

FERMENTASI SUFU RENDAH GARAM DENGAN MENGGUNAKAN BEBERAPA KAPANG INDIGENUS DAN *LACTOBACILLUS PLANTARUM* KIK

[Fermentation of Low Salt *Sufu* using Indigenous Moulds and *Lactobacillus plantarum* kik]

Nurhayati^{1)*}, Betty Sri Laksmi Jenie²⁾, dan Harsi D. Kusumaningrum²⁾

¹⁾ Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian-Universitas Jember

²⁾ Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian-Institut Pertanian Bogor

Diterima 20 November 2009 / Disetujui 26 April 2010

ABSTRACT

Sufu is a traditional Chinese fermented soybean curd (tofu) resembling a soft creamy cheese-type product. It is made by fungal solid-state fermentation of tofu (called *pizi*) followed by aging in saturated brine solution. The aims of this study were to obtain the best indigenous mold strain for *sufu* fermentation and produce a low salt *sufu* by applying *Lactobacillus plantarum* kik. Four indigenous mold strains were used i.e *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *Mucor hiemalis* and *Actinomucor elegans* during *pizi* fermentation. The salt concentrations used in brine fermentation varied in the range of 6% - 12%. The results showed that the fermentation time of *pizi* depended on the mold species. Based on the density of the mycelium and the spores colour, *pizi* fermented by *R. oligosporus* and *R. oryzae* were produced after 24 hours of fermentation, while those with *M. hiemalis* and *A. elegans* were formed after 36 hours at room temperature and 55-68% relative humidity (RH). Sensory evaluation of the *pizi* flavor indicated that the *pizi* fermented by *A. elegans* and *R. oligosporus* were ranked as first and second, respectively. Sensory evaluation (Balance Incomplete Block Rating Design) on the hedonic rating of *sufu* revealed that fermentation in 9% brine by *Lactobacillus plantarum* kik produced the most preferred *sufu* according to the panelists. Combination of *L. plantarum* kik and pasteurization of *sufu* could maintain the quality for three weeks.

Key words: *pizi*, *sufu*, *rhizopus oligosporus*, *rhizopus oryzae*, *mucor hiemalis*, *actinomucor elegans*, *lactobacillus plantarum* kik

PENDAHULUAN

Sufu merupakan salah satu makanan tradisional khas Cina dan Jepang. Bahan baku utamanya adalah protein kedelai yang digumpalkan (tahu) dan difermentasi oleh kapang serta direndam dalam larutan garam yang ditambah alkohol, gula dan atau rempah-rempah untuk memberikan rasa spesifik.

Nilai gizi *sufu* lebih baik dibandingkan tahu karena kadar proteinnya lebih tinggi. Kadar protein tahu sekitar 7,97%, sedangkan kadar protein *sufu* dapat mencapai hingga 11,65% (Sarwono dan Saragih / 2003). Seiring dengan adanya peningkatan perhatian masyarakat dunia akan makanan berprotein non-hewani, *sufu* berpotensi untuk menjadi komoditas dunia, terutama jika sifat-sifat sensori produk tersebut dapat disesuaikan dengan selera konsumen masing-masing negara, misalnya Indonesia.

Pada umumnya, proses *aging* dalam pembuatan *sufu* cukup memakan waktu yang lama, yaitu 2 – 3 bulan. Selama pemeraman, aroma dan flavor *sufu* akan terbentuk. Pengurangan waktu pemeraman *sufu* dapat dilakukan, salah satunya adalah dengan mengurangi kadar garam selama tahap pemeraman (Han *et al.*, 2001). Han (2003) melakukan pemeraman *pizi* dengan garam tabur atau larutan garam jenuh selama 4-6 hari hingga kadar garam *pizi* 12% atau 6-12 hari hingga kadar garamnya mencapai 16%. Kadar garam yang

tinggi ini menyebabkan *sufu* mempunyai cita rasa yang sangat asin sehingga membatasi jumlah yang dapat dikonsumsi. Oleh karena itu perlu dikembangkan proses fermentasi yang menghasilkan *sufu* dengan kadar garam lebih rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh jenis kapang yang unggul di antara empat jenis kapang indigenous (*R. oligosporus*, *R. oryzae*, *M. hiemalis* dan *Actinomucor elegans*) dalam pembuatan *sufu*, dan mempelajari teknologi proses pembuatan *sufu* rendah garam dengan memanfaatkan bakteri asam laktat indigenous yaitu *Lactobacillus plantarum* kik.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan meliputi: tahu (diperoleh dari industri rumah tangga H. Rahmat Desa Cibanteng Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor), garam dapur (Refina) dan gula. Mikroba yang digunakan yaitu kapang dan bakteri asam laktat. Jenis kapang yang digunakan adalah: *R. oligosporus* 6010 dan *R. oryzae* 6011 yang diperoleh dari PSPG UGM, serta *M. hiemalis* CC 88002 dan *Actinomucor elegans* CC 89232 yang diperoleh dari Laboratorium Mikologi Departemen Biologi Institut Pertanian Bogor (IPB). Jenis bakteri asam laktat yang digunakan adalah *L. plantarum* kik yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pangan Departemen Industri dan Teknologi Pangan IPB. Media yang digunakan yaitu Potato Dextro Agar (Oxoid), MRS Broth (Oxoid) dan MRS Agar (Oxoid). Alat-alat yang digunakan diantaranya meliputi *glassware*, otoklaf, *laminar hood*, inkubator, mikropipet, bunsen,

*Korespondensi penulis : 08123466409

E-mail : nhyati04@yahoo.com

ose dan alat lainnya. Laboratorium Terpadu Biosains dan Bioteknologi Universitas Udayana

Metode

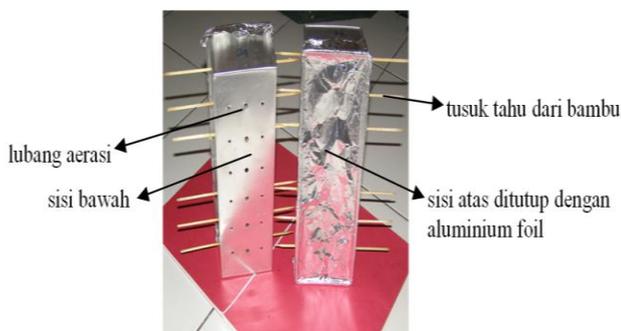
Persiapan kultur kerja kapang dan bakteri asam laktat

Kultur kerja kapang dipersiapkan dengan menginokulasi ose miselium/spora kapang pada media agar miring dan diinkubasi pada suhu kamar selama 3 – 4 hari. Kultur kerja bakteri asam laktat *L. plantarum* kik dipersiapkan dengan menginokulasi 1 ml kultur stok *L. plantarum* kik ke dalam tabung berisi 9 ml MRSB dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Fardiaz / 1992).

Penentuan lama fermentasi tahu oleh kapang menjadi pizi

Fermentasi tahu dilakukan dalam loyang aluminium berukuran 24 x 7 cm yang diberi lubang pada sisi bawah untuk aerasi berdiameter 0,5 cm dengan jarak 2,5 cm. Pada bagian tengah di kedua sisi samping diberi lubang dengan jarak 5 cm untuk tempat menusukkan tahu yang akan difermentasi menjadi pizi. Desain wadah fermentasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Pembuatan pizi dilakukan dengan menginokulasi suspensi kapang (10^5 - 10^6 CFU/ml) sebanyak 1% per berat tahu dan menginkubasikannya pada suhu kamar (27 - 32°C, RH 55-68%). Penentuan lama inkubasi terbaik dari masing-masing kapang berdasarkan pada kekompakan miselium dan warna pizi.



Gambar 1. Rancangan wadah fermentasi tahu menjadi Pizi

Aplikasi kombinasi BAL dan garam selama proses pemeraman

Tahap selanjutnya adalah proses pemeraman yaitu perendaman pizi dalam larutan garam dengan berbagai konsentrasi (6%, 9% dan 12%) dan ditambah gula 1% b/v. Selanjutnya ke dalam larutan tersebut ditambahkan *Lb. plantarum* kik sebanyak 3% v/v. Proses pemeraman dilakukan selama 4 hari pada suhu kamar

Pasteurisasi sufu dan pengaruhnya selama penyimpanan.

Pizi terpilih diperam dalam larutan pemeram tanpa BAL dan larutan pemeram dengan BAL. Pada akhir pemeraman dilakukan pasteurisasi dan tanpa pasteurisasi. Setelah itu *sufu* disimpan selama tiga minggu dan dilakukan analisis secara fisik, kimia dan mikrobiologi.

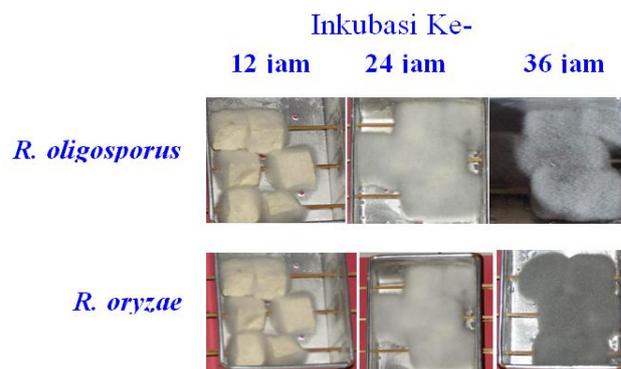
Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi: analisis mikrobiologi (total kapang, bakteri asam laktat dan khamir), analisis fisik (derajat kecerahan dan keputihan dengan *Minolta Chroma Meters*, tekstur, kekerasan dan kekuatan dengan *Texture Analyzer*), analisis kimia (Sudarmadji *et al.*, 1997) yaitu kadar protein terlarut/kadar N amino bebas, pH, dan total asam laktat, dan evaluasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh jenis kapang terhadap lama fermentasi tahu

Selama proses fermentasi, tahu ditumbuhi miselium kapang yang selanjutnya disebut pizi. Lama fermentasi pizi untuk masing-masing kapang berbeda-beda. Kapang *Rhizopus* dengan inkubasi 24 jam sudah menghasilkan miselium yang kompak (tumbuh optimal) dan belum menghasilkan spora tua sehingga pizi tidak berwarna gelap. Inkubasi lebih dari 24 jam menghasilkan miselium yang kompak akan tetapi umur sporanya sudah tua sehingga pizi yang diinokulasi oleh *R. oligosporus* berwarna gelap hitam, sedangkan pizi yang diinokulasi oleh *R. oryzae* berwarna gelap abu-abu (Gambar 2).



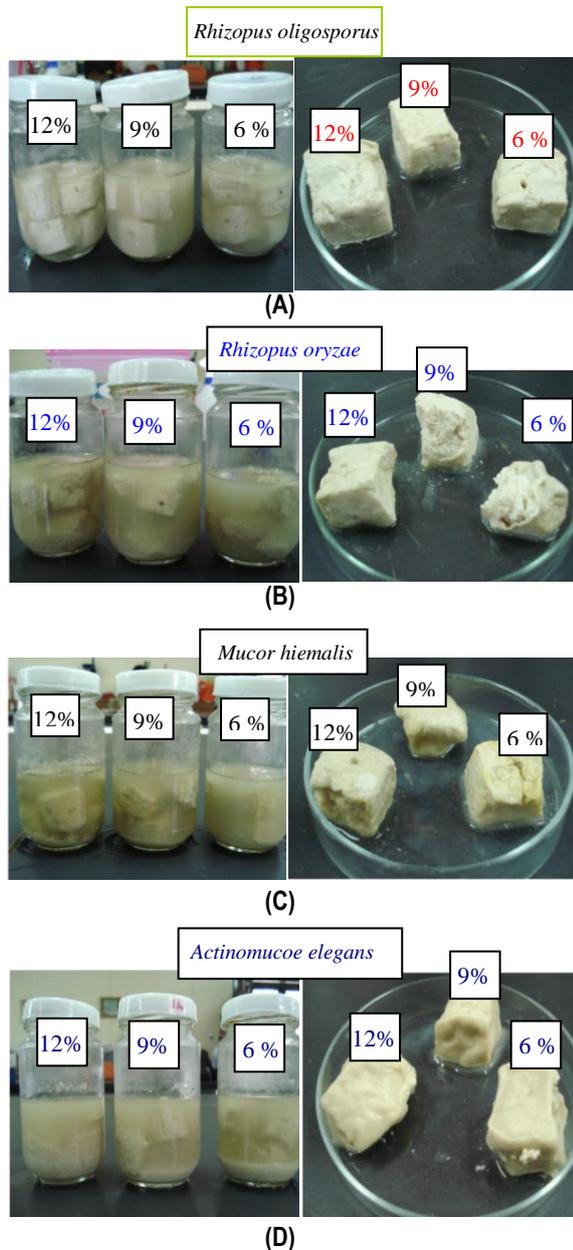
Gambar 2. Penampakan Pizi *R. oligosporus* dan *R. oryzae* selama inkubasi

Tahu yang difermentasi oleh *M. hiemalis* dan *A. elegans* belum menghasilkan miselium yang kompak setelah diinkubasi 24 jam, sehingga inkubasi diperpanjang sampai menghasilkan miselium kompak yaitu sekitar 36 jam. Inkubasi lebih dari 36 jam tidak menghasilkan pizi berwarna gelap karena kedua kapang tersebut mempunyai spora dan miselium berwarna cerah yaitu kuning muda pada *M. hiemalis* dan putih kapas pada *A. elegans*. Akan tetapi inkubasi yang terlalu lama dapat menghasilkan pizi dengan rasa asam dan bau yang menyimpang (*off flavor*) sebagai hasil degradasi lanjut. Oleh karena itu penetapan lama inkubasi terbaik untuk *R. oligosporus* dan *R. oryzae* adalah 24 jam sedangkan *M. hiemalis* dan *A. elegans* adalah 36 jam pada suhu kamar (27 - 32°C) dan RH 55-68% (Gambar 3).

Sufu dipanen setelah diperam selama 4 hari dan dilakukan pasteurisasi sebelum dikemas. Gambar 4 menunjukkan proses pemeraman dan *sufu* yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan. Terlihat adanya perbedaan warna larutan pemeram dan *sufu* yang dihasilkan oleh masing-masing kapang.



Gambar 3. Penampakan Pizi terbaik yang telah difermentasi

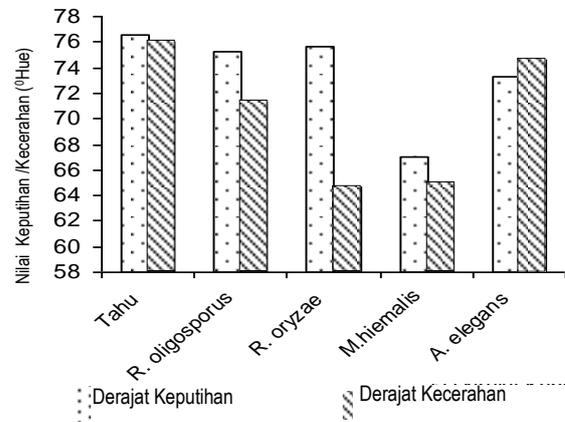


Gambar 4. Proses pemeraman Pizi menjadi Sufu
 (A) *Rhizopus oligosporus*, (B) *Rhizopus oryzae*,
 (C) *Mucor hiemalis*, (D) *Actinomucoe elegans*

Pengaruh Jenis Kapang terhadap Mutu Pizi

Nilai derajat keputihan dan kecerahan pizi

Hasil pengukuran tingkat keputihan dan kecerahan dengan *Chromameters* Minolta seperti yang disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Derajat Keputihan dan Kecerahan Pizi dan Sufu

Masing-masing kapang memberikan nilai derajat keputihan dan derajat kecerahan yang berbeda. Hasil uji lanjut DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf uji 5% (Tabel 1) menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan jenis kapang. Perbedaan ini disebabkan oleh pengaruh miselium dari masing-masing jenis kapang yang berbeda. Kapang *M. hiemalis* mempunyai miselia dan spora yang berwarna kuning muda dan terlihat pada pizi yang dihasilkan mempunyai derajat keputihan dan kecerahan yang lebih rendah dari pada pizi lainnya.

Tabel 1. Hasil uji lanjut derajat keputihan dan kecerahan Sufu

Sufu dari Kapang	Derajat Keputihan	Derajat Kecerahan
<i>M. hiemalis</i>	66,99 ^a	6493 ^b
<i>A. elegans</i>	73,33 ^b	74,66 ^d
<i>R. oligosporus</i>	75,23 ^c	74,66 ^c
<i>R. oryzae</i>	75,68 ^d	64,64 ^a

LSD = 0,06 ; DMRT= 0,13

BNT/LSD = 0,02 ; DMRT = 0,07

LSD (*Least Significant Difference*) , BNT (*Beda Nyata Terkecil*)

Keterangan angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata

Pizi yang dihasilkan mempunyai tekstur yang lebih keras daripada tahu aslinya. Adanya pertumbuhan kapang menyebabkan lapisan luar tahu menjadi lebih keras akibat adanya struktur kaku miselium kapang. Di samping itu juga karena sebagian air yang terkandung dalam tahu digunakan kapang selama proses pertumbuhannya. Terbentuknya miselium pada permukaan tahu dapat mencegah terjadinya pembusukan tahu oleh pertumbuhan bakteri pembusuk.

Uji sensori tingkat kesukaan flavor pizi

Pizi diuji oleh panelis untuk mengetahui peranan masing-masing kapang terhadap flavor pizi yang dihasilkan. Uji yang dilakukan adalah uji perbedaan dengan metode pemerangkapan/*ranking* berpasangan. Hasil uji (Tabel 2)

menunjukkan bahwa keempat kapang menghasilkan pizi dengan flavor yang berbeda (T hitung = 8,76 lebih besar daripada T kritik = 7,81). Untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap flavor pizi dilakukan uji *ranking* sederhana dengan menggunakan 30 panelis tidak terlatih dan 10 panelis terlatih. Berdasarkan uji rangking sederhana baik dengan 30 panelis tidak terlatih maupun 10 panelis terlatih menunjukkan kecenderungan hasil yang sama yaitu flavor pizi dari flavor yang disukai sampai flavor yang tidak disukai berturut-turut adalah *A. elegans* kemudian diikuti oleh *R. oligosporus*, *R. oryzae* dan *M. hiemalis*. Akan tetapi Tabel 3 menunjukkan adanya kedekatan flavor pizi yang dihasilkan oleh kapang yaitu flavor pizi dari *A. elegans* sama dengan *R. oligosporus* sedangkan *R. oryzae* sama dengan *M. hiemalis*.

Tabel 2. Hasil Uji Tingkat Kesukaan Panelis terhadap Flavor Pizi

Pizi dari kapang	Peringkat dengan Panelis Tidak Terlatih	Peringkat dengan Panelis Terlatih	Peringkat Kesukaan
<i>Rhizopus oligosporus</i>	88	30	2
<i>Rhizopus oryzae</i>	68	23	3
<i>Mucor hiemalis</i>	60	16	4
<i>Actinomucor elegans</i>	84	31	1

Statistik uji (Friedman's T) dengan 10 panelis terlatih: T = 8,76
 Statistik uji (Friedman's T) dengan 30 panelis tidak terlatih: T = 10,48
 Nilai kritik χ^2 dengan db = t-1 (3) pada taraf 5% adalah 7,81

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Sensoris Sufu terhadap Flavor

Sufu dari Kapang	Peringkat dengan Panelis Tidak Terlatih	Pembedaan HSD ₃₀ = 14,95	Peringkat dengan Panelis Terlatih	Pembedaan HSD ₈ = 13,64
<i>Mucor hiemalis</i>	60	a	16	a
<i>Rhizopus oryzae</i>	68	a b	23	a b
<i>Rhizopus oligosporus</i>	84	c	30	b
<i>Actinomucor elegans</i>	88	c	31	b

HSD (Highly Significant Difference)

Tabel 4. Hasil Uji Sensoris Sufu dengan Metode BIB Rating (Balanced Incomplete Block Design)

Panelis	Sampel											
	t=12; k = 6; r = 4; λ = 1; p=1											
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3
1	3,8			1,4	5,3			6,9		2,7	4,4	
2		1,9	5,2			4,3	3,6		5,4			7,9
3	1,9			3,7	1,8			5,2		5,2	3,7	
4		3,7	4			5,3	7,3		8,1			7,4
5	4,2			3,2	3,1			9,2		2,7	2,1	
6		2	8,1			7,1	4,9		6,6			6,3
7	4,9			3,1	3,5			8,8		1,7	3,7	
8		3,5	7			8,1	7,2		6,7			5,1
Jumlah	14,8	11,1	24,3	11,4	13,7	24,8	23	30,1	26,8	12,3	13,9	26,7
Jumlah Terkoreksi	-37,0	-92,3	-39,5	-50,6	-41,4	-37,5	-44,7	24,2	-29,5	-47,0	-40,6	-29,9

LSD = 5,55

Keterangan: A1 = *R. Oligosporus*; A2 = *R. Oryzae*; A3 = *M. Hiemalis*; A4 = *A. elegans*
 B1 = garam 6%; B2 = garam 9%; B3 = garam 12%.

Pengaruh Jenis Kapang dan Penambahan BAL terhadap Mutu Sufu

Uji pembedaan dan tingkat kesukaan rasa asin sufu

Sufu diuji berdasarkan tingkat kesukaan panelis terlatih yaitu uji hedonik *over all* untuk mendapatkan *sufu* yang paling disukai panelis dari atribut keseluruhannya (rasa asin, flavor, tekstur dan warna). Hasil uji (Tabel 4) menunjukkan bahwa *sufu* yang paling disukai adalah *sufu* yang terbuat dari kapang *R. oligosporus* 1% v/b dan dilanjutkan dengan fermentasi oleh *L. plantarum* kik.

Selain sebagai pemberi cita rasa asin, garam juga dapat bersifat sebagai bahan pengawet sehingga mencegah pertumbuhan mikroba perusak. Ion Na⁺ dapat bereaksi dengan protoplasma dan mempengaruhi transportasi ion sel (Ingram dan Kitchell /1967). Selain itu adanya garam dapat menurunkan daya larut oksigen sehingga aktivitas mikroba aerob akan menurun. Hal ini yang memungkinkan terjadinya kerusakan sel dan kematian kapang selama proses fermentasi garam.

Pengaruh Penambahan BAL dan Pasteurisasi terhadap Mutu Simpan Sufu

Keberadaan gula juga berperan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan BAL. Selain itu kemungkinan juga bisa memberikan kontribusi terhadap cita rasa *sufu*. Adanya pertumbuhan *L. plantarum* kik menghasilkan asam laktat yang merupakan suatu senyawa antimikroba. Lavermicocca *et al* (2002) telah mengidentifikasi senyawa asam laktat tersebut di antaranya fenilaktat dan asam 4-hidroksifenilaktat.

Sufu terpilih adalah tahu yang difermentasi oleh *R. oligosporus* yang direndam dalam larutan garam 9%. Selanjutnya digunakan sebagai model untuk mengetahui pengaruh pasteurisasi dan penyimpanan terhadap mutu *sufu*. Pasteurisasi bertujuan untuk menghentikan proses fermentasi oleh bakteri asam laktat, sedangkan pada *sufu* yang tidak dipasteurisasi proses fermentasi masih berlangsung dan diamati pengaruhnya selama penyimpanan.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Sensoris *Sufu*

Kapang	Kadar garam	Peringkat Kesukaan	Skor
<i>R. oligosporus</i>	6%	6	14,8 ^a
	9%	1	11,1 ^a
	12%	8	24,3 ^b
<i>R. oryzae</i>	6%	2	11,4 ^a
	9%	4	13,7 ^a
	12%	9	24,8 ^b
<i>M. hiemalis</i>	6%	7	23,0 ^b
	9%	12	30,1 ^c
	12%	11	26,7 ^b
<i>A. elegans</i>	6%	3	12,3 ^a
	9%	5	13,9 ^a
	12%	10	26,7 ^b

Pada perlakuan tanpa pasteurisasi, *sufu* yang tidak ditambah BAL menunjukkan tanda-tanda kerusakan/bau busuk pada penyimpanan minggu ke-1, sedangkan *sufu* yang ditambah BAL menunjukkan kerusakan pada penyimpanan minggu ke-2. Pada perlakuan dengan pasteurisasi, *sufu* yang tidak ditambah BAL menunjukkan tanda-tanda kerusakan/bau busuk pada penyimpanan minggu ke-3, sedangkan *sufu* yang ditambah BAL tidak menunjukkan kerusakan pada penyimpanan minggu ke-3 (Tabel 6). Ciri lain yang menunjukkan tanda-tanda kerusakan diantaranya yaitu tekstur yang lembek, mudah hancur, dan peningkatan jumlah khamir.

Tabel 6. Hasil Uji Sensoris *Sufu* terhadap bau (*off flavor*) dan aroma asam

Perlakuan	Bau (<i>off flavor</i>) Minggu Ke-			
	0	1	2	3
Kontrol	-	+	++	++
Pasteurisasi	-	-	+	++
<i>L. plantarum</i> kik 3% v/v	-	-	+	++
<i>L. plantarum</i> kik 3% v/v + pasteurisasi	-	-	-	-
Komersial	-	-	-	-

Perlakuan	Aroma Asam Minggu Ke-			
	0	1	2	3
Kontrol	-	-	-	+
asteurisasi	-	-	-	-
<i>plantarum</i> kik 3% v/v	++	+++	+++	++
<i>plantarum</i> kik 3% v/v + pasteurisasi	++	++	+++	++++
omersial	++++			

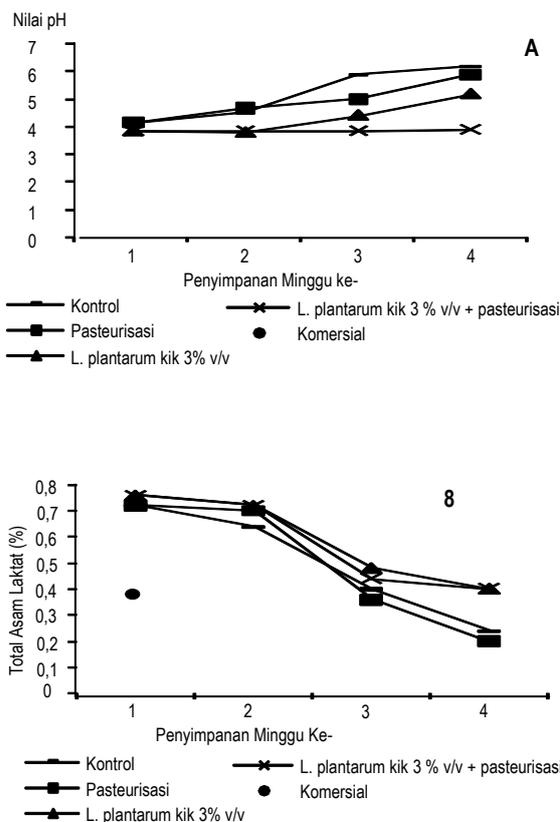
Keterangan: semakin banyak jumlah + maka intensitas semakin tinggi

Tabel 7 menunjukkan jumlah khamir lebih tinggi pada fermentasi hari ke 4 dibandingkan dengan hari ke-3. Jumlah khamir menurun dengan semakin meningkatnya jumlah garam yang digunakan pada larutan pemeram. Jay *et al.* (2005) menjelaskan sistem pertahanan khamir terhadap konsentrasi garam tinggi yaitu dengan meningkatkan konsentrasi alkohol polihidrat dalam sel sehingga jumlah padatan sel dapat menyeimbangkan tekanan osmosis ekstraseluler dan mencegah osmosis cairan sel ke luar dari sel.

Tabel 7. Total Khamir *Sufu* selama penyimpanan

Perlakuan	Jumlah Khamir Minggu Ke- (cfu/ml)			
	0	1	2	3
Kontrol	1,3 10 ³	2,1 10 ⁷	> 10 ⁹	> 10 ⁹
Pasteurisasi	2,0 10 ²	4,2 10 ⁵	2,0 10 ⁸	> 10 ⁹
<i>Lb. plantarum</i> kik 3% v/v	3,3 10 ²	2,0 10 ²	1,2 10 ⁴	3,2 10 ⁷
<i>Lb. plantarum</i> kik 3% v/v + pasteurisasi	7,2 10 ¹	9,0 10 ⁰	2,0 10 ⁰	0
Komersial	7,7 10 ⁴	0	0	0

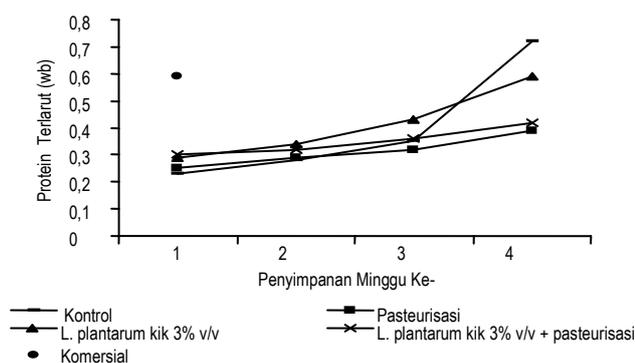
Penyimpanan menyebabkan perubahan derajat keasaman (pH, total asam) dan kadar protein. Beberapa perubahan selama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 6, 7 dan 8. Derajat keasaman (pH) sangat berperan dalam membatasi pertumbuhan mikroba lain, begitu juga dengan total asam. Kenaikan pH dan penurunan total asam mengindikasikan terjadi pengurangan jumlah ion hidrogen (H⁺) selama penyimpanan. Hal ini dimungkinkan karena pertumbuhan khamir yang menghasilkan senyawa alkohol menyebabkan terjadi reaksi esterifikasi antara alkohol dengan asam laktat membentuk etil laktat dan air.



Gambar 6. Perubahan pH (a) dan Total Asam (b) *Sufu* selama Penyimpanan

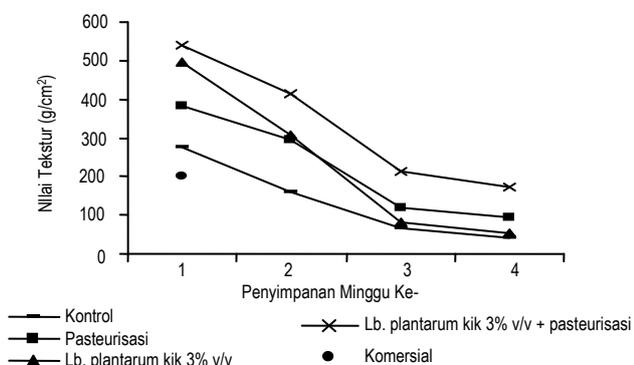
Nilai pH sangat berperan dalam membatasi pertumbuhan mikroba lain, begitu juga dengan total asam. Gambar 5 menunjukkan terjadi penurunan total asam dan kenaikan pH selama penyimpanan. Kenaikan pH dan penurunan total asam mengindikasikan terjadi penurunan jumlah ion hidrogen (H⁺) selama penyimpanan. Hal ini dimungkinkan karena pertumbuhan khamir yang menghasilkan senyawa alkohol yang berperan dalam menyumbangkan ion hidroksida (OH⁻) dalam larutan.

Selama penyimpanan terjadi perubahan tekstur *sufu* menjadi lunak dan bahkan ada yang hancur. Perubahan ini disebabkan oleh hidrolisis protein yang mengakibatkan pelepasan sejumlah asam amino bebas (Han, 2003). Asam amino dalam bentuk volatil seperti dekarboksilasi, deaminasi, transaminasi dan bentuk transformasi lainnya sangat berperan dalam pembentukan flavor *sufu*. Gambar 7 menunjukkan terjadinya penurunan tekstur dari masing-masing *sufu*. *Sufu* yang difermentasi oleh BAL kemudian dipasteurisasi mempunyai tekstur lebih keras dibandingkan perlakuan lain, sedangkan *sufu* yang tidak difermentasi oleh BAL tanpa pasteurisasi mempunyai tekstur paling lunak di antara yang lain.



Gambar 7. Perubahan Tekstur Sufu Selama Penyimpanan

Kadar protein *sufu* meningkat selama penyimpanan (Gambar 8). Peningkatan ini disebabkan oleh hidrolisis protein oleh mikroba selama Proses Fermentasi.



Gambar 8. Perubahan kadar protein Terlarut Sufu Selama Penyimpanan

KESIMPULAN

Jenis kapang mempengaruhi lama fermentasi tahu menjadi pizi yaitu 24 jam untuk *Rhizopus oligosporus* dan *R. oryzae* serta 36 jam untuk *Mucor hiemalis* dan *Actinomucor elegans* pada suhu kamar (29 - 32°C) dan RH 68-42%. Jenis kapang yang berbeda menghasilkan pizi dan *sufu* yang berbeda tingkat kesukaan flavor serta nilai tekstur, kekerasan dan kekuatan.

Penambahan *L. plantarum* kik 3% v/v mampu menurunkan penggunaan garam hingga 6-9% dengan tingkat kesukaan flavor *sufu* yang masih disukai panelis. Studi penyimpanan dilakukan terhadap *sufu* yang berasal dari pizi *R. oligosporus* yang direndam dalam larutan garam 9%, gula 1% b/v dan *L. plantarum* kik 3% v/v. Hasil studi menunjukkan kombinasi *L. plantarum* kik 3% v/v dan proses pasteurisasi dapat mempertahankan mutu *sufu* selama penyimpanan tiga minggu sedangkan kontrol tanpa *L. plantarum* kik dan tidak dipasteurisasi hanya bertahan satu minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Fardiaz S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Han BZ. 2003. Effect of temperature and relative humidity on growth and enzyme production by *Actinomucor elegans* and *Rhizopus oligosporus* during *sufu* pehtze preparation. *J Food Chem* (81), 27-34
- Han BZ , Rombouts FM, Nout MJR. 2001. Microbiological safety and quality of commercial *sufu* – a chinese fermented soybean food. *J Food Control*, 12: 541-547.
- Hesseltine CW *et al.* 1974. Acid Protease Production by Fungi Used in Soybean Food Fermentation. *J Appl Microbiol*, p. 206-211
- Ingram M, Kitchell AG. 1967. Salt as a preservative for foods. *J Food Technol*. Vol. 2. p. 1-15
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. 2005. Modern Food Microbiology. *Seventh Edition*. Springer.
- Lovermicocca P, Valerio F, Antonievidente, Lazzaroni S, Corsetti A, Gobbetti M. 2002. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *J Appl Env Microbiol*. 67 : 1- 5
- Meilgaard, Carr BT, Cille GP. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition. CRC Press. Boca raton
- Nout MJR, Aidoo KE. 2002. Asian Fungal Fermented Food. In: Osiewacz HD ed. The Mycota. Vol X Industrial Applications (pp.23-47). Springer-Verlag
- Sarwono B, Saragih YP. 2003. Membuat Aneka Tahu. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Situngkir RU. 2005. Aplikasi kultur Bakteri Asam Laktat dengan Garam untuk Mereduksi *Aspergillus flavus* dan aflatoksin pada Proses Pengolahan Kacang Asin. [Thesis] Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1996. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Liberty.
- Sumiati M. 1994. Pengaruh Kadar Air dan Lama Penyimpanan Laru Campuran *Rhizopus oligosporu* dan *Klebsiella pneumoniae* terhadap Kadar Vitamin B-12 Tempe [skripsi] Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wang RZ, Du XX eds. 1998. The Production of Sufu in China (in Chinese). China Light Industry Press. Beijing
- Winarno FG. 2002. Tahu Cina Tradisional. Bogor: M-BRIO PRESS.