

Mikrobiota Dominan dan Perannya dalam Cita Rasa Tape Singkong

Dominant Microbiota and Their Role in Flavor of Cassava *Tape*

Tati Barus* dan Lydia Natalia Wijaya

Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jln. Jenderal Sudirman No. 51, Jakarta 12930
E-mail: tati.barus@atmajaya.ac.id *Penulis untuk korespondensi

Abstract

Cassava *tape* is a traditional Indonesian fermented food. The quality of cassava *tape* is determined by the microorganisms. Therefore this study aimed to investigate the dominant microorganisms and examined the role of these microorganisms to the taste of cassava *tape*. Analysis of microorganisms carried out on cassava *tape* obtained from Jakarta. Identification of yeasts is based on rDNA ITS region sequences and identification of bacteria based on 16S rRNA gene sequences. Abundance of yeasts was found about 10^7 CFU/g consisting of *Saccharomyces cereviceae* dan *Pichia jadinii*. The dominant bacteria found *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, and *Pseudomonas fragi*. Each has an abundance of 10^7 CFU/g. Cassava *tape* has been made using *S. cereviceae* (K0), *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1), *S. cereviceae* + *L. plantarum* (K2), and *S. cereviceae* + *P. fragi* (K3). Processing of *tape* using *S. cereviceae* (K0) has the lowest quality because the texture is hard, no smell, not sweet, which does not have the general characteristics of cassava *tape*. Cassava *tape* is prepared using *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1) is the most beneficial because sweet, not too sharp smell of alcohol, soft texture so it is the most preferred by panelists.

Key words: Fermented cassava, yeasts, bacteria

Abstrak

Tape singkong adalah jenis pangan fermentasi tradisional Indonesia. Kualitasnya ditentukan oleh mikrob. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan menginvestigasi mikrob dominan dan mengkaji peranan mikrob tersebut terhadap cita rasa tape singkong. Analisis mikrob dilakukan terhadap tape singkong yang diperoleh dari Jakarta. Identifikasi khamir dilakukan berdasarkan sekuen daerah ITS rDNA, dan identifikasi bakteri berdasarkan sekuen gen 16S rRNA. Kelimpahan khamir ditemukan sekitar 10^7 CFU/g yang terdiri atas *Saccharomyces cereviceae* dan *Pichia jadinii*. Bakteri yang dominan ditemukan *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Pseudomonas fragi*. Masing-masing dengan kelimpahan 10^8 CFU/g. Tape singkong telah diproduksi menggunakan *S. cereviceae* (K0), *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1), *S. cereviceae* + *L. plantarum* (K2), dan *S. cereviceae* + *P. fragi* (K3). Produksi tape singkong menggunakan *S. cereviceae* (K0) memiliki kualitas paling rendah karena teksturnya keras, tidak beraroma, tidak manis, sehingga tidak memiliki karakteristik tape singkong secara umum. Tape singkong yang diproduksi menggunakan *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1) paling menguntungkan karena rasanya manis, aroma alkoholnya tidak terlalu tajam, dan tekstur lembut sehingga merupakan jenis tape singkong yang paling disenangi oleh panelis.

Kata kunci: Singkong fermentasi, khamir, bakteri

Diterima: 04 April 2011, disetujui: 30 Mei 2011

Pendahuluan

Tape merupakan salah satu produk pangan fermentasi yang terkenal di Indonesia sesudah tempe. Jenis tape yang umum di Indonesia yaitu tape singkong dan tape ketan,

namun yang paling banyak diproduksi adalah tape singkong. Proses pembuatan tape singkong meliputi: pengupasan, pencucian, pengukusan hingga singkong menjadi matang, kemudian dicampur dengan starter yang umum disebut sebagai "ragi tape", dan selanjutnya diinkubasi

pada suhu ruang selama \pm 72 jam pada kondisi semi anaerob. Setelah proses inkubasi, tape singkong telah dapat dikonsumsi.

Tape singkong merupakan salah satu produk fermentasi singkong yang unik dibanding produk fermentasi singkong di negara lain. Tape singkong diolah dari jenis singkong yang tidak pahit dan setelah difermentasi dapat langsung dikonsumsi. Sebaliknya, produk fermentasi singkong negara lain biasanya dengan singkong yang pahit (Padonou *et al.*, 2009) dan setelah difermentasi diperlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat dikonsumsi (Obilie *et al.*, 2003; Almeida *et al.*, 2007). Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan ditemukan cita rasa tape dapat berbeda meskipun telah menggunakan varietas singkong dan jenis ragi tape yang sama. Perbedaan ini karena perbedaan jenis mikroba yang terlibat selama proses fermentasi. Proses fermentasi singkong dilakukan pada kondisi yang tidak terkontrol sehingga mikroba yang ada bukan berasal dari ragi tape yang digunakan.

Mikroba berperan penting dalam pembentukan cita rasa bahan pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi (Hagedorn dan Kaphamer, 1994). Telah dilaporkan peran beberapa jenis mikroba dalam menentukan kualitas bahan pangan. Rasa pahit pada keju disebabkan oleh aktivitas protease *Lactococcus lactis* subs. *Lactis* (Broadbent *et al.*, 2002), keragaman bakteri asam laktat berpengaruh terhadap kualitas anggur (Rodas *et al.*, 2003), interaksi *Acetobacter* dengan mikroba lain menentukan kualitas *nata de coco* (Seumahu, 2005), *Staphylococcus xylosum* berperan dalam menentukan aroma sosis (Stahnke, 1994). Namun informasi tentang peran mikroba dalam menentukan kualitas tape belum pernah dilaporkan. Informasi ini penting dalam rangka pembuatan kultur starter guna meningkatkan konsistensi kualitas tape singkong. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi tentang komunitas mikroba yang dominan dan menginvestigasi perannya masing-masing dalam menentukan cita rasa tape singkong.

Metode Penelitian

Isolasi Mikroba Tape Singkong

Sampel tape singkong diperoleh dari pengrajin di Jakarta yang umumnya memproduksi tape singkong dengan cita rasa konsisten dan banyak disukai oleh konsumen. Sejumlah 25 g tape singkong dimasukkan ke dalam 225 mL NaCl 0,85% (Merck, Darmstadt, Germany), lalu dilakukan pengenceran 10^{-1} hingga 10^{-6} . Hasil pengenceran 10^{-4} - 10^{-6} disebar pada media DeMan Rogosa and Sharp Agar (MRSA) (Oxoid, Hampshire, England) untuk menumbuhkan bakteri asam laktat, Plate Count Agar (PCA) (Oxoid, Hampshire, England) untuk menumbuhkan bakteri aerob, dan medium agar MYGP [3 g/L *Malt Extract* (Oxoid, Hampshire, England), 3 g/L *Yeast Extract* (Oxoid, Hampshire, England), 10 g/L Glukosa (Merck, Darmstadt, Germany), 5 g/L *Bacteriological Peptone* (Oxoid, Hampshire, England), dan 20 g/L agar (Oxoid, Hampshire, England)] untuk menumbuhkan khamir. Proses inkubasi dilakukan pada suhu 30°C selama 24 jam. Selanjutnya, koloni yang tumbuh diisolasi menggunakan media yang sama. Isolat tunggal yang diperoleh disimpan pada larutan gliserol steril (Merck, Darmstadt, Germany) lalu disimpan pada suhu -20°C sampai digunakan lebih lanjut.

Isolasi Genom Bakteri

Isolat bakteri ditumbuhkan pada medium *Luria Broth* (Oxoid, Hampshire, England) lalu inkubasi suhu 30°C selama 18 jam pada 150 x g di *waterbath shaker*. Selanjutnya sebanyak 1 mL kultur diekstraksi menggunakan *Fermentas® Genomic DNA Purification Kit* (*Thermo Fisher Scientific, Lithuania*) sesuai dengan prosedur kit dengan modifikasi penambahan *lysis solution* dari 400 μ L menjadi 500 μ L, dan penambahan 25 μ L enzim lysozyme (Sigma-Aldrich, MO, USA). DNA yang diperoleh disimpan dalam buffer TE 1X [Tris-Cl pH 8.0 10mM (Oxoid, Hampshire, England), EDTA pH 8.0 1mM (Merck, Darmstadt, Germany)] di freezer -20°C sampai akan digunakan kembali.

Isolasi Genom Khamir

Isolat khamir ditumbuhkan pada media MYGP selama 24 jam. Sebanyak satu loop diambil dan disuspensikan pada 400 μ L buffer TE 1X pH 8 kemudian ditambahkan 0,65 g

glass beads (Sigma Pyrex solid glass beads 4 mm) (Soka dan Susanto, 2010) dan *difreezing* pada suhu -70°C lalu *dithawing*. Larutan divorteks selama 3 menit lalu ditambah P:C:I [Phenol (Sigma-Aldrich, MO, USA), CHCl_3 (Sigma-Aldrich, MO, USA), Isoamilalkohol (Sigma-Aldrich, MO, USA)] (25:24:1) sebanyak 400 μL dan divorteks selama 3 menit. Sentrifusi (Thermo Scientific, USA) dilakukan pada kecepatan 16 000 x g selama 10 menit, kemudian supernatan dipindahkan ke tabung baru. Pada supernatan ditambah isopropanol dingin dan diinkubasi pada suhu -20°C selama 20 menit. Setelah itu dilakukan sentrifusi kembali pada kecepatan 16 000 x g selama 10 menit dan pellet yang diperoleh ditambah alkohol 70% sebanyak 100 μL , lalu disentrifusi kembali pada kecepatan 16 000 x g selama 3 menit. Pellet DNA yang diperoleh disuspensikan dengan buffer TE 1X pH 8 dan disimpan pada suhu -20°C sampai akan digunakan kembali.

Amplifikasi Sekuen Gen 16S rRNA Bakteri dan sekuen ITS rDNA Khamir

Komposisi *mastermix* PCR terdiri atas 12,5 μL GoTag Green MasterMix (Promega, Madison, WI), masing-masing 1 μL primer *forward* dan *reverse*, 1 μL hasil isolasi DNA kromosom, dan 9,5 μL ddH₂O dengan demikian total volume menjadi 25 μL . Primer yang digunakan untuk mengamplifikasi gen 16S rRNA bakteri adalah primer 63f (5'-CAG GCC TAA CAC ATG CAA GTC-3') dan 1387r (5'-GGG CGG WGT GTA CAA GGC-3') (Marchesi *et al.* 1998) sedangkan primer yang digunakan untuk mengamplifikasi sekuen ITS rDNA khamir adalah primer ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCGG-3') dan ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3') (White *et al.*, 1990).

PCR GeneAmp PCR System 2700 (Applied Biosystems, USA) dijalankan dengan pengaturan : pre-denaturasi pada suhu 95°C selama 5 menit, denaturasi pada suhu 95°C selama 1 menit, *annealing* pada suhu 57°C selama 1 menit, *extension* pada suhu 72°C selama 1 menit, *post-extension* pada suhu 72°C selama 10 menit, dan *hold* 4°C hingga selesai 30 siklus (bakteri) dan 35 siklus (khamir).

Hasil PCR kemudian dilakukan elektroforesis (BioRad Laboratories, CA, USA) pada 1% gel SeaKem® Agarose (Cambrex, IA, USA) dalam buffer TAE 1X [Tris-Cl pH 8,0 10mM (Oxoid, Hampshire, England), Acetic Acid (Merck, Darmstadt, Germany), EDTA pH 8,0 1mM (Merck, Darmstadt, Germany)]. Sebanyak 5 μL hasil PCR dan marker 1-kb *ladder* (Fermentas, Lithuania) *diloading* ke dalam gel tersebut. Elektroforesis dijalankan pada 60 volt selama 1 jam. Hasil elektroforesis di-*staining* dalam etidium bromida (Sigma-Aldrich, MO, USA) selama 15 menit lalu di-*destaining* selama 5 menit. Setelah itu dilakukan visualisasi di UV Transilluminator lalu difoto menggunakan GelDoc (BioRad Laboratories CA, USA).

Identifikasi isolat bakteri dan khamir dilakukan dengan cara mensekuen gen 16S rRNA dan daerah ITS rDNA. Sekuen yang diperoleh dianalisis menggunakan program komputer, yaitu *nucleotide Basic Local Alignment Search Tool* (BLASTn).

Pembuatan Ragi Tape

Isolat khamir dari tape singkong yang telah diisolasi dan diidentifikasi ditumbuhkan pada media MYGP lalu diinkubasi 30°C selama 24 jam. Sebanyak 1 mL kultur dengan konsentrasi sel khamir sebesar 10^6 CFU dimasukan pada campuran 18 g tepung beras dan 12 g tepung gula yang telah disטרilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya campuran tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 2 hari dan digunakan sebagai starter sumber khamir pada pembuatan tape singkong secara steril di laboratorium.

Pembuatan Tape Singkong

Sebanyak 250 g singkong dikupas, dipotong, dicuci, dikukus selama 15 menit, dimasukkan ke dalam keranjang bambu yang dilapisi daun pisang, dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit. Singkong yang telah disterilisasi diinokulasi dengan bakteri dengan konsentrasi sel sebesar 10^6 CFU dan ditaburi ragi tape sebanyak 15 g. Singkong tersebut diinkubasi selama 72 jam pada suhu ruang dalam kondisi semi anaerob. Evaluasi sensori dilakukan mengikuti metode Terlabie *et al.*,

(2006) yang dimodifikasi pada jumlah panelis yang semula 9 orang diubah menjadi 35 orang.

Hasil dan Pembahasan

Khamir pada Tape Singkong

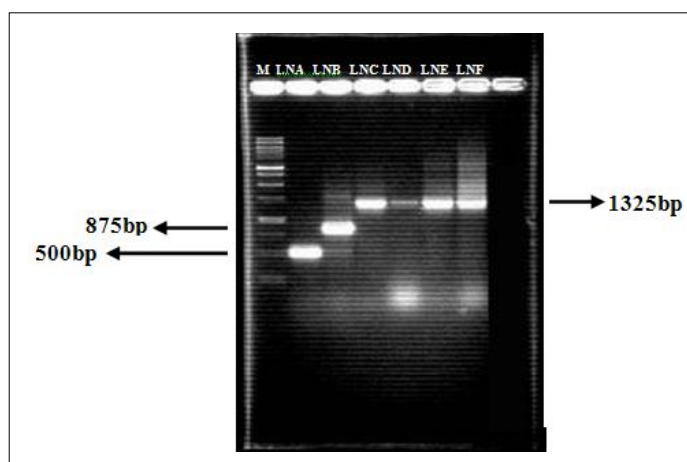
Total khamir pada tape singkong ditemukan sekitar 3.50×10^7 CFU/g (Tabel 1). Berdasarkan morfologi koloninya semua jenis khamir tersebut sama, yaitu: berukuran besar, berwarna putih susu, dan beraroma alkohol. Namun, berdasarkan ukuran sekuen ITS rDNA khamir tersebut tampak berbeda. Ditemukan dua ukuran sekuen ITS rDNA khamir tersebut, yaitu yang berukuran sekitar 500 bp dan 875 bp (Gambar 1). Setelah dibandingkan dengan sekuen ITS rDNA database di *Genebank* maka khamir dari tape singkong tersebut adalah *Pichia jadinii* strain NWS 109 dan *Saccharomyces cereviceae* strain W36 dengan

similaritas secara berturut-turut 73% dan 92%. Kelimpahan *P. jadinii* sekitar 40% dari total khamir keseluruhan dan *S. cereviceae* sekitar 60% (Tabel 1).

Khamir merupakan mikroba penting pada proses fermentasi tape singkong (Almeida *et al.*, 2007; Padonou *et al.*, 2009; Obilie *et al.*, 2003). Pada proses fermentasi, singkong yang telah dikukus dicampur dengan ragi tape yang berfungsi sebagai sumber mikroba. Telah dilaporkan bahwa pada ragi tape ditemukan khamir jenis *Endomyces fibuliger* dan *Pichia anomala* (Kuriyama *et al.*, 1997) sehingga berbeda dengan jenis khamir yang ditemukan pada penelitian ini (*P. jadinii* dan *S. cereviceae*). Perbedaan tersebut karena jenis ragi tape yang digunakan, atau khamir pada tape singkong yang dianalisis ini berasal dari lingkungan pengolahan sebab tape singkong diolah secara aseptik.

Tabel 1. Jenis khamir dan bakteri dominan pada tape singkong.

Media	Kode Isolat	Kelimpahan Khamir dan bakteri (CFU/g)	Identitas Mikrob	Similaritas (%)	Accession Number
MYGP	LNA	$3,40 \times 10^7$	<i>Pichia jadinii</i>	73	FJ797687.1
	LNB	$4,95 \times 10^7$	<i>Saccharomyces cereviceae</i>	92	DQ167471.1
MRSA	LNC	$5,50 \times 10^8$	<i>Bacillus subtilis</i>	98	EF213021.2
	LND	$3,05 \times 10^8$	<i>Lactobacillus plantarum</i>	93	HQ379175.1
PCA	LNE	$1,20 \times 10^8$	<i>Bacillus subtilis</i>	98	HQ 718411.1
	LNF	$3,15 \times 10^8$	<i>Pseudomonas fragi</i>	97	EU360105.1



Gambar 1. Ukuran sekuen ITS rDNA khamir (LNA, LNB) dan gen 16S rRNA bakteri (LNC, LND, LNE, LNF). M: marker 1-kb ladder.

Komposisi Bakteri

Berdasarkan pengkulturan pada media MRSA dan PCA, ditemukan empat tipe koloni bakteri dominan pada tape singkong yang terdiri atas tiga jenis bakteri Gram positif dan satu jenis bakteri Gram negatif (Tabel 1). Sekuen gen 16S rRNA berukuran 1325 bp keempat bakteri tersebut telah berhasil diamplifikasi menggunakan primer 63f dan 1387r (Gambar 1). Setelah dibandingkan dengan sekuen gen 16S rRNA *database* di *Genebank* maka bakteri tersebut terdiri atas *Bacillus subtilis* strain 2G-1, *Lactobacillus plantarum* strain FHHMB120-8R-A3, *B. subtilis* strain DP10, dan *Pseudomonas fragi* strain PB7 dengan similaritas masing-masing 98%, 93%, 98%, dan 97% (Tabel 1). Kelimpahan bakteri tersebut pada tape singkong ditemukan sekitar 1.20×10^8 CFU/g hingga 5.50×10^8 CFU/g (Tabel 1). Telah dilaporkan bahwa *Lactobacillus* sp. dan *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang selalu ditemukan pada fermentasi tape singkong (Almeida *et al.* 2007), namun belum pernah dilaporkan tentang perannya terhadap cita rasa.

Keberadaan *B. subtilis* yang berperan pada fermentasi singkong selain tape telah dilaporkan oleh Amoa-Awua *et al.*, (1996). Selain itu, *Bacillus* merupakan bakteri yang ditemukan pada banyak jenis pangan fermentasi seperti pada tempe di Indonesia (Barus *et al.*, 2008; Barus *et al.*, 2010), kinema di India (Sarkar *et al.*, 2002), cheonggukjang di Korea (Lee *et al.*, 2007), dawadawa di Afrika (Omafuvbe *et al.*, 2002), soumbala di Afrika (Sarkar *et al.*, 2002), dan natto di Jepang (Qiu *et al.*, 2004). Namun keberadaan *B. subtilis* sebagai bakteri dominan pada tape singkong baru pertama ini dilaporkan. Telah dilaporkan tentang jenis bakteri dominan pada ragi tape (Sujaya *et al.*, 2010) namun *B. Subtilis* tidak termasuk di kelompok tersebut. Oleh sebab itu keberadaan *B. subtilis* pada tape singkong ini kemungkinan berasal dari lingkungan fermentasi seperti air dan alat-alat yang digunakan, atau jenis ragi yang digunakan berbeda.

L. plantarum merupakan bakteri yang ditemukan paling dominan kedua setelah *B. subtilis*. Telah dilaporkan bahwa bakteri asam

laktat (*L. plantarum*) merupakan salah satu jenis mikroba terbanyak yang terdapat pada ragi tape (Sujaya *et al.*, 2002). Oleh sebab itu *L. plantarum* yang ditemukan pada tape singkong pada penelitian ini dapat dipastikan berasal dari ragi tape.

Pada penelitian ini juga ditemukan *P. fragi* yang merupakan bakteri dominan ketiga pada tape singkong yang dianalisis. Sejauh ini, belum pernah dilaporkan bahwa *P. fragi* ditemukan pada fermentasi berbahan baku singkong, dengan demikian penelitian ini merupakan yang pertama melaporkan tentang keberadaan *P. fragi* pada tape singkong.

Tape singkong telah berhasil diproduksi secara steril pada skala laboratorium menggunakan *S. cereviceae* (K0), *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1), *S. cereviceae* + *L. plantarum* (K2), dan *S. cereviceae* + *P. fragi* (K3). Semua jenis mikroba yang digunakan berasal dari hasil penelitian ini. Tape singkong yang menggunakan *S. cereviceae* (K0) memiliki kualitas paling rendah. Teksturnya keras dan aromanya sangat terbatas sehingga tidak memiliki karakteristik tape singkong secara umum. Dengan demikian evaluasi sensori tidak dilakukan terhadap tape singkong tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses fermentasi tape singkong merupakan konsorsium dari khamir dan bakteri. Hal ini tampak dari fermentasi tape singkong yang menggunakan bakteri menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan hanya menggunakan khamir saja. Namun berdasarkan hasil evaluasi sensori maka yang paling disenangi adalah tape singkong K1 baru diikuti oleh tape singkong K2 (Gambar 2). Tape singkong K1 memiliki skor rasa, aroma, dan tekstur yang paling tinggi. Rasanya manis, aroma alkoholnya tidak terlalu tajam, dan teksturnya lembut. Telah dilaporkan bahwa *B. subtilis* merupakan salah satu jenis mikroba yang menghasilkan enzim amilase (Oyewole, 2001) sehingga dapat mencerna amilum pada singkong. Hasil tersebut kemungkinan selanjutnya digunakan oleh *S. cereviceae* untuk proses fermentasi lebih lanjut. Kontribusi *B. subtilis* pada proses fermentasi singkong menunjukkan tingkat pelunakan yang paling

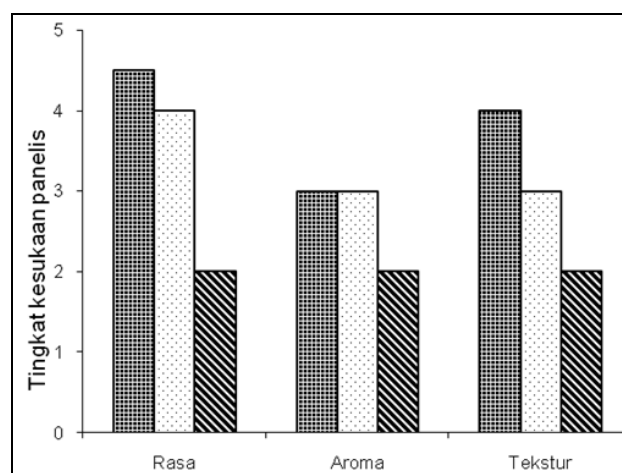
baik dibandingkan *Klebsiella spp.*, *L. plantarum* dan *C. krusei* (Oyewole, 1995).

Berdasarkan hasil evaluasi sensori tape singkong yang diolah dengan *S. Cereviceae* + *L. plantarum* (K2) merupakan rasa yang paling disenangi oleh para panelis setelah tape singkong yang melibatkan *B.subtilis* (K1) (Gambar 2). Tape singkong K2 rasanya manis keasaman, aroma alkoholnya tidak terlalu tajam, dan teksturnya lembut. *L. plantarum* merupakan kelompok bakteri penghasil sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan nilai pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Campuran rasa asam dari asam laktat, rasa manis dari hasil degradasi gula, dan adanya alkohol akibat aktivitas khamir *S. cereviceae* yang mengkonversi gula sangat menentukan cita rasa tape sehingga memiliki karakteristik yang spesifik.

Tape singkong yang paling tidak disenangi oleh panelis adalah tape singkong K3 (Gambar 2), yaitu yang melibatkan *P. fragi*. *P. fragi* termasuk bakteri dominan pada tape singkong yang dianalisis pada penelitian ini. Namun berdasarkan uji organoleptik oleh panelis menunjukkan bahwa tape singkong yang difermentasi oleh *P. fragi* menghasilkan

tape singkong dengan tekstur keras, tidak manis, dan tidak beraroma sehingga menghasilkan tape singkong tidak disenangi oleh panelis.

Tape singkong yang diproduksi menggunakan *P. fragi* menghasilkan rasa, aroma, dan tekstur tape singkong yang jauh berbeda dibandingkan dengan *B. subtilis* dan *L. Plantarum*. Dengan demikian, tampak bahwa mendapatkan cita rasa tape singkong yang baik pemilihan starter mikroba yang digunakan penting sebab mikroba berperan dalam pembentukan cita rasa bahan pangan yang diproduksi melalui proses fermentasi (Hagedorn *et al.*, 1994; Scahwan, 1998; Ampe *et al.*, 2001; Randazo *et al.*, 2002). Namun, peran mikroba dalam menentukan cita rasa tape singkong baru pertama kali dilaporkan. Dari penelitian ini ditemukan bahwa penggunaan *B. subtilis* dan *L. plantarum* yang dikombinasi dengan *S. cereviceae* menghasilkan kualitas tape singkong yang baik dengan demikian dapat digunakan sebagai starter. Bila dipilih antara *B. subtilis* dan *L. plantarum* maka *B. subtilis* lebih diutamakan sebab menghasilkan tape singkong yang paling disukai panelis dan bakteri tersebut menghasilkan spora sehingga lebih mudah dipelihara.



Gambar 2. Evaluasi sensori tape singkong menggunakan beberapa jenis mikroorganisme.

Keterangan:

- *S. cereviceae* + *B. subtilis* (K1)
- *S. cereviceae* + *L. plantarum* (K2),
- ▨ *S. cereviceae* + *P. fragi* (K3)

Simpulan

Jenis khamir yang dominan pada tape singkong adalah *P. jadini* dan *S. cereviceae*. Bakteri yang dominan adalah *B. subtilis*, *L. plantarum*, dan *P. fragi*. Cita rasa tape singkong yang paling disenangi adalah yang melibatkan *S. cereviceae* + *B. subtilis* karena memiliki rasa manis, tekstur lembut dengan sedikit berair, dan aroma alkohol tidak terlalu menyolok. Interaksi antara khamir dan bakteri menentukan kualitas tape singkong.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih Kepada UNIKA Atma Jaya yang telah mendanai penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Almeida, E.G., Rachid, C.C.T.C. dan Schwan, R.F. 2007. Microbial Population Present in Fermented Beverage 'cauim' Produced by Brazilian Ameridians. *J. Food Microbiol.*, 146–151.
- Amoa-Awua, W.K.A., Appoh, F. dan Jakobsen, M. 1996. Lactic Acid Fermentation of Cassava. *J. appl. Bacteriol.*, 79: 250–256.
- Ampe, F.A., Sirvent dan Zakhia, N. 2001. Dynamic of Microbial Community Responsible for Traditional Sour Cassava Starch Fermentation Studied by Denaturing Gradient Gel Electrophoresis and Quantitative rRNA Hybridization. *J. Food Microbiol.*, 65: 1662–1669.
- Barus, T., Suwanto A., Wahyudi A.T., and Wijaya H. 2008. Role of bacteria in tempe bitter taste formation: microbiological and molecular biological analysis based on 16S rRNA gene. *Microbiol Indones.*, 2 (1): 17–21.
- Barus, T., Griselda, Suwanto, A. dan Agustina, T.W. 2010. Analisis Metagenom Komunitas Bakteri Tempe dengan Teknik *Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism*. *Biota*, 15 (2): 273–280.
- Broadbent, J.R., Barnes, M., Brennand, C., Strickland, M., Houck, K., Johnson, M.E. dan Steele, J.L. 2002. Contribution of *Lactococcus lactis* Cell Envelope Protease Specificity to Peptide Accumulation and Bitterness in Reduced-fat Cheddar Cheese. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68: 1778–1785.
- Hagedorn, S. dan Kaphammer, B. 1994. Microbial Biocatalysis in The Generation of Flavor and Fragrance Chemicals. *Ann. Rev. Microbiol.*, 48: 773–800.
- Judoamidjojo, M., Darwis, A.A. dan Sa'id, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Kuriyama, H., Sastraatmadja, D., Igosaki, Y., Watanabe, K., Kanti, A. dan Fukatsu, T. 1997. Identification and Characterization of Yeast Isolated from Indonesian Fermented Food. *Mycoscience*, 38: 441–445.
- Lee, Y.M., No, H.K., Kim, S.D. dan Prinyawiwatkul, W. 2007. Quality of Chungkukjangs Prepared with Various Bacillus Strains Intern. *J. of Food Sci. and Technol.*, 42: 587–592.
- Marchesi, J.R., Sato, T., Weightman, A.J., Martin, T.A., Fry, J.C., Hiom, S.J. dan Wade, W.G. 1998. Design and Evaluation of Useful Bacterium-specific PCR Primers that Amplify Genes Coding for Bacterial 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64: 795–799.
- Obilie, E.M., Debrah, K.T. dan Amoa-Awua, W.K. 2003. Microbial Modification of The Texture of Grated Cassava during Fermentation Into Akyeke. *J. Food Microbiol.*, 89: 275–280.
- Omafuvbe, B.O., Abiose, S.H. dan Shonukan, O.O. 2002. Fermentation of Soybean (*Glycine max*) for Soy-daddawa Production by Starter Cultures of *Bacillus*. *J. Food Microbiol.*, 19: 561–566.
- Oyewole, O.B. 1995. *Application of Biotechnology to cassava processing in Africa*. Nigeria: Department of Food Science and Technology.
- Oyewole, O.B. 2001. Characteristics and Significance of Yeasts Involvement in Cassava Fermentation for 'fufu' Production. *J. Food Microbiol.*, 65 (3): 213–218.
- Qiu, D., Fujita, K., Sakuma, Y., Tanaka, T. dan Yoshiaki. 2004. Comparative Analysis of Physical Maps of Four *Bacillus subtilis* (natto) Genomes. *Appl. Environ Microbiol.*, 70(10):6247–6256.
- Padonou, S.W., Nielsen, D.S., Hounhouigan, J.D., Thorsen, L., Nago, M.C. dan Jakobsen, M. 2009. The Microbial of Lafun an African Traditional Cassava Food Product. *J. Food Microbiol.*, 133: 22–30.
- Randazzo, C.L., Toriani, S., Akkermans, D.A.D.L., de Vos, W.M. dan Vaughan, E.E. 2002. Diversity, Dynamics and Activity of Bacterial Communities during Production of an Artisanal Sicilian Cheese as Evaluated by 16S rRNA Analysis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68: 1882–1892.
- Rodas, A.M., Ferrer, S. dan Pardo, I. 2003. 16S-ARDRA: A Tool for Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Grape Must and Wine (abstract). *J. Syst Appl. Microbiol.*, 26: 412–422.

- Sarkar, P.K., Hasenack, B. dan Nout, M.J.R. 2002. Diversity and Functionality of *Bacillus* and Related Genera Isolated from Spontaneously Fermented Soybeans (Indian Kinema) and Locust Beans (African Soumbala). *Intern. J. of Food Microbiol.*, 77: 175–186.
- Schawan, R.F. 1998. Cocoa Fermentation Conducted with A Defined Microbial Cocktail Inoculum. *Appl. environ. Microbiol.*, 64: 1477–1483.
- Seumahu, C.A. 2005. Analisa Dinamika Populasi Bakteri selama Proses Nata de coco Menggunakan *Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis* (ARDRA). *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Soka, S. dan Susanto, A. 2010. Genetic Diversity of Yeasts from Orange Juice Based on PCR-RFLP and Sequence Analysis of The Internal Transcribed Spacer Regions. *Microbial. Indones.*, 4 (1): 1–5.
- Stahnke, L.H. 1994. Aroma Component from Dried Sausages Fermented with *Staphylococcus xylosum*. *J. Meat Science*, 38: 39–53.
- Sujaya, I.N., Amachi, S., Yokota, A., Asano, K. dan Tomita, F. 2002. Specific Enumeration of Lactic Acid Bacteria in *ragi tape* by Colony Hybridization with Specific Oligonucleotide Probes. *J. Microbiol. & Biotechnol.*, 18: 263–270.
- Sujaya, I.N., Nociantri, K.A. dan Asano, K. 2010. Diversity of Bacterial Flora of Indonesian *ragi tape* and Their Dynamics during the *tape* Fermentation as Determined by PCR-DGGE. *Int Food Research J.*, 17: 239–245.
- Terlabie, N.N., Sakyi-Dawson, E. dan Amoa-Awua, W.K. 2006. The Comparative Ability of Four Isolates of *Bacillus subtilis* to Ferment Soybean into Dawadawa. *Intern. J. of food Microbiol.*, 106: 145–152.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. dan Taylor, J. 1990. *PCR Protocols*. USA: Academic Press, San Diego. Pp. 315–322.