

# Pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar (*Ipomea batatas*) terhadap jumlah sel dan aktivitas antioksidan yogurt

## The influence of addition of various sweet potatoes (*Ipomea batatas*) extract to total count of cells and antioxidant activity in yogurt

RETNATI, M.A.M. ANDRIANI, GUSTI FAUZA

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 1 Agustus 2009. Revisi disetujui: 29 Agustus 2009.

**Abstract.** Retnati, Andriani MAM, Fauza G. 2009. The influence of addition of various sweet potatoes (*Ipomea batatas*) extract to total count of cells and antioxidant activity in yogurt. *Biofarmasi* 7: 68-76. The aim of this research was to determine the influence of addition of various sweet potatoes extract to the total count of cells and the antioxidant activity in yogurt. Yogurt was made from fresh milk, skim milk, white sweet potato, orange sweet potato, purple sweet potato, and pure culture of *Streptococcus thermophilus* 0040 and *Lactobacillus bulgaricus* 0041 in straight MRS agar. Fresh milk, skim milk powder (5%, b/v), and sweet potato extract (10%, v/v) was pasteurized at 90°C for 15 minutes, cooled to the temperature between 40-45°C, inoculated with 2.5% *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* with a proportion of 1.4:1, and then incubated at a temperature of 40°C for 15 hours. Yogurt without an addition of sweet potato extract was used as control. The parameters measured in this experiment were the total count of cells with TPC (Total Plate Count) method and the antioxidant activity with DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. Samples were taken at one hour interval to examine the total count of cells, while the antioxidant activity was collected at three hours interval. The result of each analysis was plotted into graphics which describing the relation of total bacteria and antioxidant activity with fermentation time. ANOVA was employed to analyze the data. If there was a significant difference, it should be followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) at a significance level  $\alpha=0.05$ . The result of this research showed that the addition of various sweet potatoes extracts increased the total count of cells and the antioxidant activity in yogurt. The total count of cells showed no significant different for each sample, it meant that the different colors in sweet potato did not influence the total count of cells. However, yogurt with orange and purple sweet potato extract addition had a significant difference on the antioxidant activity with control and yogurt with white sweet potato extract. In conclusion, the difference colors in sweet potato influenced in the antioxidant activity in yogurt significantly. Sweet potato is potential for milk substitute in yogurt production due to oligosaccharide content and antioxidant activity.

**Keywords:** Antioxidant activity, sweet potato extract, total count of cell, yogurt

### PENDAHULUAN

Produk susu fermentasi sebagai pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia dewasa ini berkembang pesat, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya kesadaran dan pemahaman masyarakat akan makanan dan minuman yang menyehatkan. Salah satu produk susu fermentasi yang dikenal oleh masyarakat Indonesia adalah yogurt. Hadiwiyoto (1982) menyatakan bahwa yogurt merupakan produk fermentasi susu yang mempunyai cita rasa spesifik sebagai hasil formulasi oleh bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*.

Bahan utama yang digunakan sebagai substrat dalam fermentasi yogurt adalah susu. Susu memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Akan tetapi, komposisi gizi susu akan lebih lengkap lagi apabila ditambahkan bahan lain yang mengandung oligosakarida dan antioksidan alami, sehingga jumlah sel dan aktivitas antioksidan yang terkandung dalam produk susu fermentasi (yogurt) diharapkan akan meningkat. Salah satu bahan yang

berpotensi untuk digunakan sebagai bahan substitusi susu dalam pembuatan yogurt adalah ubi jalar.

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman palawija penting di Indonesia dan mempunyai potensi untuk terus dikembangkan, baik sebagai bahan pangan, pakan, maupun bahan industri. Selama ini, penggunaan ubi jalar sebagai bahan pangan masih terbatas dalam bentuk makanan tradisional, seperti ubi rebus, ubi goreng, kolak, getuk, timus, dan keripik, sehingga citranya rendah. Menurut hasil survei Badan Pusat Statistik (2006), rata-rata produksi ubi jalar di Indonesia dari tahun 2001-2005 sebesar 1,850 juta ton dan sebagian besar produksi tersebut (89%) digunakan sebagai bahan pangan. Hasyim dan Yusuf (2008) menyatakan bahwa produktivitas ubi jalar cukup tinggi apabila dibandingkan dengan beras maupun ubi kayu.

Ubi jalar yang daging buahnya berwarna oranye disebabkan oleh adanya kandungan betakaroten, sedangkan ubi jalar berwarna ungu cenderung dikarenakan oleh adanya pigmen antosianin. Ubi jalar putih mengandung 260 µg (869 SI) betakaroten/100 g, ubi merah yang berwarna kuning emas mengandung betakaroten 2.900 µg

(9.675 SI), dan ubi merah yang berwarna jingga mengandung betakaroten 9.900  $\mu\text{g}$  (32.967 SI). Apabila dibandingkan dengan bayam dan kangkung, kandungan vitamin A pada ubi jalar merah masih setingkat lebih tinggi (Sutomo 2006).

Kandungan antosianin pada ubi jalar ungu lebih tinggi daripada ubi jalar yang berwarna putih, kuning, dan jingga (Suardi 2005). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Suprpta (2006) bahwa kandungan antosianin dalam ubi jalar putih sebesar 0,06 mg/100 g, ubi jalar kuning 4,56 mg/100 g, dan ubi jalar ungu 110,51 mg/100 g. Nilai total antosianin pada ubi jalar ungu tersebut lebih tinggi dari *blueberry*. Hasil penelitian Kobori (2003) menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar berpengaruh terhadap penekanan pertumbuhan HL60 sel leukemia pada manusia antara 35-55% dibanding kontrol.

Kandungan beta-karoten dan antosianin yang tinggi pada ubi jalar dapat memberi manfaat yang baik bagi kesehatan karena dapat berfungsi sebagai antioksidan. Selain beta-karoten, warna jingga pada ubi jalar juga mengindikasikan akan tingginya kandungan senyawa *lutein* dan *zeaxanthin*, antioksidan karotenoid yang memiliki peran penting dalam menghalangi proses perusakan sel.

Selain mengandung antioksidan, ubi jalar juga mengandung serat alami. Oligosakarida dalam ubi jalar merupakan komponen nongizi yang tidak tercerna, tetapi bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri probiotik, sehingga ubi jalar dapat berfungsi sebagai prebiotik. Yogurt termasuk produk probiotik karena mengandung kultur aktif. Menurut Tensiska (2008), probiotik adalah suplemen makanan berupa bakteri hidup yang bersifat nonpatogen, tidak toksik, tahan terhadap asam lambung, serta dapat berkoloni pada usus besar.

Dengan memperhatikan beberapa aspek yang terkait dengan ubi jalar ditinjau dari segi produktivitas, kandungan gizi, kandungan antioksidan (beta-karoten dan antosianin), serta kandungan oligosakarida yang berperan sebagai prebiotik maka penelitian mengenai pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar (ubi jalar putih, oranye, dan ungu) perlu dilakukan dan diaplikasikan dalam produk susu fermentasi. Dengan adanya kandungan beta-karoten dan antosianin pada ubi jalar diharapkan dapat meningkatkan kandungan antioksidan yogurt yang dihasilkan, sedangkan oligosakarida dalam ubi jalar diharapkan dapat digunakan sebagai substrat bagi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL) yang pada akhirnya dapat mempengaruhi jumlah sel yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah: (i) Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar terhadap jumlah sel dan aktivitas antioksidan pada yogurt; (ii) Mengetahui potensi ubi jalar sebagai bahan substitusi susu dalam pembuatan yogurt; (iii) Memberikan informasi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi pangan, khususnya mengenai jumlah sel dan aktivitas antioksidan yang terkandung dalam yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar; serta (iv) Memberikan alternatif bagi produsen yogurt untuk menggunakan ubi jalar sebagai bahan substitusi susu.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta pada bulan Maret sampai Mei 2009.

### Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan untuk membuat yogurt dalam penelitian ini adalah susu segar dari peternak di Boyolali, susu skim dari toko Ramajaya Surakarta, ubi jalar putih, ubi jalar oranye, dan ubi jalar ungu yang diperoleh dari pasar lokal di Surakarta, serta kultur murni Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu *Streptococcus thermophilus* 0040 dan *Lactobacillus bulgaricus* 0041 yang diperoleh dari FNCC (*Food Nutrition and Culture Colection*) Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta yang berupa biakan murni dalam agar tegak.

Bahan yang digunakan dalam analisis jumlah sel adalah media MRS (*de Man, Rogosa and Sharpe*) untuk menumbuhkan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* serta akuades steril. Adapun bahan yang digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan adalah metanol pro-analisis dan larutan DPPH 0,1 mM.

Sementara itu, alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, telenan, *juicer*, gelas beker, erlenmeyer, botol sebagai tempat yogurt, pipet ukur, mikropipet, pro-pipet, *vortex mixer*, tabung reaksi, petridish, lampu Bunsen, timbangan analitik, *autoclave*, oven, inkubator, termometer, dan spektrofotometer UV-Vis.

### Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali ulangan analisis. Adapun perlakuan tersebut adalah yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, ubi jalar oranye, dan ubi jalar ungu. Sebagai kontrol, digunakan yogurt tanpa penambahan ubi jalar.

### Cara kerja

#### Pembiakan bakteri

Biakan murni *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* diperbanyak dengan memindahkan kultur bakteri tersebut ke dalam beberapa tabung reaksi yang berisi media cair MRS. Tahapan ini dilakukan dengan cara mengambil 1 ose kultur bakteri secara aseptis kemudian diinokulasikan dalam tabung reaksi yang berisi 5 mL MRS *broth*.

#### Pembuatan starter induk

Susu segar dan susu skim (5%, b/v) dipasteurisasi pada suhu 90°C selama 10-15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45°C. Setelah itu, susu diinokulasi dengan 2% kultur hasil pembiakan dalam media MRS dan diinkubasi pada suhu 40-45°C selama 24 jam.

#### *Pembuatan starter siap pakai*

Susu segar dan susu skim (5%, b/v) dipasteurisasi pada suhu 90°C selama 10-15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45°C dan diinokulasi dengan starter induk 2%. Selanjutnya, susu diinkubasi pada suhu 40-45°C selama 24 jam.

#### *Pembuatan ekstrak ubi jalar*

Sebanyak 1 kg ubi jalar dikupas dan dicuci sampai bersih. Setelah itu, ubi jalar diiris kecil-kecil sebesar dadu lalu dimasukkan dalam *juicer*. Pada proses ekstraksi menggunakan *juicer*, tidak dilakukan penambahan air sebagai bahan pelarut. Oleh karena itu, serat larut yang terkandung dalam ubi jalar akan dilarutkan oleh air yang terdapat dalam ubi jalar tersebut, bukan oleh air yang ditambahkan dari luar. Bubur ubi jalar lalu dituang ke dalam gelas beker 500 mL menggunakan corong yang dilapisi dengan kain saring, hal ini dimaksudkan untuk memisahkan filtrat dan ampas yang masih terikat. Selanjutnya, bubur didiamkan selama 30 menit, kemudian filtratnya diambil. Filtrat tersebut merupakan ekstrak ubi jalar yang siap digunakan untuk membuat yogurt.

#### *Pembuatan yogurt*

Susu segar, susu skim (5%, b/v), dan ekstrak ubi jalar (10%, v/v) dipasteurisasi pada suhu 90°C selama 15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45°C. Selanjutnya, campuran bahan-bahan tersebut diinokulasi dengan starter *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dengan perbandingan 1:1 yang dilakukan secara aseptis pada suhu 40-45°C sebanyak 2,5% (v/v), kemudian digojok hingga homogen. Susu dan ekstrak ubi jalar yang telah diinokulasi dengan starter tersebut lalu dimasukkan ke dalam botol-botol steril kemudian diinkubasi selama 15 jam pada suhu 40-45°C hingga dihasilkan yogurt.

#### *Analisis jumlah sel dan aktivitas antioksidan*

Penentuan jumlah sel dalam yogurt secara kuantitatif dilakukan dengan perhitungan bakteri secara tidak langsung menggunakan metode hitungan cawan atau *Total Plate Count*. Pada penentuan jumlah sel dengan metode hitungan cawan tersebut dilakukan seri pengenceran bertingkat dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-7}$ . Suspensi yang ditumbuhkan pada media MRS agar adalah pengenceran  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ , dan  $10^{-7}$  sebanyak 0,1 mL dengan cara taburan permukaan (*surface plate method*).

Pengujian aktivitas antioksidan yogurt dilakukan dengan metode DPPH atau *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (Rohman dan Sugeng 2005). Pelarut yang digunakan adalah metanol pro- analisis dan larutan DPPH 0,1 mM sebagai radikal sintetik. Peneraan nilai absorbansi sampel dilakukan pada panjang gelombang 517 nm.

Pengujian jumlah sel dilakukan setiap 1 jam sekali selama proses fermentasi berlangsung, terhitung mulai jam ke-0 sampai jam ke-15, sedangkan pengujian aktivitas antioksidan dilakukan setiap 3 jam sekali. Hasil pengamatan selanjutnya dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah bakteri dan aktivitas antioksidan dengan waktu fermentasi.

#### **Analisis data**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya dianalisis dengan ANOVA dan apabila terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ .

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Pengujian jumlah sel starter**

Tujuan dari pengujian *starter* adalah untuk mengetahui secara kuantitatif jumlah sel yang terkandung dalam tiap mililiter *starter* yang akan digunakan dalam fermentasi yogurt. Adapun *starter* yang digunakan adalah kombinasi dari dua *starter* yaitu *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*. Arlistiya (2008) menyatakan bahwa *starter* kombinasi merupakan *starter* yang paling efektif untuk fermentasi yogurt ditinjau dari hasil parameter-parameter kinetika fermentasi yang diperoleh. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian jumlah sel untuk *starter S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*.

Menurut Wahyudi (2006), perbandingan *starter S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* dalam fermentasi yogurt adalah 1:1. Dalam penelitian ini, *starter* yang digunakan juga menggunakan perbandingan 1:1 (v/v). Secara volumetrik, perbandingan jumlah *starter* yang digunakan sama yaitu 1:1 (v/v), akan tetapi setelah dilakukan pengujian dengan metode hitungan cawan (*Total Plate Count*), ternyata jumlah sel yang terkandung dalam tiap mililiter *starter* menunjukkan hasil yang berbeda. Pada Tabel 6 terlihat bahwa jumlah bakteri hidup dalam *starter S. thermophilus* adalah  $2,01 \times 10^8$  cfu/mL, sedangkan untuk *L. bulgaricus* adalah  $1,41 \times 10^8$  cfu/mL. Hal ini berarti jumlah sel yang terkandung dalam *starter S. thermophilus* lebih besar daripada *L. bulgaricus*, sehingga perbandingan *starter* yang digunakan untuk penelitian ini berdasarkan hasil pengujian adalah 1,4:1.

Menurut Widowati dan Misgiyarta (2002), bakteri yang digunakan pada proses fermentasi mencapai fase log apabila kerapatan sel kultur yang digunakan pada fermentasi tersebut mencapai  $10^7$ - $10^8$  sel/mL. *Starter* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kerapatan sel  $10^8$  sel/mL (Tabel 1), sehingga *starter* tersebut telah mencapai fase log pada saat proses pembiakan selama 24 jam.

#### **Pengujian aktivitas antioksidan ubi jalar segar**

Ubi jalar yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis, yaitu ubi jalar putih, ubi jalar oranye, dan ubi jalar ungu. Pengujian aktivitas antioksidan dimaksudkan untuk mengetahui nilai aktivitas antioksidan pada masing-masing ubi jalar yang akan digunakan sebagai bahan substitusi susu dalam fermentasi yogurt. Sofia (2007) mendefinisikan antioksidan sebagai inhibitor yang bekerja dengan cara menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tidak reaktif yang relatif stabil. Nilai aktivitas antioksidan pada ubi jalar segar dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa tiga jenis ubi jalar segar yang diuji memiliki aktivitas antioksidan

yang berbeda nyata. Aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada ubi jalar ungu yaitu sebesar 61,07% dan aktivitas antioksidan paling rendah adalah ubi jalar putih yaitu sebesar 1,17%. Sementara itu, ubi jalar oranye memiliki aktivitas antioksidan sebesar 8,38%. Hasil penelitian Widjanarko (2008) menunjukkan bahwa ubi jalar segar oranye varietas MSU 01015-07 dan varietas MSU 01015-02 masing-masing memiliki aktivitas antioksidan sebesar 10,95% dan 2,26%. Jadi, aktivitas antioksidan ubi jalar segar oranye yang digunakan dalam penelitian ini (8,38%) mendekati aktivitas antioksidan ubi jalar oranye varietas MSU 01015-07 (10,95%).

Widjanarko (2008) menambahkan bahwa pada ubi jalar segar ungu varietas MSU 03028-10 dan varietas Ayamurasaki memiliki aktivitas antioksidan masing-masing sebesar 89,06% dan 61,24%. Dengan demikian, aktivitas antioksidan yang terkandung dalam ubi jalar segar ungu untuk penelitian ini (61,07%) mendekati aktivitas antioksidan ubi jalar ungu varietas Ayamurasaki (61,24%). Perbedaan nilai aktivitas antioksidan tersebut dikarenakan oleh *individual variability* yang meliputi sifat genetis bahan, daerah tempat tumbuh, iklim, teknik budi daya, maupun tingkat kesuburan tanah.

Aktivitas antioksidan yang terdapat dalam ubi jalar disebabkan oleh adanya vitamin C, vitamin E, seng, serta pigmen alami beta-karoten dan antosianin yang terkandung di dalamnya. Menurut Suardi (2005), kandungan antosianin pada ubi jalar ungu lebih tinggi daripada ubi jalar yang berwarna putih, kuning, dan jingga. Widjanarko (2008) menyatakan bahwa meskipun berwarna ungu ternyata kandungan betakaroten pada ubi jalar ungu jauh lebih tinggi (923,65 mg/100 g) daripada ubi jalar oranye (52,10 mg/100 g). Hasil pengujian aktivitas antioksidan ubi jalar segar dalam penelitian ini senada dengan pernyataan Suardi (2005) dan Widjanarko (2008), sehingga ubi jalar ungu memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi apabila dibandingkan dengan ubi jalar putih maupun oranye.

Selain beta karoten, warna jingga pada ubi jalar juga mengindikasikan tingginya kandungan senyawa *lutein* dan *zeaxanthin* yang merupakan senyawa antioksidan karotenoid. Keduanya termasuk pigmen warna sejenis klorofil yang merupakan pembentuk vitamin A. *Lutein* dan *zeaxanthin* adalah senyawa aktif seperti halnya betakaroten dan antosianin yang berperan penting sebagai antioksidan dalam menghalangi laju perusakan sel oleh radikal bebas.

### **Pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar terhadap jumlah sel yogurt**

Penentuan jumlah sel yogurt secara kuantitatif dilakukan dengan metode hitungan cawan atau *Total Plate Count*. Prinsip dari metode hitungan cawan adalah jika suspensi sel mikroba yang masih hidup ditumbuhkan pada medium dan lingkungan yang sesuai maka sel mikroba tersebut akan berkembang biak dan membentuk koloni yang dapat dilihat dengan mata tanpa menggunakan mikroskop (Fardiaz 1993). Koloni yang tumbuh kemudian dihitung dan merupakan perkiraan atau dugaan dari jumlah mikroorganisme dalam suspensi tersebut. Menurut Djide (2005), koloni yang tumbuh tidak selalu berasal dari satu sel mikroorganisme, karena beberapa mikroorganisme

tertentu cenderung membentuk kelompok atau berantai. Oleh karena itu, jumlah mikroorganisme hidup yang terdapat dalam sampel yang diuji dinyatakan dengan satuan *colony forming unit* (cfu)/mL.

Pada penentuan jumlah sel dengan metode hitungan cawan dilakukan seri pengenceran bertingkat dari  $10^{-1}$  sampai  $10^{-7}$ . Suspensi yang ditumbuhkan pada media MRS agar adalah pengenceran  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ , dan  $10^{-7}$  masing-masing sebanyak 0,1 mL dengan cara taburan permukaan (*surface plate method*). Setelah diinkubasi pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam, jumlah koloni yang tumbuh pada tiap cawan dihitung. Menurut Dwidjoseputro (1998), untuk memenuhi persyaratan statistik maka cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan yang mengandung jumlah koloni antara 30-300 serta tidak terjadi *spreader*. Jumlah sel yang terkandung dalam tiap mililiter sampel selanjutnya dapat ditentukan.

Pengujian jumlah sel yang terkandung dalam yogurt dilakukan tiap satu jam sekali mulai jam ke-0 sampai jam ke-15. Jumlah sel yogurt pada berbagai jam pengamatan untuk tiap jenis sampel disajikan dalam Tabel 3, sedangkan grafik yang menggambarkan hubungan waktu fermentasi dengan log jumlah sel disajikan dalam Gambar 1. Grafik tersebut menggambarkan fase pertumbuhan sel selama proses fermentasi berlangsung.

Pengujian jumlah sel pada jam ke-0 menunjukkan bahwa keempat sampel yogurt yang diuji memiliki jumlah sel yang berbeda. Akan tetapi, perbedaannya tidak signifikan (Tabel 3) sehingga dapat diasumsikan bahwa jumlah sel dalam keempat sampel tersebut hampir sama. Hal ini dikarenakan pada jam ke-0, belum ada pertumbuhan bakteri asam laktat, sehingga jumlah bakteri yang terdapat dalam sampel sebanding dengan jumlah bakteri yang terkandung dalam *starter* yang ditambahkan. *Starter* mula-mula yang ditambahkan pada masing-masing sampel sama yaitu sebesar 2,5% (v/v).

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa selama fermentasi berlangsung (15 jam), terjadi peningkatan jumlah sel pada keempat sampel yogurt yang diuji. Peningkatan jumlah sel dimulai dari jam ke-0 sampai jam ke-8 dan pada jam ke-9 terjadi penurunan jumlah sel. Jumlah sel maksimum untuk keempat sampel yogurt dicapai pada jam yang sama, yaitu pada jam ke-8. Pola liku pertumbuhan sel BAL pada tiap jam pengamatan disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa pertumbuhan sel *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* terdiri dari empat fase pertumbuhan, yaitu fase lag, fase log, fase stasioner, dan fase kematian. Fase lag terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-1. Pada awal waktu fermentasi atau fase lag, jumlah bakteri masih cukup rendah (Tabel 3) dan pertumbuhan sel cukup lambat (Gambar 1). Hal ini dikarenakan bakteri asam laktat sedang menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya yang baru. Menurut Pangestuti dan Sitoresmi (1996), dalam proses penyesuaian diri tersebut beberapa bakteri akan mati, sedangkan bakteri yang kuat akan mampu bertahan hidup dan memperbanyak diri.

Peningkatan jumlah sel bakteri secara drastis pada keempat sampel yogurt terjadi pada jam ke-1 sampai jam ke-7, karena pada kondisi tersebut sel mengalami fase

logaritmik. Buckle et al. (1985) mendefinisikan bahwa fase logaritmik sebagai fase pada saat sel tumbuh dan membelah diri secara eksponensial sampai jumlah maksimum. Pada fase tersebut, kecepatan pertumbuhan sel sangat dipengaruhi oleh kondisi media tempat tumbuh, seperti pH dan suplemen zat gizi atau nutrisi. Selain itu, kecepatan pertumbuhan sel juga dipengaruhi faktor lingkungan, seperti suhu, ketersediaan oksigen, dan kelembapan udara (Fardiaz 1993). Machfud et al. (1989) dalam Purwitasari et al. (2004) menyatakan bahwa peningkatan jumlah sel dan massa sel menandai adanya pertumbuhan mikroorganisme. Semakin tinggi kecepatan pertumbuhan maka jumlah sel semakin banyak (Fardiaz 1993).

Peningkatan jumlah sel selama fermentasi yogurt terjadi akibat adanya pertumbuhan bakteri asam laktat. Ketersediaan nutrisi yang memadai dalam substrat akan dimanfaatkan oleh BAL untuk tumbuh dan berkembang. Molekul-molekul kompleks dari zat organik, seperti karbohidrat, protein, dan lemak, harus dipecahkan terlebih dahulu menjadi unit yang lebih sederhana sebelum zat tersebut masuk ke dalam sel untuk dipergunakan sebagai substrat metabolisme dalam sintesis komponen sel. Buckle et al. (1985) menyatakan bahwa nutrisi yang mengandung gula akan memberikan energi bagi proses metabolisme. Pemecahan gula dalam sel BAL akan menghasilkan energi untuk aktivitas BAL, sehingga dihasilkan asam laktat. Asam laktat kemudian disekresikan keluar sel dan akan terakumulasi dalam cairan fermentasi, sehingga menyebabkan penurunan pH yogurt dan peningkatan keasaman produk (Widowati dan Misgiyarta 2002).

Dalam fermentasi yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar pada penelitian ini, terdapat dua jenis gula yang digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan sel yaitu laktosa dan glukosa. Laktosa merupakan karbohidrat utama yang terdapat dalam susu, sedangkan glukosa berasal dari ekstrak ubi jalar yang ditambahkan. Menurut Fardiaz (1993), semakin baik nutrisi dalam substrat maka pertumbuhan sel akan semakin cepat dan semakin tinggi kecepatan pertumbuhan. Dengan demikian, jumlah sel BAL yang dihasilkan semakin banyak, sehingga akan terjadi peningkatan jumlah sel.

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan sel antara lain nutrisi yang mengandung unsur karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, magnesium, zat besi, serta sejumlah logam lainnya, pH, suhu, aktivitas air, dan ketersediaan oksigen.

Waktu fermentasi selama 8 jam menunjukkan jumlah sel maksimum untuk semua sampel yogurt yang diuji (Tabel 3), karena pada waktu tersebut laju pertumbuhan memasuki akhir fase logaritmik dan merupakan awal fase stasioner, sehingga setelah jam ke-8 tidak terjadi peningkatan jumlah sel lagi. Pada kondisi tersebut, jumlah sel yogurt kontrol adalah  $1,44 \times 10^9$  cfu/mL, yogurt ubi jalar putih  $1,54 \times 10^9$  cfu/mL, yogurt ubi jalar oranye  $3,17 \times 10^9$  cfu/mL, dan yogurt ubi jalar ungu  $3,95 \times 10^9$  cfu/mL. Untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata antar perlakuan pada saat jumlah sel mencapai maksimum sebelum terjadi penurunan (jam ke-8) maka dilakukan analisis varian. Tabel 4 menunjukkan perbandingan jumlah sel yogurt pada jam ke-8.

Penambahan ekstrak ubi jalar akan meningkatkan jumlah sel yogurt. Peningkatan jumlah sel tersebut dikarenakan ubi jalar mengandung karbohidrat, gula reduksi, protein, serat, dan vitamin yang akan digunakan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan bakteri. Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, oranye, dan ungu memiliki jumlah sel yang tidak berbeda nyata. Hal ini berarti adanya perbedaan warna pada berbagai jenis ubi jalar tidak mempengaruhi jumlah sel yang dihasilkan.

Yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar ungu memiliki jumlah sel yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan sampel lainnya meskipun perbedaannya tidak signifikan. Hal ini disebabkan oleh adanya zat-zat gizi (nutrisi) yang terkandung dalam ubi jalar tersebut. Buckle et al. (1985) menyatakan bahwa beberapa mikroorganisme, seperti *Lactobacillus*, sangat membutuhkan zat-zat gizi dan perlu ditambahkan beberapa vitamin dalam media pertumbuhannya.

Kandungan gizi pada ubi jalar ungu yang ditonjolkan sebagai nutrisi pertumbuhan sel adalah kadar gula reduksi, beta-karoten, dan serat. Menurut Jumrianti (2008), kadar gula reduksi ubi jalar putih sebesar 0,4%, ubi jalar oranye 0,3%, dan ubi jalar ungu 0,4%. Kandungan beta-karoten pada ubi jalar putih sebesar 31,20 mg/100 g (Jumrianti 2008), ubi jalar oranye 52,10 mg/100 g, dan ubi jalar ungu 923,65 mg/100 g (Widjanarko 2008), sedangkan kandungan serat kasar ubi jalar putih sebesar 2,5%, ubi jalar oranye 2,79%, dan ubi jalar ungu 3,0% (Suprpta 2006).

Sebagian besar serat ubi jalar ungu merupakan serat larut. Kandungan serat yang tinggi pada ubi jalar ungu baik untuk mencegah kanker saluran pencernaan dan mengikat zat karsinogen penyebab kanker di dalam tubuh (Sutomo 2006). Serat alami oligosakarida yang tersimpan dalam ubi jalar berfungsi sebagai prebiotik yang akan digunakan oleh BAL sebagai nutrisi dalam pertumbuhannya. Ruberfroid (2000) dalam Ahmad (2005) mendefinisikan prebiotik sebagai bahan makanan yang tidak tercerna, akan tetapi memberikan keuntungan pada inang melalui simulasi yang selektif terhadap pertumbuhan bakteri yang terdapat dalam kolon. Dengan adanya serat alami oligosakarida tersebut, pertumbuhan bakteri asam laktat dalam yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar lebih tinggi daripada kontrol. Hasil penelitian Indratiningsih et al. (2004) tentang pengaruh penambahan bubuk shitake pada yogurt menunjukkan adanya peningkatan laju pertumbuhan sel yang disebabkan oleh adanya serat larut yang terkandung dalam bubuk shitake.

Pada jam ke-9 waktu fermentasi, pertumbuhan sel mulai menurun dan penurunan jumlah sel secara drastis terjadi pada jam ke-10 sampai jam ke-13. Menurut Purwitasari (2004), nutrisi dalam medium yang tidak mencukupi serta kondisi pH yang tidak sesuai akibat terakumulasinya senyawa metabolit akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Saripah (1983) menyebutkan bahwa aktivitas bakteri asam laktat menurun karena terhambat oleh keasaman yang dihasilkan. Satria (2005) menambahkan bahwa derajat keasaman (pH) yang optimum bagi aktivitas bakteri asam laktat berkisar antara pH 3-8.

**Tabel 1.** Hasil pengujian jumlah sel *starter*

Jenis <i>starter</i>	Ulangan	Jumlah sel (cfu/mL)	Jumlah sel rata-rata (cfu/mL)
<i>S. thermophilus</i>	1	2,23x10 <sup>8</sup>	2,01x10 <sup>8</sup>
	2	1,79x10 <sup>8</sup>	
<i>L. bulgaricus</i>	1	1,87x10 <sup>8</sup>	1,41x10 <sup>8</sup>
	2	9,70x10 <sup>7</sup>	

**Tabel 2.** Aktivitas antioksidan ubi jalar segar

Jenis ubi	Aktivitas antiosidan (%)
Ubi jalar putih	1,17 <sup>a</sup>
Ubi jalar oranye	8,38 <sup>b</sup>
Ubi jalar ungu	61,07 <sup>c</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

**Tabel 3.** Jumlah sel yogurt dengan penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar selama fermentasi

Pengamatan pada jam ke-	Jumlah Sel (cfu/mL)			
	Kontrol	Ubi Jalar Putih	Ubi Jalar Oranye	Ubi Jalar Ungu
0	4,20x10 <sup>7</sup>	4,50x10 <sup>7</sup>	4,03x10 <sup>7</sup>	4,57x10 <sup>7</sup>
1	7,43x10 <sup>7</sup>	6,60x10 <sup>7</sup>	7,17x10 <sup>7</sup>	9,67x10 <sup>7</sup>
2	1,65x10 <sup>8</sup>	1,61x10 <sup>8</sup>	1,33x10 <sup>8</sup>	3,13x10 <sup>8</sup>
3	3,12x10 <sup>8</sup>	3,66x10 <sup>8</sup>	3,82x10 <sup>8</sup>	6,20x10 <sup>8</sup>
4	4,24x10 <sup>8</sup>	4,60x10 <sup>8</sup>	5,29x10 <sup>8</sup>	8,23x10 <sup>8</sup>
5	6,20x10 <sup>8</sup>	5,50x10 <sup>8</sup>	8,47x10 <sup>8</sup>	1,56x10 <sup>9</sup>
6	8,50x10 <sup>8</sup>	9,50x10 <sup>8</sup>	1,85x10 <sup>9</sup>	1,93x10 <sup>9</sup>
7	1,30x10 <sup>9</sup>	1,45x10 <sup>9</sup>	2,94x10 <sup>9</sup>	3,60x10 <sup>9</sup>
8	1,44x10 <sup>9</sup>	1,54x10 <sup>9</sup>	3,17x10 <sup>9</sup>	3,95x10 <sup>9</sup>
9	1,28x10 <sup>9</sup>	1,32x10 <sup>9</sup>	3,04x10 <sup>9</sup>	3,13x10 <sup>9</sup>
10	9,83x10 <sup>8</sup>	1,11x10 <sup>9</sup>	1,51x10 <sup>9</sup>	1,91x10 <sup>9</sup>
11	4,91x10 <sup>8</sup>	5,93x10 <sup>8</sup>	5,30x10 <sup>8</sup>	6,07x10 <sup>8</sup>
12	3,34x10 <sup>8</sup>	3,12x10 <sup>8</sup>	3,45x10 <sup>8</sup>	2,97x10 <sup>8</sup>
13	1,31x10 <sup>8</sup>	1,83x10 <sup>8</sup>	2,10x10 <sup>8</sup>	1,84x10 <sup>8</sup>
14	1,03x10 <sup>8</sup>	1,13x10 <sup>8</sup>	8,70x10 <sup>7</sup>	1,67x10 <sup>8</sup>
15	8,26x10 <sup>7</sup>	6,37x10 <sup>7</sup>	8,63x10 <sup>9</sup>	9,90x10 <sup>7</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

**Tabel 4.** Jumlah sel yogurt pada jam ke-8

Jenis ubi	Jumlah sel (cfu/mL)
Kontrol	1,44x10 <sup>9</sup> <sup>a</sup>
Ubi jalar putih	1,54x10 <sup>9</sup> <sup>a</sup>
Ubi jalar oranye	3,17x10 <sup>9</sup> <sup>a</sup>
Ubi jalar ungu	3,95x10 <sup>9</sup> <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

**Tabel 5.** Aktivitas antioksidan yogurt dengan penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar

Sampel	Aktivitas antioksidan (%) pada pengamatan jam ke-					
	0	3	6	9	12	15
Kontrol	1,45 <sup>a</sup>	3,88 <sup>a</sup>	5,09 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>	5,20 <sup>a</sup>	4,32 <sup>ab</sup>
Ubi jalar putih	1,98 <sup>a</sup>	3,73 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	7,25 <sup>ab</sup>	4,20 <sup>a</sup>	2,07 <sup>ab</sup>
Ubi jalar oranye	2,69 <sup>ab</sup>	5,42 <sup>a</sup>	6,73 <sup>ab</sup>	8,13 <sup>ab</sup>	5,41 <sup>a</sup>	4,63 <sup>ab</sup>
Ubi jalar ungu	5,42 <sup>b</sup>	7,31 <sup>a</sup>	8,48 <sup>b</sup>	10,30 <sup>b</sup>	8,26 <sup>b</sup>	6,40 <sup>b</sup>

Pada fase kematian yang dipercepat, kecepatan kematian sel terus meningkat, sedangkan kecepatan pembelahan sel nol. Meskipun demikian, penurunan jumlah sel hidup tersebut tidak sampai nol. Dalam jumlah minimum tertentu, sel mikrobial akan tetap bertahan dalam medium tersebut. Jumlah sel pada jam ke-15 dalam yogurt kontrol adalah 8,26x10<sup>7</sup> cfu/mL, yogurt ubi jalar putih 6,37x10<sup>7</sup> cfu/mL, yogurt ubi jalar oranye 8,63x10<sup>7</sup> cfu/mL, dan yogurt ubi jalar ungu 9,90x10<sup>7</sup> cfu/mL. Jumlah sel pada akhir fermentasi pada keempat jenis yogurt yang diuji masih memenuhi syarat sebagai minuman probiotik. Menurut *International Dairy Federation* yang disitasi oleh Indratiningsih et al. (2004), jumlah minimal sel probiotik hidup untuk dapat berperan sebagai agensia pemacu kesehatan adalah 10<sup>6</sup> sel/mL.

### Pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar terhadap aktivitas antioksidan yogurt

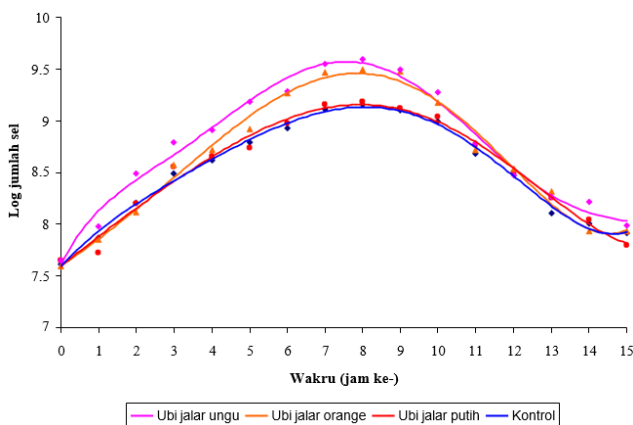
Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH atau *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*. DPPH merupakan radikal sintetik yang larut dalam pelarut polar seperti metanol dan etanol (Rohman dan Sugeng 2005). Metode DPPH dipilih karena sederhana, efektif, mudah, cepat, peka, dan hanya membutuhkan sedikit sampel. Senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari ungu ke kuning yang diukur pada panjang gelombang 517 nm (Blois 1958 dalam Hanani et al. 2005). Semakin pudar warna yang dihasilkan maka nilai absorbansi sampel semakin rendah dan aktivitas antioksidannya akan semakin tinggi.

Ekstrak ubi jalar yang ditambahkan dalam pembuatan yogurt sebesar 10% dari volume susu (v/v). Pengujian aktivitas antioksidan yogurt yang ditambah dengan ekstrak ubi jalar dilakukan setiap tiga jam sekali mulai jam ke-0 sampai jam ke-15. Nilai aktivitas antioksidan pada berbagai jam pengamatan untuk tiap jenis sampel disajikan dalam Tabel 5.

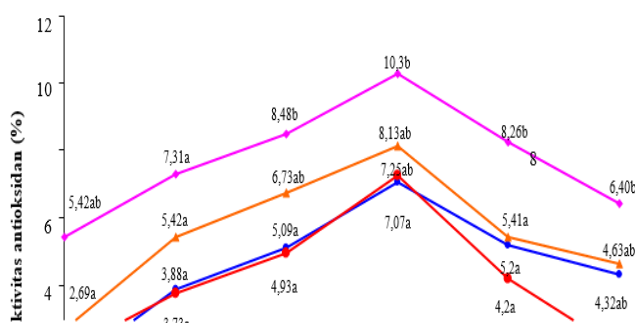
Hasil pengujian aktivitas antioksidan pada jam ke-0 menunjukkan bahwa yogurt yang ditambah dengan ekstrak ubi jalar ungu memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi sebesar 5,42%. Tingginya nilai aktivitas antioksidan tersebut diduga disebabkan oleh aktivitas antioksidan mula-mula yang terkandung dalam bahan. Ubi jalar segar ungu memiliki aktivitas antioksidan yang paling tinggi yaitu sebesar 61,07%, sedangkan ubi jalar segar putih dan oranye memiliki aktivitas antioksidan masing-masing sebesar 1,17% dan 8,38% (Tabel 2). Oleh karena itu, pada saat ditambahkan ke dalam susu, aktivitas antioksidan yogurt ubi jalar ungu paling tinggi apabila dibandingkan dengan tiga sampel lainnya. Berdasarkan hasil analisis varian diketahui bahwa aktivitas antioksidan yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar ungu pada jam ke-0 tidak berbeda nyata dengan ubi jalar oranye, tetapi berbeda nyata dengan kontrol dan yogurt yang ditambah dengan ekstrak ubi jalar putih. Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa selama proses fermentasi berlangsung, terjadi peningkatan aktivitas antioksidan pada keempat sampel yogurt yang diuji. Peningkatan aktivitas antioksidan dimulai dari jam

ke-0 sampai jam ke-9 dan pada jam ke-12 terjadi penurunan aktivitas antioksidan. Nilai aktivitas antioksidan maksimum dicapai pada jam ke-9 waktu fermentasi. Secara lebih jelas, grafik perubahan aktivitas antioksidan selama fermentasi yogurt berlangsung disajikan dalam Gambar 2.

Peningkatan aktivitas antioksidan selama fermentasi berlangsung terjadi seiring dengan pertumbuhan bakteri asam laktat. Artinya, peningkatan populasi bakteri akan diikuti oleh peningkatan aktivitas antioksidan. Grafik pertumbuhan sel dan aktivitas antioksidan menunjukkan karakter yang sama. Semakin lama waktu fermentasi maka jumlah sel dan aktivitas antioksidan akan semakin meningkat meskipun pada titik tertentu akan mengalami penurunan (Gambar 1 dan 2). Oleh karena itu, peningkatan aktivitas antioksidan selama proses fermentasi yogurt tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas BAL yang akan menghasilkan senyawa yang berperan sebagai antioksidan. Yogurt mengandung antioksidan yang dapat menghambat laju pertumbuhan kanker akibat radikal bebas.



**Gambar 1.** Hubungan waktu fermentasi dengan log jumlah sel pada berbagai sampel yogurt



**Gambar 2.** Aktivitas antioksidan yogurt dengan penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar selama fermentasi berlangsung. Angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

Pato (2003) menambahkan bahwa BAL dapat berfungsi sebagai antimutagenik dan antikanker. Harsono et al. (1990) dalam Pato (2003) menyatakan bahwa BAL dalam dadih telah dilaporkan mempunyai efek antimutagenik terhadap berbagai jenis mutagen seperti *N-nitrosodimethylamine*, *N-nitrosopyrrolidine*, dan *N-nitrosopiperidine*. Mutagen dan karsinogen akan diikat oleh peptidoglikan yang terdapat pada dinding sel BAL, sehingga melalui mekanisme ini BAL dapat mencegah terjadinya penyakit kanker (Sreekumar dan Hosono 1998 dalam Pato 2003).

Hasil penelitian Pato (2003) menyebutkan bahwa efek antikanker dari BAL juga disebabkan oleh penghambatan aktivitas enzim  *$\beta$ -glucuronidase*, *azoreductase*, dan *nitroreductase* serta penghambatan pertumbuhan bakteri penghasil enzim-enzim yang mengonversi senyawa-senyawa prokarsinogen menjadi karsinogen. Senyawa-senyawa polisakarida ekstraseluler yang diproduksi oleh BAL selama pertumbuhannya juga mempunyai efek antimutagenik dan antikanker.

Antioksidan yang terkandung dalam yogurt ini merupakan antioksidan alami yang berasal dari hasil dekomposisi oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung. Halliwell dan Gutteridge (2000) menyatakan bahwa antioksidan alami biasa digunakan sebagai suplemen dalam bentuk makanan maupun pengawet bahan pangan.

Penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar akan meningkatkan aktivitas antioksidan yogurt yang dihasilkan. Berdasarkan hasil analisis statistik yang dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan DMRT (Gambar 2) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar oranye dan ungu berbeda nyata dengan kontrol dan yogurt yang ditambah dengan ekstrak ubi jalar putih. Hal ini berarti adanya perbedaan warna pada berbagai jenis ubi jalar berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan yogurt.

Gambar 2 menunjukkan aktivitas antioksidan yogurt selama fermentasi 15 jam. Aktivitas antioksidan yogurt kontrol adalah 1,45-7,07%, yogurt ubi jalar putih 1,98-7,25%, yogurt ubi jalar oranye 2,69-8,13%, dan yogurt ubi jalar ungu 5,42-10,30%. Yogurt yang ditambah dengan ekstrak ubi jalar oranye dan ungu secara umum memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol dan ubi jalar putih. Hal ini dikarenakan ubi jalar oranye dan ungu mengandung beta-karoten dan antosianin yang lebih tinggi daripada ubi jalar putih (Widjanarko 2008; Suprpta 2006).

Nilai aktivitas antioksidan pada akhir waktu fermentasi (jam ke-15) cenderung lebih tinggi apabila dibandingkan dengan awal fermentasi (jam ke-0). Akan tetapi, aktivitas antioksidan maksimum untuk semua sampel dicapai pada saat jam ke-9 waktu fermentasi. Pada kondisi tersebut, yogurt kontrol memiliki aktivitas antioksidan sebesar 7,07%, yogurt ubi jalar putih 7,25%, yogurt ubi jalar oranye 8,13%, dan yogurt ubi jalar ungu 10,3%. Fermentasi yogurt selama sembilan jam akan menghasilkan aktivitas antioksidan yang paling tinggi, hal ini dikarenakan pada jam ke-9 pertumbuhan bakteri asam laktat cukup optimal

yang ditandai dengan tingginya jumlah sel yang dihasilkan sebelum terjadi fase kematian (Tabel 3).

Adanya pertumbuhan BAL akan mendorong terjadinya sintesis senyawa yang berperan sebagai antioksidan, sehingga aktivitas antioksidan dalam sampel akan semakin meningkat. Asam laktat ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ) yang diproduksi oleh BAL berperan sebagai donor atom hidrogen bagi molekul atau atom yang memiliki elektron tidak berpasangan pada orbit terluarnya (radikal bebas). Terjadinya peluruhan warna larutan DPPH pada pengujian aktivitas antioksidan disebabkan oleh adanya donasi atom hidrogen pada elektron yang tidak berpasangan dari gugus N dalam struktur DPPH. Semakin kuat aktivitas antioksidan maka penurunan intensitas warna ungu semakin besar. Penurunan aktivitas antioksidan pada jam ke-12 sampai jam ke-15 terjadi karena populasi BAL yang dihasilkan semakin menurun, sehingga berakibat pada penurunan aktivitas antioksidan.

Aktivitas antioksidan yogurt ubi jalar ungu pada jam ke-9 paling tinggi di antara ketiga sampel lainnya. Hal ini dikarenakan jumlah bakteri dalam yogurt ubi jalar ungu pada jam ke-9 juga paling tinggi (Tabel 3), sehingga kemampuan BAL untuk menghasilkan antioksidan juga semakin besar. Selain itu, dalam ubi jalar ungu juga terkandung beta-karoten dan antosianin. Kandungan beta-karoten pada ubi jalar putih sebesar 31,20 mg/100 g (Jumrianti 2008), ubi jalar oranye 52,10 mg/100 g, dan ubi jalar ungu 923,65 mg/100 g (Widjanarko 2008), sedangkan kadar antosianin pada ubi jalar putih sebesar 0,06 mg/100 g, ubi jalar oranye 4,56 mg/100 g, dan ubi jalar ungu 110 mg/100 g (Suprpta 2006).

Apabila dibandingkan dengan aktivitas antioksidan pada jam ke-0, fermentasi yogurt selama 9 jam menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan yang cukup signifikan, sehingga fermentasi yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar sangat menguntungkan bagi pengayaan nutrisi dalam yogurt. Menurut Collins dan Walter (1982), komponen bioaktif dalam ubi jalar yang memiliki fungsi sebagai antioksidan adalah vitamin C, tokoferol, seng, asam folat, antosianin, dan beta-karoten. Antosianin adalah senyawa fenolik yang termasuk dalam kelompok flavonoid yaitu turunan polifenol dalam tumbuhan yang memiliki kemampuan antioksidan dan antikanker, sedangkan beta-karoten adalah jenis karotenoid yang merupakan kelompok pigmen alami dengan warna kuning, oranye, dan merah oranye (Winarno et al. 1980). Selain beta-karoten, warna jingga pada ubi jalar juga mengindikasikan akan tingginya kandungan senyawa *lutein* dan *zeaxanthin* yang merupakan antioksidan karotenoid.

Sekelompok antioksidan yang tersimpan dalam yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar pada penelitian ini dapat menghalangi laju kerusakan sel oleh radikal bebas. Beberapa studi epidemiologi menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi antioksidan fenolik alami yang terdapat dalam buah, sayur, dan tanaman serta produk-produknya mempunyai manfaat besar terhadap kesehatan, yaitu dapat mengurangi risiko terjadinya penyakit jantung koroner (Ghiselli et al. 1998). Hal ini disebabkan karena adanya kandungan beberapa vitamin (A, C, dan E), folat,

serat, dan kandungan kimia lain seperti polifenol yang mampu menangkap radikal bebas (Gill et al. 2002).

Pada jam ke-12 waktu fermentasi, aktivitas antioksidan yogurt mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan nutrisi yang tersedia dalam substrat sudah tidak mencukupi untuk pertumbuhan BAL. Akibatnya, BAL mengalami fase kematian dan jumlah BAL menurun, sehingga kemampuan BAL dalam produksi antioksidan juga semakin menurun.

## KESIMPULAN

Penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jalar akan meningkatkan jumlah sel dan aktivitas antioksidan yogurt yang dihasilkan. Yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, oranye, dan ungu memiliki jumlah sel yang tidak berbeda nyata. Hal ini berarti adanya perbedaan warna pada berbagai jenis ubi jalar tidak mempengaruhi jumlah sel yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan yogurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar oranye dan ungu berbeda nyata dengan kontrol dan yogurt yang ditambah ekstrak ubi jalar putih. Hal ini berarti adanya perbedaan warna pada berbagai jenis ubi jalar berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan yogurt. Ubi jalar berpotensi sebagai bahan substitusi susu dalam pembuatan yogurt karena akan memberikan nilai lebih dengan adanya oligosakarida dan aktivitas antioksidan yang terkandung didalamnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad RZ. 2005. Pemanfaatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk ternak. *Wartazona* 15 (1): 1-7.
- Arlistiya A. 2008. Pengaruh Jenis Starter (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus* dan Kombinasi Keduanya) terhadap Laju Kinetika Fermentasi Selama Pembuatan Yogurt. [Skripsi]. Fakultas Pertanian UNS, Surakarta.
- Buckle KA, RA Edward, GH Fleet et al. 1985. Ilmu pangan. UI Press, Jakarta.
- Collins WW, Walter WM. 1982. Potential for increasing nutritional value of sweet potato in sweet potato. In: Villareal RL, Griggs TD (eds). *Proceeding of the First International Symposium*. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
- Djide N. 2005. Mikrobiologi farmasi dasar. Jurusan Farmasi, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Dwidjoseputro. 1998. Dasar-dasar mikrobiologi. Djambatan, Jakarta.
- Fardiaz S. 1993. Analisis Mikrobiologi pangan. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Ghiselli A, Nardini M, Baldi A et al. 1998. Antioxidant activity of different phenolics fractions separated from an Italian red wine. *J Agric Food Chem* (46): 361-367.
- Gill MI, Tomas FAB, Pierce BH et al. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J Agric Food Chem* 50: 4976-4982.
- Hadiwiyo. 1982. Teknik uji mutu susu dan olahannya. Liberty, Yogyakarta.
- Halliwell B, Gutteridge JMC. 2000. Free radical in Biology and medicine. Oxford University Press, New York.
- Hanani E, Mun'im A, Sekarini R. 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callyspongia* sp. dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 2 (3): 127-133.
- Hasyim A, Yusuf M. 2008. Diversifikasi produk ubi jalar sebagai bahan pangan substitusi beras. *Badan Litbang Pertanian, Malang*. *Tabloid Sinar Tani*, 30 Juli 2008.
- Indratiningsih W, Isrima S, Wahyuni E. 2004. Produksi yogurt shitate (yoshitake) sebagai pangan kesehatan berbasis susu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 25 (1): 54-60.

- Jumrianti R. 2008. Ubi jalar, saatnya menjadi pilihan. [www.beritaipetek.com](http://www.beritaipetek.com). [24 Juli 2009].
- Kobori M. 2003. In vitro screening for cancer suppressive effect of food components. *JARQ* 37 (3): 159-165.
- Pangestuti HP, Sitoesmi T. 1996. Analisis mikrobiologi: Proses pembuatan tempe kedelai. *Cermin Dunia Kedokteran* 109: 1-4.
- Pato U. 2003. Potensi bakteri asam laktat yang diisolasi dari dadih untuk menurunkan penyakit kanker. *Jurnal Natur Indonesia* 5 (2): 162-166.
- Purwitasari E, Artini P, Ratna S. 2004. Pengaruh media tumbuh terhadap kadar protein *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan protein sel tunggal. *Bioteknologi* 1 (2): 37-42.
- Rohman A, Sugeng R. 2005. Daya antioksidan ekstrak etanol daun kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) secara in vitro. *Majalah Farmasi Indonesia* 16 (3): 136-140.
- Saripah S. 1983. Dasar-dasar pengawetan II. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Satria, Hasrul N. 2005. Pembentukan asam organik oleh isolat bakteri asam laktat pada media ekstrak daging buah durian (*Durio zibethinus* Murr.). *Bioscientiae* 2 (1): 15-24.
- Sofia D. 2007. Antioksidan dan radikal bebas. [www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org). [8 Desember 2008].
- Suardi D. 2005. Potensi beras merah untuk peningkatan mutu pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 24 (3): 93-100.
- Suprapta DN. 2006. Ubi jalar ungu mengandung antioksidan tinggi. [www.cybertokoh.com](http://www.cybertokoh.com). [3 Desember 2008].
- Sutomo B. 2006. Kandungan gizi ubi jalar merah, vitamin A-nya mencapai 2310 Mcg. [budiboga.blogspot.com](http://budiboga.blogspot.com). [3 Desember 2008].
- Tensiska. 2008. Probiotik dan prebiotik sebagai pangan fungsional. Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Wahyudi M. 2006. Proses pembuatan dan analisis mutu yogurt. *Buletin Teknik Pertanian* 11 (1): 12-16.
- Widjanarko S. 2008. Efek pengolahan terhadap komposisi kimia dan fisik ubi jalar ungu dan kuning. [simonbwidjanarko.wordpress.com](http://simonbwidjanarko.wordpress.com). [3 Januari 2008].
- Widowati S, Misgiyarta. 2002. Efektivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam pembuatan produk fermentasi berbasis protein/susu nabati. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor.
- Winarno FG, Srikandi F, Dedi F. 1980. Pengantar teknologi pangan. Gramedia, Jakarta.