaitu atribut suka. Pada waktu penyimpanan hari ke-12 yaitu dengan atribut netral. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap aroma sosis fermentasi ikan patin. Flavor pada sosis fermentasi daging juga berasal dari oksidasi lemak, asam lemak dan senyawa volatil hasil fermentasi seperti asam asetat, diasetil dan feniletanol. Zhang *et al.* (2010) mengemukakan bahwa salah satu terbentuknya flavor pada produk pangan yaitu terjadi oksidasi lemak,

asam lemak bebas yang dihasilkan melalui lipolisis dan hidrolisis, dan senyawa volatil yang terbentuk dari proses fermentasi. Mikroorganisme selama fermentasi turut menghasilkan asam organik, mengkonversi peptida dan asam amino, aldehyd dan asam yang berperan dalam pembentukan flavor. Ordóñez *et al.* (2004) mengemukakan bahwa asam laktat merupakan senyawa flavor utama yang berperan penting pada produk fermentasi daging.

Hasil penelitian Spaziani *et al.* (2008) menunjukkan bahwa salah satu hasil metabolisme bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dan *Leuconostoc* adalah fenilalanin seperti benzaldehyd, fenilasetaldehyd (terutama pada anggur), dan feniletanol sebagai senyawa volatil yang turut menghasilkan flavor pada sosis fermentasi Italia. Todorov *et al.* (2010) menyatakan bahwa asam organik dan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat tidak hanya meningkatkan aroma fermentasi daging tetapi juga memperpanjang umur simpan.

### Rasa

Sosis fermentasi ikan patin pada waktu penyimpanan hari ke-0 dan hari ke-4 yaitu dengan atribut suka, hari ke-8, ke-12 dan ke-16 dengan atribut netral. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap atribut rasa sosis fermentasi ikan patin dan uji lanjut Duncan diperoleh bahwa waktu penyimpanan ke-4 dan ke-16 berbeda nyata dengan waktu penyimpanan hari ke-0, ke-8 dan ke-12.

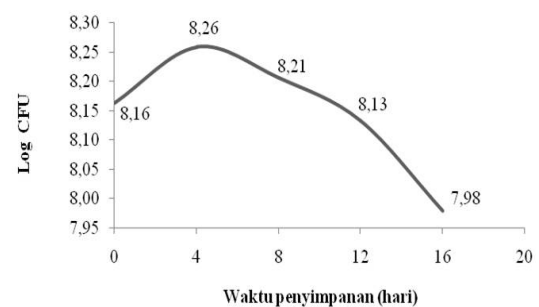
Naes *et al.* (1995) dan Zhang *et al.* (2010) mengemukakan bahwa rasa pada produk fermentasi daging selain disebabkan oleh asam laktat juga berasal dari senyawa dengan berat molekul rendah seperti peptida dan asam amino bebas, aldehyd, asam organik dan amina yang dihasilkan dari proteolisis. Rantsiou *et al.* (2005) mengemukakan bahwa pada sosis fermentasi daging, selain menghasilkan asam laktat, juga menghasilkan sedikit asam asetat, etanol, asetoin, karbondioksida dan asam piruvat yang

menghasilkan flavor (aroma dan rasa) pada sosis, tergantung pada aplikasi kultur, substrat karbohidrat, sumber protein daging dan senyawa aditif yang digunakan.

### Hasil analisis total koloni mikroba (TPC)

Pertumbuhan total koloni mikroba pada sosis fermentasi ikan patin selama 16 hari penyimpanan disajikan pada Gambar 4. Total jumlah koloni mikroba pada sosis fermentasi ikan patin pada penyimpanan hari ke-0 yaitu sebesar  $1,4 \times 10^8$  CFU/g, kemudian meningkat dan mencapai puncak pada penyimpanan hari ke-4 ( $1,8 \times 10^8$  CFU/g). Jumlah total koloni mikroba tersebut selanjutnya mengalami penurunan sampai pada hari penyimpanan ke-16 ( $9,5 \times 10^7$  CFU/g). Penambahan bakteri asam laktat *L. plantarum* pada adonan sosis fermentasi ikan patin sebagai kultur starter, tumbuh maksimal pada hari ke-4, sebab nutrisi yang dibutuhkan bagi pertumbuhan bakteri tersebut masih mendukung. Jumlah nutrisi yang tersedia dalam media (sosis) selanjutnya mulai berkurang sehingga terjadi kompetisi dengan mikroba lain yang mengakibatkan jumlah mikroba turun. Buckle *et al.* (1985) menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah suplai gizi (makanan), pH, aw, suhu, waktu dan tersedianya oksigen.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap total koloni mikroba sosis fermentasi ikan patin, artinya jumlah total koloni mikroba yang tumbuh tidak jauh berbeda selama waktu



Gambar 4 Pertumbuhan total koloni mikroba (TPC) selama 16 hari penyimpanan pada sosis fermentasi ikan patin.

penyimpanan. Penurunan jumlah total koloni mikroba pada sosis fermentasi ikan patin disebabkan penghambatan oleh bakteri asam laktat terhadap mikroba lain.

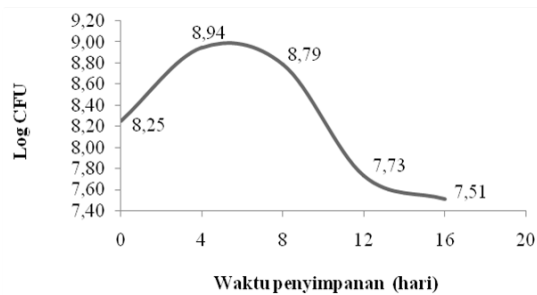
Bakteri asam laktat yang ditambahkan pada pembuatan sosis fermentasi menghasilkan senyawa antimikroba atau bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram-negatif atau termasuk pada kelompok bakteri *Enterobacteriaceae* (Vuyst dan Vandamme 1994) dan Charlier *et al.* (2009).

Persyaratan mutu sosis daging menurut BSN (1995) pada kriteria uji untuk angka lempeng total adalah maksimum  $10^5$  CFU/g, namun pada sosis fermentasi ikan patin dengan angka lempeng total maksimum  $10^8$  CFU/g disebabkan penambahan bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 sebagai kultur starter. Sosis fermentasi ikan patin memenuhi syarat mutu sosis daging berdasarkan BSN (1995) dengan penambahan bakteri asam laktat yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba lain seperti bakteri patogen dan pembusuk. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Vuyst dan Leroy (2007) dilaporkan bahwa bakteriosin mampu menghambat mikroba pembusuk seperti *Listeria monocytogenes* dan mikroba patogen seperti *S.aureus*, *E.coli* dan *Salmonella* sp.

#### Hasil analisis kuantitatif bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1

Bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 yang ditambahkan pada sosis fermentasi ikan patin mengikuti pola pertumbuhan mikroba pada umumnya, seperti yang disajikan pada Gambar 5. Koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 mulai meningkat pada hari ke-0 dan mencapai puncak pertumbuhan pada waktu penyimpanan hari ke-4 yaitu sebesar  $8,8 \times 10^8$  CFU/g dan mulai mengalami penurunan jumlah koloni sampai waktu penyimpanan hari ke-16.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1. Uji lanjut Duncan



Gambar 5 Jumlah koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang.

menunjukkan bahwa koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 sosis fermentasi ikan patin pada hari ke-4 dan ke-8 tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan hari penyimpanan ke-0, ke-12 dan ke-16. Koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 sosis fermentasi ikan patin pada waktu penyimpanan hari ke-4 dan ke-8 tidak jauh berbeda, namun berbeda dengan koloni bakteri asam laktat pada penyimpanan hari ke-0, hari ke-12 dan ke-16. Riebroy *et al.* (2007) mengemukakan bahwa penggunaan bakteri asam laktat pada produk pangan fermentasi, bertujuan untuk meningkatkan karakteristik sensorik (flavor dan rasa), mempersingkat waktu fermentasi, dan mempertahankan mutu mikrobiologi (menghambat pembentukan bakteri patogen).

Rantsiou *et al.* (2005) mengemukakan bahwa bakteri asam laktat berperan sebagai bioproteksi dan biopreservasi yang dapat meningkatkan keamanan sosis fermentasi daging disebabkan bakteri asam laktat memproduksi senyawa antimikroba bakteriosin. Khan *et al.* (2010) mengemukakan bahwa bakteriosin berupa enterosin berperan sebagai antimikroba untuk pengawetan produk daging dan sayuran yang digunakan untuk menghambat bakteri patogen dan pembusukan makanan.

#### Hasil analisis kualitatif bakteri *E.coli*

Pengamatan bakteri *E.coli* pada sosis fermentasi ikan patin bertujuan untuk mengetahui kontaminan pada sosis tersebut. Jumlah koloni bakteri *E.coli* pada



sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan disajikan pada Tabel 1.

Pertumbuhan koloni bakteri *E.coli* pada sosis fermentasi ikan patin terhambat selama waktu penyimpanan menggunakan media uji L-EMB. Hasil uji tersebut sesuai dengan persyaratan mutu sosis daging menurut BSN (1995) yang setara dengan media uji pengenceran yaitu jumlah koloni bakteri tersebut adalah <3 APM/g, hal ini berarti sosis fermentasi ikan patin masih dapat dikonsumsi. Koloni bakteri *E.coli* yang terdapat pada sosis fermentasi ikan patin diduga berasal dari daging lumat ikan patin atau selama proses pengolahan yang terkontaminasi dengan bakteri ini.

Penelitian sebelumnya oleh Saisithi *et al.* (1986) dan Riebroy *et al.* (2008) melaporkan bahwa produk Som-fug selama proses fermentasi, salah satu koloni bakteri asam laktat *L. plantarum* selain bakteri *Lactobacillus brevis*, *L. fermentum* dan *Pediococcus pentosaceus* berperan dalam menghambat bakteri *L. monocytogenes* dan *E.coli* O157:H7. Penghambatan tersebut disebabkan

Tabel 1 Hasil jumlah koloni bakteri *E.coli* pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang

Penyimpanan (hari)	Pengenceran	Hasil koloni (CFU/g) atau CFU/ml
0	10 <sup>-1</sup>	3 x 10 <sup>1</sup>
	10 <sup>-2</sup>	Negatif
	10 <sup>-3</sup>	Negatif
4	10 <sup>-1</sup>	Negatif
	10 <sup>-2</sup>	Negatif
	10 <sup>-3</sup>	Negatif
8	10 <sup>-1</sup>	Negatif
	10 <sup>-2</sup>	Negatif
	10 <sup>-3</sup>	Negatif
12	10 <sup>-1</sup>	Negatif
	10 <sup>-2</sup>	Negatif
	10 <sup>-3</sup>	Negatif
16	10 <sup>-1</sup>	Negatif
	10 <sup>-2</sup>	Negatif
	10 <sup>-3</sup>	Negatif

bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* menghasilkan senyawa antimikroba bakteriosin.

#### Hasil analisis kualitatif bakteri *Staphylococcus* sp.

Pengamatan koloni bakteri *Staphylococcus* sp. selama waktu penyimpanan 16 hari pada sosis fermentasi ikan patin disajikan pada Tabel 2. Hasil pengamatan koloni bakteri *Staphylococcus* sp. pada sosis fermentasi ikan patin menunjukkan bahwa sosis tersebut masih dapat dikonsumsi. Hal ini berdasarkan persyaratan mutu sosis daging menurut BSN (1995) yaitu jumlah koloni bakteri tersebut maksimum 10<sup>2</sup> CFU/g (BSN 1995). Sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari mengalami penghambatan. Hal ini disebabkan bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 yang digunakan pada sosis fermentasi ikan patin sebagai kultur starter, dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* sp. Hasil penelitian Charlier *et al.* (2009) melaporkan bahwa penghambatan koloni bakteri *S. aureus* oleh bakteri asam laktat, disebabkan bakteri asam laktat tersebut menghasilkan bakteriosin yang bersifat antagonistik.

Bakteri *Staphylococcus* sp. masih terdapat pada sosis dengan pengenceran 10<sup>-1</sup> disebabkan bakteri tersebut termasuk golongan bakteri Gram-positif yang masih terdapat pada makanan salah satunya pada produk sosis fermentasi. Even *et al.* (2010) menyatakan bahwa *Staphylococcus* selain ditemukan pada kulit dan selaput lendir hewan dan manusia, juga dapat ditemukan pada makanan termasuk makanan fermentasi daging dan keju.

Kaban dan Kaya (2006) mengemukakan bahwa ditemukan kasus pada beberapa jenis sosis fermentasi yang terkontaminasi dengan bakteri *Staphylococcus aureus*, misalnya salami Genoa, dry sausage dan semi dry sausage.

#### Hasil analisis kualitatif bakteri *Salmonella* sp.

Hasil uji bakteri *Salmonella* sp. secara kualitatif pada sosis fermentasi ikan patin

Tabel 2 Hasil pengamatan koloni bakteri *Staphylococcus* sp. pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang

Penyimpanan (hari)	Pengenceran	Koloni/g atau CFU/g
0	10-1	9 x 10 <sup>2</sup>
	10-2	Negatif
	10-3	Negatif
4	10-1	Negatif
	10-2	Negatif
	10-3	Negatif
8	10-1	Negatif
	10-2	Negatif
	10-3	Negatif
12	10-1	Negatif
	10-2	Negatif
	10-3	Negatif
16	10-1	Negatif
	10-2	Negatif
	10-3	Negatif

selama waktu penyimpanan 16 hari adalah negatif atau tidak ditemukan koloni bakteri *Salmonella* sp., yang telah diuji dengan media bakteri *Salmonella* sp. menggunakan BS Agar, XLD Agar dan HE Agar serta pada uji bakteri *Salmonella* sp. pada TSI Agar dan LIA.

Visessanguan *et al.* (2006) mengemukakan bahwa bakteri asam laktat menghasilkan senyawa antimikroba berupa asam organik ditandai dengan penurunan pH, karbondioksida, hidrogen peroksida dan diasetil.

Riebroy *et al.* (2007) mengemukakan bahwa pada produk sosis fermentasi dengan penambahan kultur starter bakteri asam laktat, digunakan untuk mengasamkan produk ditandai dengan turunnya pH yang bertujuan agar pertumbuhan bakteri patogen terhambat.

### Kapang/khamir

Kurva pertumbuhan kapang/khamir disajikan pada Gambar 6. Sosis fermentasi ikan patin pada penyimpanan hari ke-0 sampai hari ke-4 belum terlihat adanya pertumbuhan kapang/khamir. Pertumbuhan kapang/khamir

mulai meningkat dan mencapai puncaknya pada waktu penyimpanan hari ke-8 dengan jumlah kapang/khamir yaitu  $8.3 \times 10^6$  CFU/g, selanjutnya menurun pada waktu penyimpanan hari ke-12 dan konstan hingga penyimpanan hari ke-16.

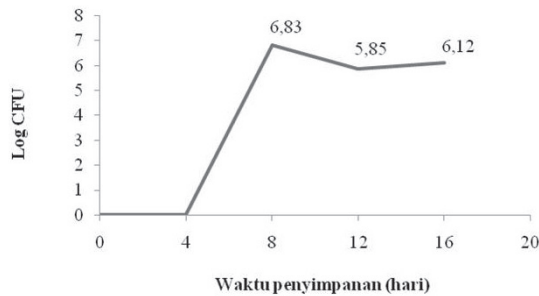
Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa waktu penyimpanan (hari) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kapang/khamir pada sosis fermentasi ikan patin. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa jumlah kapang/khamir pada penyimpanan hari ke-4, berbeda nyata dengan waktu penyimpanan hari ke-0, ke-8, ke-12 dan ke-16. Waktu penyimpanan hari ke-4, jumlah koloni kapang/khamir belum diperoleh bila dibandingkan dengan penyimpanan hari ke-0, ke-8, ke-12 dan ke-16.

Kapang/khamir dapat tumbuh pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari. Hasil penelitian Yin *et al.* (2002) dan Hu *et al.* (2008) dilaporkan bahwa pada sosis fermentasi ikan mackerel dan silver carp selama penyimpanan, terdapat adanya pertumbuhan kapang/khamir. Hasil penelitian sebelumnya oleh Abunyewa *et al.* (2000) dilaporkan bahwa jenis khamir yang terdapat pada sosis kering (salami) adalah *Candida parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Debaryomyces hansenii*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Yarrowia lipolytica*, *Cryptococcus albidus* dan *C. neoformans* yang selalu terdapat selama proses pembuatan dan pematangan.

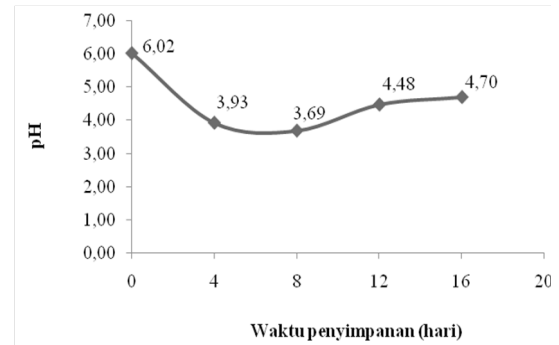
Peranan khamir turut berkontribusi terhadap flavor pada sosis fermentasi. Hasil penelitian sebelumnya oleh Wyder dan Puhan (1999) mengemukakan bahwa yeast atau khamir yang terdapat pada produk fermentasi termasuk sosis kering (salami) merupakan mikroflora pemberi citarasa (*flavor*) dan mempercepat kematangan produk, dengan populasi khamir berkisar antara  $10^6$ - $10^7$  CFU/g.

### Hasil analisis pH

Perubahan pH pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6 Pertumbuhan kapang/khamir sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari pada suhu ruang.



Gambar 7 Nilai pH sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang.

Nilai pH selama waktu penyimpanan 16 hari mengalami penurunan dari penyimpanan hari ke-0 sampai pada waktu penyimpanan hari ke-8 dan mulai meningkat sampai pada waktu penyimpanan hari ke-16. Hal ini disebabkan terjadi proses fermentasi oleh bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1 untuk memproduksi asam laktat yang ditandai dengan menurunnya nilai pH. Perubahan nilai pH disebabkan adanya asam laktat yang dihasilkan dari metabolisme karbohidrat oleh bakteri asam laktat *L. plantarum* 1B1. Todorov *et al.* (2010) mengemukakan bahwa pada produk salami (sosis fermentasi daging) dengan aplikasi kultur starter *L. plantarum* mengalami penurunan nilai pH yaitu berkisar 4,4-4,5.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap pH. Uji lanjut Duncan diperoleh bahwa waktu penyimpanan hari ke-8 berbeda nyata dengan hari ke-0, ke-4, ke-12 dan ke-16. Waktu penyimpanan hari ke-8, nilai pH lebih rendah (3,69) sehingga menghasilkan rasa yang lebih asam daripada nilai pH pada waktu penyimpanan hari ke-0, ke-4, ke-12 dan ke-16.

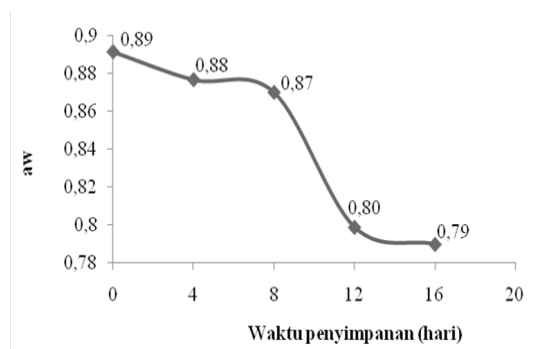
Penurunan pH pada sosis fermentasi ikan patin selain menghasilkan rasa asam juga dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan. Visessanguan *et al.* (2006) mengatakan bahwa produk hasil metabolisme bakteri asam laktat sebagai senyawa antimikroba berupa rantai pendek asam organik, karbondioksida, hidrogen peroksida, diasetil yang menyebabkan terjadinya penurunan pH.

Pertumbuhan bakteri asam laktat yang semakin meningkat di iringi oleh menurunnya pH yang menyebabkan produk sosis fermentasi ikan patin menjadi asam yang juga mengakibatkan menurunnya nilai aw. Hasil penelitian Vuyst *et al.* (2008) dilaporkan bahwa produk fermentasi daging dengan penggunaan bakteri tertentu dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, yang ditandai dengan menurunnya pH akibat keasaman (acidifikasi) dan rendahnya nilai  $a_w$ .

Mikroorganisme umumnya tumbuh pada pH sekitar 5,0-8,0 dan hanya beberapa mikroorganisme jenis tertentu yang ditemukan pada bahan pangan yang mempunyai nilai rendah. Francoise (2010) mengemukakan bahwa penggunaan bakteri asam laktat strain yang berbeda dari *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *Pediococcus halophilus* dan *P. acidilactici* telah diujicobakan pada produk fermentasi berbahan baku ikan dan telah berhasil yang ditandai dengan menurunnya pH pada produk tersebut dengan cepat.

#### Hasil analisis $a_w$

Pertumbuhan mikroorganisme pada suatu produk fermentasi dapat diketahui melalui  $a_w$ . Nilai  $a_w$  pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang disajikan pada Gambar 8. Nilai  $a_w$  pada sosis fermentasi ikan patin mengalami penurunan dari waktu penyimpanan hari ke-0 sampai waktu penyimpanan hari ke-12, dan mulai konstan sampai pada waktu penyimpanan hari



Gambar 8 Nilai  $a_w$  pada sosis fermentasi ikan patin selama waktu penyimpanan 16 hari suhu ruang.

ke-16. Hal ini disebabkan menurunnya jumlah koloni bakteri mikroba seiring dengan waktu penyimpanan. Penurunan nilai  $a_w$  juga melalui proses pengasapan yang dilakukan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa selama 16 hari waktu penyimpanan pada suhu ruang berpengaruh nyata terhadap nilai  $a_w$  sosis fermentasi ikan patin. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai  $a_w$  waktu penyimpanan hari ke-0 berbeda nyata dengan hari ke-4, ke-8, ke-12 dan ke-16. Waktu penyimpanan hari ke-12 memiliki nilai  $a_w$  yang lebih rendah dibandingkan waktu penyimpanan hari lainnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Hu *et al.* (2008) menghasilkan nilai  $a_w$  sosis fermentasi ikan *silver carp* antara 0,82-0,89. Spaziani *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada sosis fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat,  $a_w$  menurun dengan kisaran 0,87-0,88 yang diamati selama produksi di tahun 2006-2007. Hasil penelitian Hammes *et al.* (2003) menunjukkan bahwa metode fermentasi dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri tertentu, salah satunya menggunakan bakteri asam laktat *L. plantarum* pada sosis fermentasi daging dengan kisaran  $a_w$  0,85-0,95 dan pH dengan kisaran 5,6-4,7.

## KESIMPULAN

Sosis fermentasi ikan patin dapat disimpan selama 4 hari pada suhu ruang. Pada penyimpanan hari ke-4 ini mutu sosis fermentasi secara sensori hedonik,

mikrobiologi dan kimia masih aman dikonsumsi dan memenuhi syarat sosis daging menurut BSN (1995).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abunyewa AO, Laing E, Hugo A, Viljoen BC. 2000. The population change of yeasts commercial salami. *Journal of Food Microbiology* 17: 429-438.
- Adams MR, Maurice, Moss O. 2008. *Food Microbiology, third edition*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. Hlm 310-369.
- Arief I, Maheswari RRA, Suryati T, Komariah, Rahayu S. 2008. Kualitas mikrobiologi sosis fermentasi daging sapi dan domba yang menggunakan kultur kering *Lactobacillus plantarum* IB1 dengan umur yang berbeda. *Jurnal Media Peternakan* 31: 36-43.
- Ayadi MA, Kechaou A, Makni I, Attia H. 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* 93: 278-283.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wootton M. 1985. *Ilmu Pangan*. Purnomo H dan Adiono, penerjemah. Jakarta: UI Press. Terjemahan dari: *Food Science*. Hlm 13-71.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. Syarat Mutu Sosis Daging. SNI 01-3820-1995. Jakarta: BSN.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. SNI 01-2346-2006. Jakarta: BSN.
- Charlier C, Cretenet M, Even S, Loir YL. 2009. Interactions between *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria: An old story with new perspectives. *Journal of Food Microbiology* 131: 30-39.
- Even S, Leroy S, Charlier C, Ben Zakour, Chacornac JP, Lebert I, Jamet E, Desmonts MH, Coton E, Pochet S, Donio PV, Gautier M, Talon R, Loir YL. 2010. Low occurrence of safety hazards in coagulase negative *Staphylococci* isolated

- from fermented foodstuffs. *Journal of Food Microbiology* 139: 87-95.
- [FDA] Food and Drug Administration. 1998. *Bacteriological Analytical Manual*, 8th Edition, Revision A. Food and Drug Administration. Gaithersburg, USA
- Francoise L. 2010. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Journal of Food Microbiology* 27: 698-709.
- Hammes WP, Haller D, Ganzle MG. 2003. Fermented meat. Di dalam: Edward R. Farnworth, editor. *Handbook of fermented functional foods*. USA: CRC Press Ltd. Hlm 251-269.
- Hu Y, Xia W, Ge C. 2008. Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. *Journal of Food Science Technology* 41: 730-738.
- Ishibashi N, Shimamura S. 1993. *Bifidobacteria: Research and development in Japan*. *Journal of Food Technology* 47: 126-134.
- Kaban G, Kaya M. Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk. 2006. *Journal of Food Control* 17: 797-801.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. 2011. Olah Patin, RI ajak Cina. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2011/01/17/074111519/Olah.Ikan.Patin..RI.Ajak.China-5> [ 17 Jan 2011].
- Khan H, Flint S, Yu PL. 2010. Enterocins in food preservation. *Journal of Food Microbiology* 141: 1-10.
- Leroy F, Verluyten J, Vuyst LD. 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *Journal of Food Microbiology* 106: 270-285.
- Matjik AA, Sumertajaya MI. 2006. *Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan MINITAB*. Bogor: IPB Press. Hlm 133-158.
- Naes H, Holck AL, Axelsson L, Anderson HJ, Blom H. 1995. Accelerated ripening of dry fermented sausage by addition of a *Lactobacillus* proteinase. *Journal of Food Science Technology* 29: 651-659.
- Ordenez JA, Hierro EM, Bruna JM, de la Hoz L. 2004. Changes in the components of dry fermented sausages during ripening. *Journal of Food Science Nutritional* 39: 329-367.
- Rantsiou K, Urso R, Lacumin L, Cantoni C, Cattaneo P, Comi G, Coccolin L. 2005. Culture-dependent and independent methods to investigate the microbial ecology of Italian fermented sausages. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 1977-1986.
- Rebucci R, Sangalli L, Fava M, Bersani C, Cantoni C, Baldi A. 2007. Evaluation of functional aspects in *Lactobacillus* strains isolated from dry fermented sausages. *Journal of Food Quality* 30: 187-201.
- Riebroy S, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M. 2007. Changes during fermentation and properties of Som-fug produced from different marine fish. *Journal of Food Science* 31: 751-770.
- Riebroy S, Benjakul S, Visessanguan W. 2008. Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters. *Journal of Food Science Technology* 41: 569-580.
- Rozum J. 2009. Smoke flavor. Di dalam: Rodrigo Tarte, editor. *Ingredients in Meat Products*. New York, USA: Springer Science, Business Media, LLC 233. Hlm 211-226.
- Saisithi P, Wongkhaluang C, Boonyaratanakornkit M, Yongmanitchai P, Chimanage P, Maleehuan S. 1986. *Improvement of Thai traditional fermented fish product: Som-fug*. Bangkok: Institute of Food Research and Product Development Kasetsart University.
- Spaziani M, Del Torre M, Stecchini M.L. 2008. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. *Journal of Meat Science* 81: 77-85.
- Todorov SD, Ho P, Velho MV, Dicks LMT. 2010. Characterization of bacteriocins produced by two strains of *Lactobacillus plantarum* isolated from Beloura and Chouriço,



- traditional pork products from Portugal. *Journal of Meat Science* 84: 334-343.
- Visessanguan W, Benjakul S, Smitinont T, Kittikun C, Thepkasikul P, Panya A. 2006. Changes in microbiological, biochemical and physico-chemical properties of Nham inoculated with different inoculum levels of *Lactobacillus curvatus*. *Journal of Food Science Technology* 39: 814-826.
- Vuyst LD, Leroy F. 2007. Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Applications. *Journal Molecular Microbiology Biotechnology* 13: 194-199.
- Vuyst LD, Falony G, Leroy F. Probiotics in fermented sausages. 2008. *Journal of Meat Science* 80: 75-78.
- Vuyst LD, Vandamme EJ. 1994. *Bacteriocins of lactic acid bacteria: Microbiology, genetics and applications*. London: Blackie Academic and Professional. Hlm 135-240.
- Wyder TM, Puhar Z. 1999. Role of selected yeasts in cheese ripening: an evaluation in aseptic cheese curd slurries. *Journal International Dairy* 9: 117-124.
- Yin L, Pan CL, Jiang ST. 2002. Effect of lactic acid bacterial fermentation on the characteristics of minced mackerel. *Journal of Food Science* 67: 786-792.
- Zhang W, Xiao S, Samaraweera H, Lee EJ, Ahn DU. 2010. Improving functional value of meat products. *Journal of Meat Science* 86: 15-31.