

## PENAMBAHAN TEPUNG PISANG ULI MODIFIKASI KAYA PATI RESISTEN PADA PEMBUATAN YOGHURT SINBIOTIK

Widaningrum<sup>1</sup>, Sri Laksmi Suryaatmadja<sup>2</sup>, Nur Richana<sup>1</sup>, Suliantari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

<sup>2</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB

Email : widaningrum.adnan@gmail.com

Pisang uli kaya akan amilosa sehingga berpotensi kaya akan pati resisten tipe 3. Pati resisten tipe 3 (RS3) potensial sebagai sumber prebiotik berkaitan dengan fungsi fisiologisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu yoghurt sinbiotik yang dibuat dengan mensubstitusi susu skim dalam pembuatan yoghurt dengan tepung pisang uli modifikasi kaya pati resisten. Yoghurt sinbiotik dibuat dengan mensubstitusi 70% susu skim dengan tepung pisang uli modifikasi dan diberi penambahan probiotik *Bifidobacterium bifidum* atau *L. plantarum* BSL. Nilai pH produk yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM dengan probiotik baik *B. bifidum* maupun *L. plantarum* BSL yang tidak dipasteurisasi umumnya menurun setelah 4 minggu penyimpanan, kecuali pada yoghurt kontrol. Hal yang berbeda terjadi pada pH produk yoghurt sinbiotik yang dipasteurisasi, dimana perlakuan pasteurisasi terlebih dahulu sebelum diberi penambahan probiotik menyebabkan pH yoghurt meningkat saat penyimpanan pada minggu ke-0 sampai minggu ke-4. Nilai total asam laktat tertitiasi yoghurt sinbiotik menunjukkan penurunan selama 4 minggu penyimpanan. Untuk total probiotik, yoghurt sinbiotik masih mengandung total probiotik  $10^9$  CFU/ml setelah penyimpanan refrigerator selama empat minggu. Yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM dengan probiotik *B. bifidum* dan *L. plantarum* BSL dapat diterima dari sisi sensori oleh panelis dari segi aroma, warna, tekstur, konsistensi (keseagaman), dan rasa. Dilihat dari total probiotik pada penyimpanan selama 4 minggu, *L. plantarum* BSL masih memiliki jumlah yang cukup tinggi sehingga dapat direkomendasikan sebagai probiotik pada pembuatan pangan fungsional lainnya.

**Kata kunci:** pisang plantain, prebiotik, probiotik, *L. plantarum* BSL, pati resisten, yoghurt sinbiotik

**ABSTRACT.** Widaningrum, Betty Sri Laksmi Suryaatmadja Jenie, Nur Richana, and Suliantari. 2013. **Addition of Modified Uli Banana Flour Rich in Resistant Starch in Preparation of Synbiotic Yoghurt.** Uli banana is rich with type 3 resistant starch due to its amylose content. Resistant starch (RS) type 3 (RS3) is potential as prebiotic source due to its physiological function. The objectives of this study was to substitute skim milk in yoghurt making by modified uli banana flour (MUBF) and evaluation of its properties. Synbiotic yoghurt made of 70% MUBF (as skim milk substitution) and probiotic either *Bifidobacterium bifidum* or *Lactobacillus plantarum* BSL. Value of pH of unpasteurized synbiotic yoghurt with 70% MUBF substitution had generally decreased after 4 weeks of storage, except the control yoghurt. Different things happened at pH of pasteurized synbiotic yoghurt products, which pasteurization treatment given prior to addition of LAB probiotic. Value of pH was increased during storage at week 0 to week 4. The total value of titratable lactic acid of synbiotic yoghurt showed a decrease trend during 4 weeks of storage. For total probiotic LAB, the product still contains total  $10^9$  CFU/ml after refrigerated storage for 4 weeks. 70% MUBF substitution to synbiotic yoghurt with probiotic *B. bifidum* and *L. plantarum* BSL still had acceptable characteristic measured by panelists in terms of aroma, color, texture, consistency, and taste. Due to its still high amount total probiotic on four week storage ( $9 \text{ Log CFU ml}^{-1}$ ), *L. plantarum* BSL could be recommended to be used as probiotic on other functional food preparation.

**Keywords:** Plantain banana, prebiotic, probiotic, *L. plantarum* BSL, resistant starch, synbiotic yoghurt

### PENDAHULUAN

Di negara tropis seperti Indonesia, tanaman pisang merupakan tanaman buah yang produksinya paling tinggi. Produktivitas pisang di Indonesia berfluktuasi dan terus meningkat, dimana pada tahun 2007 tingkat produksi pisang adalah 5 juta ton, kemudian pada tahun 2008 meningkat menjadi 6 juta ton<sup>1</sup>. Upaya pendayagunaan pisang khususnya jenis pisang olahan (*plantain*) dalam bentuk yang lebih tahan disimpan yaitu dalam bentuk

tepung pisang telah dilakukan. Jenie *et al*<sup>2</sup> telah melakukan penelitian pengembangan proses modifikasi tepung pisang dari jenis pisang tanduk yang kaya pati resisten (*resistant starch*) tipe 3 (disebut juga dengan istilah RS3) sehingga memiliki indeks glikemik rendah. Produk tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi produk pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan.

Pangan fungsional yang saat ini sedang *trend* dikembangkan yaitu produk pangan yang mengandung probiotik atau prebiotik, atau gabungan keduanya dalam

satu produk yang dikenal sebagai pangan sinbiotik<sup>3</sup>. Dengan adanya gabungan prebiotik yang menjadi sumber energi bagi probiotik dalam satu produk pangan, diharapkan jenis pangan sinbiotik ini dapat menjadi salah satu pilihan pangan yang menyehatkan tubuh terutama untuk kesehatan saluran pencernaan.

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang jika diasup dalam jumlah cukup akan menguntungkan bagi inangnya, sedangkan prebiotik adalah ingredien pangan yang secara selektif dapat menstimulasi pertumbuhan probiotik (probiotik biasanya dari jenis bakteri asam laktat, selanjutnya disebut BAL) di dalam kolon pencernaan manusia sehat<sup>4,5</sup>. Pati resisten tipe 3 (RS3) berpotensi sebagai sumber prebiotik karena tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan di usus halus dan ketika mencapai usus besar dapat dimanfaatkan oleh bakteri probiotik. Manfaat lain dari RS3 adalah mampu mereduksi kehilangan cairan fekal dan mempersingkat waktu diare pada penderita kolera<sup>6</sup> serta berpotensi dalam memperbaiki sensitivitas hormon insulin<sup>7</sup>. Pati resisten tipe 3 (RS3) digolongkan sebagai sumber serat serta diketahui mampu menurunkan kolesterol dan indeks glikemik<sup>8</sup>, selain itu dapat mencegah terjadinya kanker kolon karena mikroflora mampu mengubah RS3 menjadi senyawa asam lemak berantai pendek (asam butirat), mereduksi pembentukan batu empedu, dan membantu penyerapan mineral<sup>4</sup>.

Kandungan RS3 pada bahan pangan dapat ditingkatkan dengan beberapa perlakuan, misalnya dengan *autoclaving*, perlakuan dengan enzim, pengolahan dan fermentasi. Pada penelitian ini dikembangkan yoghurt sinbiotik yang diperkaya dengan RS3 dari tepung pisang uli modifikasi (TPUM). Pisang jenis uli digunakan dalam penelitian ini karena merupakan pisang dengan kandungan amilosa yang cukup tinggi yaitu 35,72%<sup>2</sup>. Kadar amilosa ini berkorelasi dengan kadar RS3 dalam produk tepung pisang yang dihasilkan. Pemilihan pisang varietas uli ini juga mempertimbangkan kandungan RS (dibandingkan komoditi pertanian lainnya, pisang mentah secara alami mengandung RS tipe 2, seperti juga pada jagung dan beras), daya cerna pati yang cukup rendah yaitu 27,72% untuk pisang uli (dibandingkan 45,96% untuk pisang kepok, 42,55% untuk pisang siam dan 42,76% untuk pisang tanduk). Disamping harganya yang murah, ketersediaan pisang uli pun cukup melimpah di pasaran. Di Jawa Barat khususnya, pisang uli ini biasa dikonsumsi dengan cara diolah seperti digoreng, dikukus, dibuat kolak, dijadikan campuran kue, dan dibuat berbagai jenis panganan atau kudapan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan yoghurt sinbiotik dengan penambahan tepung pisang uli modifikasi (TPUM) kaya pati resisten dan melakukan evaluasi sifat kimia, sifat sensori, dan total BAL probiotiknya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Laboratorium Mikrobiologi SEAFAS Center IPB, serta Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor pada bulan April 2011 hingga Maret 2012.

Bahan baku yang digunakan adalah pisang varietas uli yang diperoleh dari pedagang pisang di Kabupaten Bogor. Kematangan pisang yang digunakan yaitu tua, mengkal (belum masak) dan mentah (kulit berwarna hijau). Kultur bakteri yang digunakan yaitu BAL *Lactobacillus plantarum* BSL yang diperoleh dari koleksi pribadi peneliti di Laboratorium Mikrobiologi Pangan Ilmu dan Teknologi Pangan IPB dan *Bifidobacterium bifidum* yang diperoleh dari FNCC UGM. Bahan kimia dan enzim yang digunakan yaitu etanol, alkohol 96% dan 70%, buffer fosfat, buffer sodium asetat (0,1 M pH 5,2), pankreatin SIGMA P-7545, amiloglukosidase SIGMA, HCl 25%, NaOH 25%, etanol 95%, NaOH 0,1 N, asam asetat, Iod, dietil eter, dinitrosalisilat, Na-K tartarat, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, media mikrobiologi MRSB dan MRSA.

### Persiapan Kultur Yoghurt

Kultur untuk yoghurt terdiri dari dua jenis BAL yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Kultur pada yoghurt terdapat dalam bentuk kultur induk dan kultur starter. Pembuatan kultur induk dilakukan dengan cara menumbuhkan 0,5-1% masing-masing kultur murni kedua jenis bakteri asam laktat tersebut dari media *de Man Rogose Sharp Broth* (MRSB) ke dalam larutan susu skim 10% yang telah disterilisasi. Setelah itu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pembuatan kultur starter yang akan digunakan untuk membuat yoghurt dilakukan dengan cara menumbuhkan 5% kultur induk baik *L. bulgaricus* maupun *S. thermophilus* ke dalam larutan susu skim 10% steril dengan penambahan 3% glukosa, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C selama 24 jam.

### Persiapan Kultur *L. plantarum* BSL untuk Agen Fermentasi Terkendali

*L. plantarum* BSL diambil dari agar miring dan dilakukan penyegaran dengan cara sebagai berikut: Sebanyak 1 ose sampel diambil dari agar miring dan dimasukkan ke dalam media MRSB steril kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam sampai keruh. Selanjutnya kultur diencerkan secara seri dengan buffer fosfat hingga mencapai kepadatan populasi 10<sup>6</sup> CFU/ml.

### Persiapan Kultur *L. plantarum* BSL dan *Bifidobacterium bifidum* sebagai Kultur Probiotik

Kultur probiotik yang diaplikasikan pada penelitian ini yaitu *L. plantarum* BSL dan *B. bifidum*. Kedua jenis

kultur ini dipersiapkan dengan cara yang sama seperti menyiapkan kultur *L. plantarum* BSL pada persiapan fermentasi terkendali di atas.

#### **Pembuatan Tepung Pisang Uli Modifikasi (TPUM)**

Pembuatan tepung pisang uli modifikasi (TPUM) dilakukan dengan cara yang diuraikan di bawah ini:

Irisan pisang uli ( $\pm$  6mm) direndam dalam akuades steril (3:4) dan diinokulasi dengan menambahkan 1% (10 ml) *L. plantarum* BSL pada konsentrasi  $10^6$  CFU/ml pada setiap 1 liter akuades steril. Fermentasi dilakukan selama 12 jam. Irisan pisang uli lalu ditiriskan. Setelah itu dipanaskan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Sampel lalu diangkat dan didinginkan di suhu ruang sampai mencapai suhu yang sama dengan suhu ruang. Setelah itu, sampel lalu dimasukkan ke dalam cold room suhu 4 °C untuk didinginkan selama 24 jam. Irisan pisang uli lalu dikeringkan pada oven suhu 50 °C selama  $\pm$ 30 jam sampai mencapai kadar air 12%. Irisan pisang uli kering lalu digiling dengan mesin penepung hammer mill sampai diperoleh tepung pisang uli ukuran 100 mesh.

#### **Aplikasi TPUM pada Pembuatan Yoghurt Sinbiotik**

Tepung pisang uli modifikasi (TPUM) yang diperoleh kemudian digunakan sebagai bahan substitusi susu skim dalam pembuatan yoghurt. Yoghurt dibuat mengikuti cara yang diuraikan oleh Saputra<sup>9</sup>. Untuk setiap satu liter yoghurt sinbiotik, TPUM dan susu skim dicampur dengan rasio 70:30 (12% dari total volume larutan). Campuran kemudian ditambah glukosa 5% lalu diencerkan dengan akuades steril hingga volume 1000 ml. Kemudian campuran dipasteurisasi pada suhu 90 °C selama kurang lebih 30 menit dan didinginkan pada suhu 40-42°C. Starter yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) diinokulasikan ke dalam campuran sebanyak 2% dari volume akhir susu (perbandingan 1:1) sambil diaduk untuk mencampurkannya. Campuran disimpan pada suhu 37 °C dan dibiarkan semalam ( $\pm$  12 jam) sampai mencapai pH 4,4-4,5 dan terbentuk tekstur yoghurt yang kental. Produk ini disebut yoghurt TPUM.

Setelah menjadi yoghurt TPUM, yoghurt sinbiotik disiapkan dengan cara sebagai berikut. Yoghurt TPUM dipasteurisasi pada suhu 90 °C kemudian diinokulasi dengan kultur *L. plantarum* BSL dan *B. bifidum*. Perlakuan pasteurisasi dimaksudkan agar dalam penghitungan total koloni BAL probiotik di produk yoghurt sinbiotik akhir, yang terhitung hanya total BAL probiotik yang ditambahkan. Starter yoghurt diasumsikan telah mati (melalui pasteurisasi) sehingga tidak akan ikut terhitung. Hasil ini akan dibandingkan dengan total koloni yang terdapat pada yoghurt sinbiotik tanpa pasteurisasi. Yoghurt sinbiotik (tanpa pasteurisasi) yang dihasilkan dievaluasi sifat sensorinya (uji rating hedonik)

serta dianalisis total BAL probiotik, pH dan total asam laktat tertitrasi-nya<sup>10</sup> pada minggu ke-0 dan minggu ke-4 penyimpanan.

#### **Analisis TPUM dan Mutu Yoghurt Sinbiotik**

Mutu yoghurt dievaluasi dengan mengukur nilai pH dan total asam laktat tertitrasi. Perubahan nilai pH selama fermentasi dimonitor dengan pH-meter. Total asam diukur dengan cara titrasi<sup>10</sup> dan dinyatakan sebagai Total Asam Laktat Tertitrasi (TAT). Total BAL probiotik dihitung dengan cara plating pada media *de Man Rogose Sharpe Agar* (MRSA) sesuai dengan metode standar BAM. Sifat sensori dianalisis melalui uji organoleptik (rating hedonik) yaitu uji kesukaan. Panelis semi terlatih sebanyak 36 orang diminta memberikan penilaian terhadap yoghurt sinbiotik. Parameter yang dinilai meliputi warna, aroma, tekstur, rasa dan penerimaan umum. Kriteria penilaiannya yaitu: 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (netral), 4 (suka), dan 5 (sangat suka).

#### **Analisis Data**

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap kombinasi yang diulang dua kali. Perlakuan yang diberikan adalah jenis BAL probiotik (*L. plantarum* BSL dan *B. bifidum*) dan proses sebelum penambahan BAL probiotik (pasteurisasi dan tanpa pasteurisasi). Nilai rata-rata data pengamatan diolah secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Apabila ada perbedaan nyata antar perlakuan maka analisis dilanjutkan dengan uji beda rata-rata dengan uji Duncan. Data diolah dengan menggunakan piranti lunak SPSS 16.0 *Production Facility*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Kadar RS3 Tepung Pisang Uli Modifikasi**

Kadar pati resisten tipe 3 (RS3) pada TPUM mencapai 32,57% bk. Hasil ini merupakan hasil tertinggi dari penelitian sebelumnya<sup>11</sup>. Berdasarkan penelitian tersebut, teknik fermentasi terkendali yang diterapkan dalam penelitian ini merupakan teknik yang paling optimal. Pada konsentrasi *L. plantarum* BSL yang lebih rendah yaitu  $10^4$  CFU/ml dengan waktu fermentasi 12 jam, RS3 yang dihasilkan hanya mencapai 28,80% bk sedangkan pada konsentrasi *L. plantarum* BSL 106 selama 24 jam, RS3 yang diperoleh menurun lagi yaitu menjadi 30,14% bk. Hasil tersebut menjadi dasar mengapa konsentrasi *L. plantarum*  $10^6$  CFU/ml selama waktu fermentasi 12 jam dipilih untuk menjadi perlakuan dalam penelitian ini.

*Lactobacillus plantarum* BSL merupakan jenis BAL yang terbukti mampu memanfaatkan pati dalam komoditas sumber karbohidrat umbi garut, singkong dan kimpul serta mengubahnya menjadi asam asetat sebanyak 0,04%<sup>2</sup> sehingga jenis BAL ini diharapkan

dapat mengubah pati dalam pisang menjadi glukosa dan membentuk asam sehingga melalui serangkaian proses pemanasan (autoklaf) dan pendinginan (disebut sebagai proses retrogradasi) berpotensi lebih tinggi untuk meningkatkan kadar RS3-nya pada tepung pisang uli yang dihasilkan. Pemanfaatan BAL juga bertujuan agar selama fermentasi, asam laktat dihasilkan secara alami dan mengakibatkan terjadinya linierisasi amilopektin. Oleh karena itu, kadar RS3 tepung pisang dapat ditingkatkan apabila sebelum pemanasan, pisang terlebih dahulu difermentasi.

Penelitian terdahulu melaporkan bahwa perlakuan pemanasan dengan metode *autoclaving* dapat meningkatkan produksi RS hingga 9%<sup>4</sup>. Widaningrum *et al*<sup>11</sup> melaporkan bahwa penelitian pembuatan tepung pisang tanduk yang diberi perlakuan satu siklus pemanasan autoklaf ternyata mampu meningkatkan kadar RS dari 6,38% (bk) menjadi 11,26% (bk), sedangkan kombinasi fermentasi spontan 24 jam yang dilanjutkan dengan pemanasan autoklaf sebanyak satu siklus meningkatkan kadar RS3 tepung pisang menjadi 15,24% bk<sup>9</sup>. Penampilan TPUM hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

### Yoghurt Sinbiotik

Pada pembuatan yoghurt, TPUM ditambahkan untuk mensubstitusi susu skim. Tingkat substitusi sebesar 70% ditetapkan berdasarkan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Saputra<sup>9</sup>. Pada kondisi tersebut, yoghurt masih diterima dengan baik oleh panelis.

Untuk mendapatkan yoghurt sinbiotik, strain bakteri asam laktat *L. plantarum* BSL dan *B. bifidum* masing-masing ditambahkan ke dalam yoghurt TPUM. Keduanya sudah dikonfirmasi sebagai probiotik. Bakteri asam laktat *L. plantarum* BSL yang digunakan diperoleh dari sayuran sawi asam yang merupakan sayuran indigenus Indonesia. Sementara *B. bifidum* diperoleh dari FNCC UGM.



**Gambar 1** Tepung pisang uli modifikasi (TPUM) yang dihasilkan dari fermentasi terkendali irisan pisang uli dengan *L. plantarum* BSL pada konsentrasi  $10^6$  CFU/ml selama 12 jam

Figure 1. Modified uli banana flour (MUBF) produced by controlled fermentation of sliced uli banana by *L. plantarum* BSL at conc.  $10^6$  CFU/ml for 12 hours

Penelitian terdahulu melaporkan bahwa penambahan prebiotik seperti inulin ke dalam minuman yoghurt dapat meningkatkan kesehatan kolon dan meningkatkan absorpsi kalsium dan mineral<sup>12</sup>. Prebiotik meningkatkan fungsi probiotik dengan cara meningkatkan viabilitas probiotik sebagaimana yang terlihat pada survival probiotik pada saluran pencernaan dan kemampuannya menempel pada permukaan sel-sel mukosa usus serta kemampuannya untuk tumbuh<sup>13</sup>. Dalam penelitian ini, TPUM ditambahkan agar berfungsi sebagai prebiotik dalam yoghurt sinbiotik. Penampilan yoghurt sinbiotik ditampilkan pada Gambar 2.

### Nilai pH

Pada produk yoghurt sinbiotik, pH memegang peranan penting untuk dianalisis. Nilai pH merupakan kekuatan hidrogen (*power of hydrogen*) yang merupakan sekumpulan ion-ion  $H^+$  yang terlarut di dalam larutan dan menyebabkan keasaman pada produk. Nilai pH yoghurt sinbiotik disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis statistik menyatakan bahwa pada penyimpanan dingin yoghurt sinbiotik baik pada 0 minggu dan 4 minggu, jenis BAL dan perlakuan pasteurisasi masing-masing berpengaruh sangat nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap perubahan pH yoghurt sinbiotik. Sedangkan interaksi perlakuan keduanya (jenis BAL dan pasteurisasi) tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) pada penyimpanan 0 minggu namun berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada penyimpanan 4 minggu.

Dari data pada Tabel 1 terlihat bahwa pH produk yoghurt sinbiotik yang tidak dipasteurisasi (baik yang diberi probiotik *L. plantarum* BSL maupun *B. bifidum*) umumnya menurun setelah 4 minggu penyimpanan, kecuali pada yoghurt kontrol. Pada yoghurt sinbiotik tanpa pasteurisasi, penambahan probiotik *L. plantarum* BSL menyebabkan pH produk menurun dari 3,71 pada minggu ke-0 menjadi 3,60 pada minggu ke-4, sedangkan penambahan probiotik *B. bifidum* menurunkan pH dari 3,70 pada minggu ke-0 menjadi 3,58 pada minggu ke-4 penyimpanan), kecuali pada yoghurt kontrol yang nilai pH-nya meningkat (dari pH 3,59 pada penyimpanan minggu ke-0 menjadi 4,00 pada minggu ke-4 penyimpanan). Yoghurt kontrol adalah yoghurt yang hanya diberi substitusi 70% TPUM terhadap susu skim tetapi tidak diberi penambahan probiotik.



**Gambar 2.** Yoghurt sinbiotik TPUM  
**Figure 2.** MUBF synbiotic yoghurt

**Tabel 1** Pengaruh pasteurisasi dan waktu penyimpanan terhadap nilai pH yoghurt sinbiotik

Table 1. Effect of pasteurization and storage time to pH of synbiotic yoghurt

Perlakuan Treatment	pH yoghurt sinbiotik pH of synbiotic yoghurt	
	Lama penyimpanan (minggu) Storage time (weeks)	
	0	4
Tanpa pasteurisasi Without pasteurization		
•(+) <i>L. plantarum</i> BSL	3.71 ± 0.01 <sup>c</sup>	3.60 ± 0.04 <sup>a</sup>
•(+) <i>B. Bifidum</i>	3.70 ± 0.01 <sup>c</sup>	3.58 ± 0.11 <sup>a</sup>
•Kontrol (tanpa penambahan BAL probiotik) Control (without probiotic LAB addition)	3.59 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.02 <sup>b</sup>
Dengan pasteurisasi With pasteurization		
•(+) <i>L. plantarum</i> BSL	3.59 ± 0.01 <sup>b</sup>	3.92 ± 0.02 <sup>b</sup>
•(+) <i>B. Bifidum</i>	3.60 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.98 ± 0.01 <sup>b</sup>
•Kontrol (tanpa penambahan BAL probiotik) Control (without probiotic LAB addition)	3.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.93 ± 0.03 <sup>b</sup>

Keterangan: huruf pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Remarks : letter on the same column show no significance difference on 5% level

Penurunan pH selama penyimpanan yoghurt ini juga dilaporkan oleh Kailasapathy<sup>14</sup> yang membuat yoghurt dengan probiotik *L. acidophilus* DD910 dan *B. lactis*. Probiotik yang diberi perlakuan enkapsulasi dengan alginat dan tanpa enkapsulasi, nilai pH-nya menurun selama penyimpanan enam minggu, yaitu dari 4.48 dan 4.52 menjadi 4.25 dan 4.21.

Metabolisme BAL selama fermentasi mengakibatkan perubahan karbohidrat menjadi gula-gula sederhana. Umumnya, senyawa yang dihasilkan adalah asam laktat. Fermentasi gula sederhana oleh BAL heterofermentatif melalui jalur 6-Phosphoglukosa/Phosphoketolase menghasilkan asam laktat, etanol, CO<sub>2</sub>, dan 1 mol Adenosin Tri Fosfat per mol glukosa<sup>15</sup>. Asam laktat yang terbentuk pada yoghurt merupakan hasil fermentasi dua jenis starter yoghurt yang keduanya bersifat homofermentatif dan dari hasil fermentasi kultur probiotik yang ditambahkan. Menurut Reddy *et al*<sup>15</sup>, metabolit utama BAL homofermentatif adalah asam laktat sebesar 80% dari total asam dan BAL heterofermentatif menghasilkan asam laktat sebesar 50-80% dari total asam. Ini menyebabkan keasaman meningkat yang ditunjukkan dengan pH yoghurt sinbiotik menurun selama penyimpanan.

Hal berbeda terjadi pada pH produk yoghurt sinbiotik yang diberi perlakuan pasteurisasi terlebih dahulu sebelum diberi penambahan probiotik. Umumnya pH yoghurt meningkat saat penyimpanan pada minggu ke-0 sampai minggu ke-4, baik pada yoghurt sinbiotik dengan probiotik *Lactobacillus plantarum* BSL (dari 3,59 menjadi 3,92) maupun pada yoghurt sinbiotik dengan probiotik *B. bifidum* (dari 3,66 menjadi 3,98) serta pada

yoghurt kontrol (dari 3,48 pada penyimpanan 0 minggu menjadi 3,93 selama penyimpanan 4 minggu).

Perbedaan nilai pH ini kemungkinan disebabkan karena pada produk yoghurt sinbiotik tanpa pasteurisasi, jumlah bakteri asam laktat diduga cukup banyak. Selain kultur probiotik yang ditambahkan, yoghurt juga mengandung kultur starter *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Ketiga kultur bakteri asam laktat tersebut akan memanfaatkan pati atau karbohidrat yang ada pada yoghurt sebagai sumber nutrisinya, dan mengubahnya menjadi gula-gula sederhana yang kemudian akan difermentasi menjadi asam laktat. Asam laktat yang menumpuk akan menyebabkan kondisi yang lebih asam.

Hal yang berbeda terjadi pada yoghurt sinbiotik yang diberi perlakuan pasteurisasi dahulu sebelum ditambahkan dengan probiotik, dimana nilai pH yoghurt sinbiotik meningkat. Pada yoghurt sinbiotik ini, kultur BAL yang tumbuh adalah hanya kultur probiotik yang ditambahkan. Sebagai kultur tunggal dalam yoghurt (kultur starter sudah mati akibat proses pasteurisasi), kemampuannya menghasilkan asam laktat menjadi lebih sedikit dibandingkan kultur campuran pada yoghurt tanpa pasteurisasi. Kondisi yang kurang asam berbanding lurus dengan nilai pH yang lebih besar. Nilai pH yang meningkat ini sesuai dengan nilai total asam laktat tertitrasinya yang menunjukkan penurunan (pada pembahasan total asam laktat tertitiasi).

Jumlah substitusi TPUM yang mencapai 70% terhadap susu skim menyebabkan jumlah amilosa dan glukosa yang tinggi yang menggantikan laktosa pada susu skim. Proses fermentasi menyebabkan laktosa dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa atau

galaktosa-6-fosfat oleh enzim  $\alpha$ -D-galaktosidase dan  $\alpha$ -D-fosfogalaktosa yang dihasilkan oleh *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Glukosa hasil pemecahan laktosa, selanjutnya melalui jalur glikolisis dapat dibentuk asam piruvat dan selanjutnya dapat diubah menjadi asam laktat oleh enzim laktat. Yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM pada penelitian ini memiliki kisaran pH 3,5-4,0. Tingkat keasaman ini sesuai dengan SNI Syarat Mutu Yoghurt yaitu SNI 01-2981-1992 yang mempersyaratkan pH yoghurt pada kisaran 3,5-4,5<sup>16</sup>.

**Total Asam Laktat Tertitrasi**

Selain dengan mengukur pH, keasaman yoghurt juga dapat diketahui dari nilai total asam laktat tertitrasi. Umumnya, penurunan pH akan diikuti oleh peningkatan nilai total asam laktat tertitrasi, demikian pula sebaliknya. Namun nilai pH tidak selalu berbanding terbalik dengan total asam laktat. Pada pengukuran pH, nilai yang terukur adalah konsentrasi ion-ion H<sup>+</sup> yang menunjukkan jumlah asam terdisosiasi sedangkan total asam laktat tertitrasi hanya merupakan persentase asam laktat saja. Data total asam laktat tertitrasi pada produk yoghurt sinbiotik disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada penyimpanan dingin yoghurt sinbiotik pada 0 minggu, perlakuan jenis BAL berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap nilai total asam laktat tertitrasi, sedangkan perlakuan pasteurisasi tidak berpengaruh nyata (P>0,05). Demikian juga pada penyimpanan dingin yoghurt sinbiotik pada 4 minggu, jenis BAL berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap nilai total asam laktat tertitrasi, sedangkan perlakuan pasteurisasi tidak berpengaruh

nyata (P>0,05). Namun interaksi perlakuan keduanya (jenis BAL dan perlakuan pasteurisasi) berpengaruh sangat nyata (P<0,01) pada 0 minggu dan nyata (P<0,05) pada 4 minggu.

Nilai total asam laktat tertitrasi yoghurt sinbiotik menunjukkan penurunan selama 4 minggu penyimpanan. Pada yoghurt sinbiotik tanpa dipasteurisasi dahulu sebelum ditambah probiotik, TAT menurun dari 1.48% menjadi 0.94% (pada yoghurt sinbiotik dengan probiotik *L. plantarum* BSL), dari 0.96% tetap menjadi 0.97% pada yoghurt sinbiotik dengan probiotik *B. bifidum*, dan dari 0.94% turun menjadi 0.56% pada yoghurt kontrol (tanpa probiotik). Pada yoghurt sinbiotik yang diberi perlakuan pasteurisasi terlebih dahulu sebelum ditambah probiotik, nilai total asam laktat tertitrasi menurun dari 1.64 menjadi 0.82% (pada yoghurt sinbiotik dengan *L. plantarum* BSL), dari 0.93 menjadi 0.72% pada yoghurt sinbiotik dengan *B. bifidum*, dan dari 0.91% menjadi 0.71% pada yoghurt kontrol (tanpa probiotik).

Asam laktat adalah komponen asam terbesar yang terbentuk pada saat fermentasi susu menjadi yoghurt. Asam laktat (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) mudah terdisosiasi menjadi ion H<sup>+</sup> dan CH<sub>3</sub>CHOHCOO<sup>-</sup>. Banyak teori yang dikemukakan mengenai total asam tertitrasi. Menurut syarat mutu yoghurt pada SNI 01-2981-1992<sup>16</sup>, jumlah asam laktat adalah 0.5 sampai 2.0%.

Penurunan nilai total asam laktat tertitrasi ini secara umum merupakan indikasi bahwa yoghurt menjadi berkurang sifat asamnya. Kemungkinan hal ini disebabkan bakteri asam laktat yang tumbuh pada yoghurt tidak lagi memfermentasi glukosa menjadi asam laktat selama

**Tabel 2.** Pengaruh pasteurisasi dan lama penyimpanan terhadap total asam laktat tertitrasi yoghurt sinbiotik  
Table 2. Effect of pasteurization and storage time to titratable lactic acid of synbiotic yoghurt

Perlakuan Treatment	Total asam laktat tertitrasi (%) yoghurt sinbiotik Titratable lactic acid of synbiotic yoghurt	
	Lama penyimpanan (minggu)/ Storage time (weeks)	
	0	4
Tanpa pasteurisasi Without pasteurization		
• (+) <i>L. plantarum</i> BSL	1.48 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.94 ± 0.04 <sup>c</sup>
• (+) <i>B. Bifidum</i>	0.96 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.97 ± 0.05 <sup>c</sup>
• Kontrol (tanpa penambahan BAL probiotik) Control (without probiotic LAB addition)	0.94 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.56 ± 0.07 <sup>a</sup>
Dengan pasteurisasi With pasteurization		
• (+) <i>L. plantarum</i> BSL	1.64 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.82 ± 0.03 <sup>bc</sup>
• (+) <i>B. Bifidum</i>	0.93 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.02 <sup>ab</sup>
• Kontrol (tanpa penambahan BAL probiotik) Control (without probiotic LAB addition)	0.91 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.18 <sup>ab</sup>

**Keterangan :** huruf pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Remarks : letter on the same column show no significance difference on 5% level

yoghurt disimpan di suhu refrigerator ( $\pm 4-5$  °C). BAL tidak memproduksi asam laktat karena pertumbuhannya terhambat pada suhu rendah. BAL merupakan bakteri mesofilik yang hanya akan tumbuh optimal pada suhu 35-40°C<sup>15</sup>. Pada penelitian ini, penurunan nilai total asam laktat tertitrasi hanya dipengaruhi oleh starter yoghurt.

Secara umum, penurunan nilai total asam laktat tertitrasi ini akan berakibat pada peningkatan pH produk. Namun dalam penelitian ini tidak terjadi demikian. Penurunan nilai pH ternyata tidak serta-merta mengakibatkan peningkatan nilai total asam laktat tertitrasi, bahkan nilai total asam laktat tertitrasinya menurun selama penyimpanan. Hal ini diduga akibat terbentuknya etanol atau asam organik lain (asam suksinat, asam format, bahkan mannitol) atau etanol oleh bakteri asam laktat heterofermentatif fakultatif *L. plantarum* BSL dan *B. bifidum* (heterofermentatif obligat) yang ditambahkan sebagai probiotik pada yoghurt. Dalam hal ini glukosa yang ada tidak semuanya menjadi asam laktat tetapi juga menjadi etanol. Dilepaskannya etanol dalam produk akan menurunkan keasaman produk.

### Total Probiotik

Analisis penghitungan total probiotik dilakukan pada yoghurt sinbiotik yang sebelumnya diberi perlakuan pasteurisasi terlebih dahulu sebelum ditambahkan dengan BAL probiotik. Hal ini dilakukan agar yang terhitung pada produk hanya total BAL probiotik yang ditambahkan. Adapun kedua kultur starter yoghurt (*L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dianggap sudah mati karena perlakuan pasteurisasi). Untuk total BAL probiotik yang terdapat pada yoghurt sinbiotik, nilainya mengalami penurunan selama penyimpanan 4 minggu, tetapi tidak sampai 1 unit log CFU/ml pada setiap sampel yoghurt (Tabel 3) sehingga dianggap tidak bermakna.

Produk sinbiotik akan memperkuat efek probiotik. Beberapa percobaan pada pembuatan produk probiotik menunjukkan peningkatan total bakteri anaerob, aerob, *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* dan penurunan total *Clostridium*, *Enterobacteriaceae* dan *E. coli*. Jumlah sel bakteri hidup yang harus ada pada produk probiotik masih menjadi perdebatan. Menurut Codex Alimentarius<sup>17</sup>, jumlah minimal kultur yang masih hidup

di dalam yoghurt adalah 10<sup>7</sup> CFU/ml atau 7 log CFU/ml. Sedangkan menurut peraturan dalam National Yoghurt Association, selama penyimpanan dingin kultur pada yoghurt harus aktif pada akhir periode penyimpanan atau masa kadaluarsanya<sup>18</sup>.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan jumlah total probiotik tidak signifikan selama yoghurt sinbiotik disimpan selama 4 minggu. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Paseephol dan Sherkat<sup>19</sup> yang membuat yoghurt sinbiotik dari susu skim dengan substitusi prebiotik berupa 4% bubuk inulin (inulin diperoleh dari Jerusalem artichoke) dan probiotik *Lactobacillus casei*-01. Komposisi tersebut mampu mempertahankan viabilitas *Lactobacillus casei*-01 dimana strain tersebut jumlahnya tetap pada 10<sup>7</sup> CFU log/g pada penyimpanan dingin ( $\pm 4$  °C) selama 28 hari.

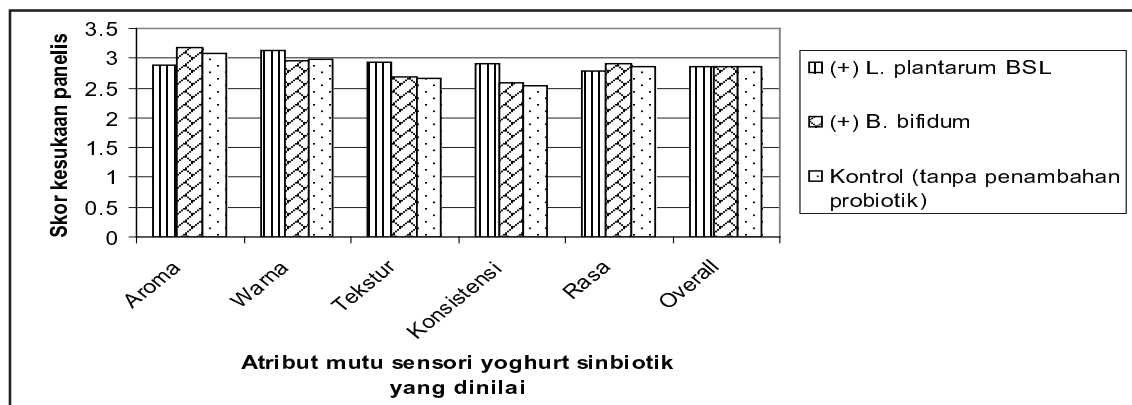
Pada penelitian Saputra<sup>9</sup>, yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM ternyata mengalami penurunan total BAL sebesar 1 log, yaitu dari 10<sup>9</sup> CFU/ml pada minggu ke-0 penyimpanan menjadi 10<sup>8</sup> CFU/ml pada minggu ke-4 penyimpanan. Perbedaan nilai total BAL ini diduga disebabkan oleh TPUM yang digunakan, dimana TPUM yang digunakan oleh Saputra<sup>9</sup> adalah TPUM yang dihasilkan dari fermentasi spontan (kadar RS3 15,24% bk) sedangkan dalam penelitian ini yang digunakan adalah TPUM yang dihasilkan dari fermentasi terkendali *L. plantarum* BSL 10<sup>6</sup> CFU/ml selama 12 jam (kadar RS3 32,57% bk).

Kadar RS3 yang lebih tinggi yang dihasilkan pada penelitian ini menyebabkan lebih banyak prebiotik tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh probiotik sehingga jumlahnya dapat bertahan tetap pada konsentrasi diproduksi (9,21 unit log/ml) sampai setelah disimpan selama 4 minggu pada penyimpanan dingin. Sedangkan pada yoghurt kontrol (yoghurt tanpa penambahan probiotik), tidak terjadi pertumbuhan BAL baik pada penyimpanan 0 minggu maupun pada penyimpanan setelah 4 minggu. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa produk yoghurt sinbiotik yang disubstitusi dengan TPUM masih layak dikonsumsi karena masih mengandung bakteri asam laktat dalam jumlah yang cukup tinggi.

**Tabel 3.** Perubahan total BAL probiotik yoghurt sinbiotik selama penyimpanan

Table 3. Changes on LAB probiotic count on synbiotic yoghurt during storage

Lama penyimpanan Storage time (minggu) Week	Total probiotik yoghurt sinbiotik Probiotic count on synbiotic yoghurt		
	(+) <i>L.plantarum</i> BSL	(+) <i>B.bifidum</i>	Kontrol / Control (tanpa penambahan probiotik) Without probiotic addition
0	9.51 ± 0.04	9.45 ± 0.63	0
4	9.21 ± 0.04	8.99 ± 0.59	0



Gambar 3. Histogram skor mutu sensori yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM  
 Figure 3. Sensory histogram score quality of yogurt sinbiotik -substitutions 70 % tpum

**Evaluasi Sensori Yoghurt Sinbiotik**

Atribut mutu yang diindra pada evaluasi sensori yoghurt sinbiotik meliputi aroma, warna, tekstur, konsistensi (keseragaman), rasa dan keseluruhan mutu yoghurt sinbiotik yang dihasilkan. Dari histogram pada Gambar 3, untuk atribut aroma, panelis memberi skor rata-rata netral (2,88-3,17) pada yoghurt sinbiotik yang dihasilkan. Aroma yoghurt yang khas disebabkan oleh adanya komponen asam laktat, asetaldehid, dan senyawa-senyawa volatil lain yang diproduksi oleh kultur starter. Pada produk yoghurt, aroma yang dominan diterima oleh indera pencium adalah aroma asam.

Untuk atribut warna, panelis memberi skor rata-rata netral (2,97-3,14). Bagi banyak produk pangan, warna bersama-sama dengan aroma, tekstur dan rasa memegang peranan penting dalam menentukan penerimaan produk oleh konsumen. Bahkan warna dapat dijadikan parameter mutu yang pertama kali dipertimbangkan oleh konsumen sebelum menilai mutu organoleptik lainnya. Warna juga dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan, seperti pencoklatan dan karamelisasi. Warna produk yoghurt pada umumnya hampir sama dengan warna bahan bakunya, yaitu putih kekuningan. Pada penelitian ini, warna yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM fermentasi terkendali memberikan warna kuning kecoklatan yang sesuai dengan warna bahan baku TPUM-nya.

Tekstur yoghurt sinbiotik pun memiliki skor rata-rata netral (2,65-2,93), demikian pula untuk konsistensi yoghurt (2,53-2,92). Menurut Ciron *et al*<sup>20</sup>, tekstur merupakan karakteristik yoghurt yang sangat penting. Tekstur merupakan atribut multidimensi yang dibentuk dari sifat-sifat fisik dan dapat dirasakan secara sensori melalui kinestesis, sentuhan, *mouthfeel*, penampakan, dan pendengaran.

Dalam hal rasa, panelis memberi skor rata-rata netral (2,85-2,90). Rasa didefinisikan sebagai flavor atau citarasa merupakan sensasi menyeluruh yang

terjadi karena interaksi antara rasa, aroma, dan tekstur (*mouthfeel tactile*), serta reseptor suhu di dalam mulut ketika mengkonsumsi makanan. Rasa bersama dengan aroma merupakan mutu atribut organoleptik yang sangat penting, terutama dalam menentukan penerimaan seseorang terhadap suatu produk pangan. Pada penelitian ini, panelis pada umumnya menyukai rasa yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM yang dihasilkan. Namun 8 dari 36 orang panelis memberikan komentar rasa yang terlalu asam (kurang manis) untuk yoghurt sinbiotik TPUM dibandingkan dengan yoghurt yang ada di pasaran. Hal ini dimungkinkan substitusi TPUM yang cukup tinggi (70%) terhadap TPUM tanpa penambahan gula pasir lebih dari 5%. Dilain pihak, TPUM sendiri sudah membawa sifat asam (pH rendah) sehingga berkontribusi terhadap rasa yoghurt sinbiotik secara keseluruhan.

Asam adalah rasa yang mendominasi produk yoghurt. Rasa asam disebabkan oleh donor proton, yang intensitasnya tergantung pada ion H<sup>+</sup> yang dihasilkan oleh hidrolisis asam. Rasa asam yoghurt sebagian besar disebabkan oleh adanya asam laktat yang diproduksi oleh kultur starter selama proses fermentasi. Citarasa asam inilah yang membentuk kekhasan pada produk yoghurt. Analisis statistik menunjukkan bahwa secara keseluruhan panelis tidak memberi skor berbeda (P>0.05) untuk semua formula yoghurt sinbiotik. Hal ini memberi kesimpulan *L. plantarum* BSL maupun *B. bifidum* sama-sama dapat digunakan sebagai probiotik dalam produk yoghurt sinbiotik. Namun penambahan gula harus lebih ditambah agar produk yoghurt sinbiotik yang dihasilkan lebih disukai.

*Trend* konsumen saat ini memperlihatkan perubahan pola hidup. Konsumen kini lebih memperhatikan penampilan, kesehatan, serta keseimbangan emosi dan mental (*self-indulgence*). Makanan kesehatan menjadi bagian dari pola hidup saat ini. Diperkirakan pasar probiotik yang berkaitan dengan produk susu di Uni Eropa saat ini mencapai 2 juta Euro, dengan pertumbuhan per tahun sekitar 7-8%. Minuman (*beverages*) merupakan

komoditas yang mengalami pertumbuhan tertinggi dengan pasar terbesar yaitu Inggris, Jerman, Perancis, Spanyol dan Italia. Di luar negeri, orang sudah terbiasa mengkonsumsi susu fermentasi. *Trend* saat ini adalah berupa minuman fungsional dalam botol sekali minum, yang mengkombinasikan ingredien fungsional dalam satu produk: probiotik, prebiotik, dan suplemen tambahan seperti herbal, vitamin, mineral, dan lain-lain<sup>21</sup>.

Keberhasilan pengembangan produk sinbiotik berbasis susu berdasarkan pada persepsi konsumen yang menganggap bahwa segala sesuatu yang berasal dari susu adalah baik karena susu merupakan minuman penuh gizi. Susu umumnya menyehatkan. Konsumen juga menyukai penempatan ingredien fungsional dalam konteks alami. Bakteri probiotik yang menguntungkan dalam yoghurt juga telah lama dikenal. Konsumen cenderung berusaha menjaga kesehatan dan mengurangi resiko sakit.

Potensi aplikasi prebiotik bisa digunakan sebagai bahan baku untuk membuat minuman dan atau susu fermentasi, minuman kesehatan, produk-produk *bakery*, produk-produk oles (margarin), saus, susu formula dan makanan bayi, sereal, biskuit, konfeksioneri, kue-kue dan *dessert*, *snack bars*, dan sup. Dalam penelitian ini dilakukan aplikasi pembuatan produk sinbiotik berupa yoghurt karena diyakini yoghurt masih merupakan pilihan pertama konsumen untuk produk sinbiotik yang menguntungkan bagi kesehatan<sup>14</sup>.

## KESIMPULAN

Nilai pH produk yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM dengan probiotik baik *B. bifidum* maupun *L. plantarum* BSL yang tidak dipasteurisasi umumnya menurun setelah 4 minggu penyimpanan, kecuali pada yoghurt kontrol. Hal yang berbeda terjadi pada pH produk yoghurt sinbiotik yang dipasteurisasi, dimana perlakuan pasteurisasi terlebih dahulu sebelum diberi penambahan probiotik menyebabkan pH yoghurt meningkat saat penyimpanan pada minggu ke-0 sampai minggu ke-4. Nilai total asam laktat tertitrisasi yoghurt sinbiotik menunjukkan penurunan selama 4 minggu penyimpanan. Untuk total probiotik, yoghurt sinbiotik masih mengandung total probiotik 10<sup>9</sup> CFU/ml setelah penyimpanan refrigerator selama empat minggu. Yoghurt sinbiotik substitusi 70% TPUM dengan probiotik *B. bifidum* dan *L. plantarum* BSL dapat diterima dari sisi sensori oleh panelis dari segi aroma, warna, tekstur, konsistensi (keseragaman), dan rasa. Dari penelitian ini, *L. plantarum* BSL tampak memiliki viabilitas yang lebih konsisten selama penyimpanan 4 minggu dan dapat diaplikasikan dalam pembuatan pangan sinbiotik lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Litbang Pertanian yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui skema KKP3T tahun 2011.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Produksi buah-buahan Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik; 2009.
2. Jenie BSL, Widowati S, Nurjanah S. Pengembangan produk tepung pisang dengan indeks glikemik rendah dan sifat prebiotik sebagai bahan pangan fungsional. Disampaikan pada: Seminar Hibah Kompetitif Penelitian sesuai Prioritas Nasional Batch II; 2009. Bogor.
3. Hamayouni A, Azizi A, Ehsani MR, Yarmand MS, Rafazi SH. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of ice cream. *Food Chemistry* 2008; 111: 50-55.
4. Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. Resistant Starch – A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Institute of Food Technologists; 2006.
5. Robertfröid. Prebiotics: The concept revisited. *The Journal of Nutrition*. 2007; 137: 830S-837S.
6. Ramakhrisna BS, Gelroth JA, Astroth K, Eisenbraun GJ. Effect of resistant starch on intestinal responses in rats. *Cereal Chem*. 2000; 68(2): 130-132.
7. Robertson MD, Bickerton AS, Dennis AL, Vidal H, Frayn KN. Insulin-sensitizing effects of dietary resistant starch and effects on skeletal muscle and adipose tissue metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2005; 82: 559-67.
8. Lehmann U, Jacobasch G, Schmiel D. Characterization of resistant starch type III from banana (*Musa acuminata*). *J. of Agricultural and Food Chemistry*. 2002; 50:5236-5240.
9. Saputra MY. Mutu Yoghurt Sinbiotik dengan Substitusi Tepung Pisang Uli Modifikasi [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
10. Association of Official Analytical Chemistry. Official Methods of Analysis [Internet] 2005. [Diunduh 26 Desember 2011]. Tersedia di: <http://www.aoac.org/vmeth/page1>.
11. Widaningrum, Jenie BSL, Richana N, Suliantari. Improvement of resistant starch from modified plantain banana flour using controlled *Lactobacillus plantarum* fermentation followed with retrogradation. Makalah disampaikan pada Workshop Penguatan Penulisan Karya Tulis Ilmiah untuk Publikasi Internasional; 18-20 Desember 2012; Cisarua.

12. Gonzalez NJ, Adhikari K, Sancho-Madriz M. Sensory characteristics of peach-flavored yoghurt drinks containing prebiotics and synbiotics. *LWT – Food Science and Technology*. 2011; 44: 158-163.
13. Ramchandran L, Shah NP. Characterization of functional, biochemical and textural properties of synbiotic low-fat yoghurts during refrigerated storage. *Food Science and Technology*. 2010; 43: 819-827.
14. Kailasapathy K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT*. 2006; 39:1221-1227.
15. Reddy G, Altaf MD, Naveena BJ, Venkateshwar M, Kumar EV. Amylolytic bacterial lactic acid fermentation – A review. *J. elsevier-Biotech Adv*. 2008; 26:22-34.
16. Syarat Mutu Yoghurt. SNI 01-2981-1992. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional; 2011.
17. Milk and Milk Products (2nd ed.). Codex Alimentarius [Internet]. [Diunduh 28 November 2012]. Tersedia di: <http://www.fao.org/docrep/015/i2085e/i2085e00.pdf>. d
18. Chandan RC, O'Rell KR. Yoghurt plant: quality assurance. Di dalam: Chandan RC, White CH, Kilara A, Hui YH, Editors. *Manufacturing yoghurt and fermented milks*. IA: Blackwell Publishing; 2006. Hal. 247-265.
19. Paseephol T, Sherkat F. Probiotic stability of yoghurts containing Jerusalem artichoke inulins during refrigerated storage. *J. of Functional Foods*. 2009; 1: 311-318.
20. Ciron Chr Ian E, Gee VL, Kelly AL, Auty MAE. Modifying the microstructure of low-fat yoghurt by microfluidisation of milk at different pressures to enhance rheological and sensory properties. *Food Chemistry*. 2012; 130: 510-519.
21. Pohjanheimo T, Mari S. Explaining the liking of drinking yoghurt: the role of sensory quality, food choice motives, health concern and product information. *International Dairy Journal*. 2009; 19: 459-466.

Hak cipta ©2013 Balai Besar Litbang Pascapanen  
Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu  
Jl. Tentara Pelajar no 12A, Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia