

**KAJIAN KINETIKA PADA FERMENTASI YOGHURT  
DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK UBI JALAR  
(*Ipomoea batatas* L.)**

**Jurusan/ Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian**



**Oleh  
Zoraya A. Putri A.  
H0605038**

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2009**

## **Pernyataan**

Dengan ini kami selaku Tim Pembimbing Skripsi mahasiswa program Sarjana:

Nama : Zoraya Amalia Putri Aditama

NIM : H 0605038

Juusan : Teknologi Hasil Pertanian

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Menyetujui naskah publikasi atau naskah penelitian Sarjana yang disusun oleh yang bersangkutan dan dipublikasikan dengan mencantumkan nama Tim Pembimbing sebagai *Co-Author*.

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. MAM. Andriani, MS.  
NIP. 195005251986092001

Rohula Utami, STP,MP.  
NIP. 198103062008012008

**KAJIAN KINETIKA PADA FERMENTASI YOGHURT DENGAN  
PENAMBAHAN EKSTRAK UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.)**

**Zoraya A. Putri A.  
H0605038**

### **INTI SARI**

**Zoraya A. Putri A. H 0605038. 2009.** “Kajian Kinetika pada Fermentasi Yoghurt dengan Penambahan Ekstrak pada Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*). Skripsi dengan pembimbing Ir. MAM. Andriani, MS. dan Rohula Utami, STP,MP. Fakultas Pertanian, Univesitas Sebelas Maret Surakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku kinetika fermentasi pada yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar (*Ipomea batatas L.*). Parameter kinetika fermentasi meliputi kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ), waktu penggandaan sel ( $t_d$ ), derajat multiplikasi ( $n$ ), hasil pertumbuhan (Growth Yield Constant), pembentukan produk (Product Yield Constant), dan efisiensi produksi asam laktat.

Metode pembuatan yoghurt dilakukan dengan menggunakan perlakuan penambahan ekstrak ubi jalar putih, ubi jalar orange, dan ubi jalar ungu, dengan yoghurt susu sebagai kontrol. Starter yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 0041 dan *Streptococcus thermophilus* FNCC 0040. Pembuatan yoghurt pada penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut: susu segar, susu skim (5% b/v), dan ekstrak ubi jalar (10% v/v) dipasteurisasi hingga mencapai suhu 90°C selama 15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45 °C. *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* diinokulasi ke dalam media 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 lalu diinkubasi selama 15 jam pada suhu 40-45 °C.

Pada interval tertentu yakni jam ke-: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,dan 15 dilakukan analisis jumlah bakteri, analisa kadar laktosa, analisa kadar asam laktat. Hasil pengamatan dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah bakteri, kadar laktosa, dan kadar asam laktat dengan waktu fermentasi.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa, besarnya nilai kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol adalah 0.4809/jam, yoghurt putih sebesar 0.4510/jam, yoghurt ungu sebesar 0,5589/jam dan yoghurt orange sebesar 0,5880/jam. Besarnya waktu penggandaan sel ( $t_d$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol adalah 1,4513 jam, yoghurt putih 1,8393 jam, yoghurt ungu 1,3806 jam, dan yoghurt orange 1,2074 jam. Besarnya derajat multiplikasi ( $n$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol 4,9567 kali, yoghurt putih 5,5671 kali, yoghurt ungu 5,6837 kali, dan yoghurt orange sebanyak 6,0985 kali. Besarnya Hasil Pertumbuhan (Growth Yield Constant)  $Y_{x/s}$  dan Pembentukan Produk (Produk Yield Constant)  $Y_{p/s}$  berurutan pada pembuatan yoghurt kontrol adalah 4,5 x10<sup>5</sup>cfu/mg dan 0.082 mg, pada yoghurt putih adalah 4,2 x10<sup>5</sup>cfu/mg dan 0.139 mg, pada yoghurt ungu 7,5x10<sup>5</sup> dan 0,0712 mg, sedangkan pada yoghurt orange adalah 6,8x10<sup>5</sup>cfu/mg dan 0.1046 mg. Besarnya efisiensi pembentukan asam laktat selama fermentasi yoghurt kontrol 7,633 %, yoghurt putih 6,458 %, yoghurt ungu 4,739% dan yoghurt orange sebesar 6,479%.

# KAJIAN KINETIKA PADA FERMENTASI YOGHURT DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.)

Zoraya A. Putri A.

H0605038

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku kinetika fermentasi pada yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.), meliputi kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ), waktu penggandaan sel ( $t_d$ ), derajat multiplikasi ( $n$ ), hasil pertumbuhan (*Growth Yield Constant*), pembentukan produk (*Product Yield Constant*), dan efisiensi produksi asam laktat.

Metode pembuatan yoghurt dilakukan dengan menggunakan perlakuan penambahan ekstrak ubi jalar putih, orange, dan ungu. Starter yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Tahap-tahap pembuatan yoghurt yaitu Susu segar, susu skim (5% b/v), dan ekstrak ubi jalar (10% v/v) dipanaskan (pasteurisasi) dengan menggunakan autoclave hingga mencapai suhu 90°C selama 15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45 °C. Selanjutnya, diinokulasi dengan starter *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus 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 tadi lalu dimasukkan ke dalam botol-botol steril kemudian diinkubasi selama 15 jam pada suhu 40-45 °C hingga dihasilkan yoghurt.

Pada interval tertentu yakni jam ke-: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 14,dan 15 dilakukan analisis jumlah bakteri, analisa kadar laktosa, analisa kadar asam laktat. Hasil pengamatan dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah bakteri, kadar laktosa, dan kadar asam laktat dengan waktu fermentasi. Hasil perhitungan tiap-tiap parameter kemudian dilanjutkan analisis statistik dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap menggunakan ANOVA, apabila terdapat beda nyata dilanjutkan DMRT pada  $\alpha=0,05$ .

Hasil analisa menunjukkan bahwa, besarnya nilai kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol adalah 0.4809/jam, yoghurt putih sebesar 0.4510/jam, yoghurt ungu sebesar 0,5589/jam dan yoghurt orange sebesar 0,5880/jam. Besarnya waktu penggandaan sel ( $t_d$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol adalah 1,4513 jam, yoghurt putih 1,8393 jam, yoghurt ungu 1,3806 jam, dan yoghurt orange 1,2074 jam. Besarnya derajat multiplikasi ( $n$ ) pada pembuatan yoghurt kontrol 4,9567 kali, yoghurt putih 5,5671 kali, yoghurt ungu 5,6837 kali, dan yoghurt orange sebanyak 6,0985 kali. Besarnya Hasil Pertumbuhan (*Growth Yield Constant*)  $Y_{x/s}$  dan Pembentukan Produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$  berurutan pada pembuatan yoghurt kontrol adalah  $4,51 \times 10^5$ cfu/mg dan 0.082, pada yoghurt putih adalah  $4,23 \times 10^5$ cfu/mg dan 0.139, pada yoghurt ungu  $7,53 \times 10^5$  dan 0,0712, sedangkan pada yoghurt orange adalah  $6,83 \times 10^5$ cfu/mg dan 0.1046. Besarnya efisiensi pembentukan asam laktat selama fermentasi yoghurt kontrol 7,633 %,

yoghurt putih 6,458 %, yoghurt ungu 4,739% dan yoghurt orange sebesar 6,479%.

Kata kunci : *kinetika fermentasi, Bakteri Asam Laktat, Yoghurt, Ubi Jalar*

# 1. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Produk pangan hasil fermentasi merupakan makanan sehat dan dikategorikan sebagai *food funcional* karena banyak sekali manfaat kesehatan yang dikandungnya. Konsumsi produk pangan hasil fermentasi semakin meningkat hal ini disebabkan karena kesadaran konsumen untuk mengonsumsi makanan yang sehat juga semakin meningkat. Produk-produk fermentasi bisa berasal dari berbagai sumber, baik yang berasal dari produk hewani maupun non hewani, salah satunya yang paling banyak dimanfaatkan adalah produk fermentasi berbasis susu, karena susu telah lama diketahui mempunyai berbagai keunggulan ditinjau dari aspek gizi dan kesehatan.

Susu fermentasi didefinisikan oleh Oberman (1985) yang disitasi oleh Selamat (1992) sebagai hasil fermentasi susu segar atau susu skim atau susu konsentrat yang telah dipasteurisasi maupun disterilisasi dengan menggunakan kultur mikrobial tertentu, dimana mikrobial tersebut dipertahankan hidup sampai pada saat dijual ke konsumen dan diharapkan tidak mengandung mikrobial patogen. Banyak produk fermentasi susu yang sudah diproduksi, salah satunya yang paling berkembang dengan pesat adalah yoghurt.

Yoghurt adalah produk susu fermentasi berbentuk semi solid yang dihasilkan melalui proses fermentasi susu dengan menggunakan bakteri asam laktat. Melalui perubahan kimiawi yang terjadi selama proses fermentasi dihasilkan suatu produk yang mempunyai tekstur, flavor, dan rasa yang khas. Selain itu juga mempunyai nilai nutrisi yang lebih baik dibandingkan susu segar (Winarno, dkk, 2003).

Faktor yang mempengaruhi kualitas yoghurt antara lain kultur dan substrat. Kultur mikroba yang umum digunakan adalah *Lactobacillus Bulgaricus* dengan suhu optimum 42<sup>0</sup>-45<sup>0</sup> C dan *Streptococcus thermophilus* dengan suhu optimum 38<sup>0</sup>-42<sup>0</sup> C. Selain jenis starter yang digunakan, faktor yang mempengaruhi yoghurt adalah substrat (Hidayat, dkk, 2006). Salah satu yang dapat digunakan sebagai substrat adalah ubi jalar. Pada ubi jalar mengandung oligosakarida yang merupakan substrat yang baik bagi bakteri.

Penelitian-penelitian mutakhir menunjukkan oligosakarida yang tidak dicerna dan diserap dalam usus kecil, akan difermentasi oleh bakteri-bakteri yang terdapat dalam usus besar, dan selanjutnya akan mengubah komposisi bakteri usus dimana bakteri yang menguntungkan yaitu *bifidobacterium* (bakteri bifidus) dan *lactobacillus* bertambah jumlahnya, sedangkan bakteri yang merugikan seperti *clostridium*, *coliform*, dan *enterococci* menurun jumlahnya (Muchtadi, 2005). Sehingga produk ini dapat dimanfaatkan sebagai pangan functional (*functional food*).

Ubi jalar yang dikenal di tanah air berupa ubi ungu, ubi putih dan ubi orange. Jenis umbi keluarga *Convolvuceae* ini memang sudah dikenal sebagai sumber karbohidrat yang mengandung betakaroten, anthosianin, vitamin E, Kalsium dan zat besi juga serat. Kandungan vitamin E, betakaroten dan anthosianin merupakan bahan antioksidan yang bisa mencegah serangan jantung, stroke dan kanker (Winneke, 2006).

Oligosakarida fungsional adalah polisakarida pendek dengan struktur kimia yang unik sehingga tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pada pencernaan manusia. Di luar negeri bahkan ada industri yang sengaja memproduksi oligosakarida untuk dijual sebagai bahan pangan fungsional (*functional food*) (Sutomo, 2006). Dengan adanya penambahan oligosakarida dalam yoghurt nantinya akan mempengaruhi proses fermentasi. Proses fermentasi ini nantinya akan bisa dipelajari dalam kinetika fermentasi.

Studi kinetika pertumbuhan dan fermentasi diperlukan sebagai dasar untuk memahami setiap proses fermentasi. Data pengamatan pertumbuhan mikrobia perlu diamati parameter-parameter seperti: kecepatan pertumbuhan (*specific growth rate*), waktu mengganda (*doubling time*), hasil pertumbuhan (*growth yield*), kemampuan metabolime (*metabolic quosient*), dan jumlah maksimum biomasa.

Kinetika fermentasi menggambarkan pertumbuhan dan pembentukan produk oleh mikroorganisme. Tidak hanya sel aktif tetapi juga sel yang istirahat bahkan juga sel-sel yang mati. Kinetika pertumbuhan dan pembentukan produk mempengaruhi kemampuan respons sel dan disinilah letak perlunya studi kinetika pertumbuhan dalam proses fermentasi secara rasional (Judoamidjojo, dkk, 1992).

## B. Perumusan Masalah

Yoghurt merupakan salah satu komoditi dari susu yang diperoleh dengan cara fermentasi. Dilihat dari nilai gizinya yoghurt merupakan bahan makanan yang mempunyai nilai gizi lebih tinggi dibanding susu biasa. Penambahan ubi jalar pada susu yang akan dibuat yoghurt akan mempengaruhi nilai gizi dalam yoghurt karena di dalam ubi jalar terdapat oligosakarida.

Oligosakarida dalam hal ini berperan sebagai prebiotik yang dapat meningkatkan bakteri asam laktat. Dengan demikian oligosakarida akan mempengaruhi pertumbuhan atau aktivitas mikroorganisme selama fermentasi yoghurt, oleh karena itu perlu dilakukan kajian tentang pengaruh penambahan ekstrak ubi jalar terhadap kinetika fermentasi yoghurt.

Kinetika fermentasi merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan dalam proses pengolahan bahan pangan yang menggunakan prinsip fermentasi, karena dengan mengetahui kinetika fermentasi dapat mengetahui proses fermentasi yang meliputi pertumbuhan mikrobial dan pembentukan produk. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai adakah pengaruh penambahan ekstrak ubi jalar pada yoghurt dalam fermentasi yoghurt ditinjau dari kinetika fermentasi.

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku kinetika fermentasi yang terjadi selama proses fermentasi yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, orange, dan ungu yang meliputi:

- a. Kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ )
- b. Waktu penggandaan sel ( $t_d$ )
- c. Derajat multiplikasi ( $n$ )
- d. Hasil pertumbuhan (*Growth Yield Constant*)  $Y_{x/s}$  dan Pembentukan produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$
- e. Efisiensi pembentukan asam laktat selama fermentasi

## D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi



di bidang pertanian dan pangan, khususnya tentang pengaruh penambahan berbagai jenis ekstrak ubi jalar ( ubi jalar putih, orange, dan ungu) terhadap laju kinetika fermentasi selama fermentasi yoghurt. Selain itu untuk memberi informasi pada masyarakat mengenai pembuatan yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar. Proses fermentasi yoghurt ini dikatakan efektif apabila dengan penambahan ekstrak ubi jalar yang mengandung oligosakarida akan meningkatkan kandungan bakteri asam laktat dalam yoghurt, mempunyai kecepatan pertumbuhan spesifik yang tinggi, waktu penggandaan yang cepat, derajat multiplikasi yang tinggi, nilai  $Y_{x/s}$  lebih kecil dibanding  $Y_{p/s}$ , dan efisiensi pembentukan asam laktat yang tinggi selama fermentasi.

## **II. METODE PENELITIAN**

### **1. 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.

### **2. Bahan dan Alat**

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.

### **3. Bahan dan Alat**

#### **a. Bahan**

- Bahan utama

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah susu sapi segar, ubi jalar, susu skim, dan starter. Bahan utama yang digunakan untuk membuat yoghurt dalam penelitian ini adalah susu segar dari peternak di Boyolali; ubi jalar putih, ubi jalar orange, dan ubi jalar ungu yang diperoleh dari pasar lokal di Surakarta yaitu di pasar legi Surakarta.; susu skim dari toko Jaya

Abadi Surakarta; dan kultur murni Bakteri Asam Laktat (BAL) yaitu *Streptococcus thermophilus* FNCC 0040 dan *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 0041 yang diperoleh dari FNCC (*Food Nutrition and Cultur Colection*) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada Yogyakarta yang berupa biakan murni dalam agar tegak. Untuk memperbanyak stok, kultur murni ini selanjutnya dibiakkan pada media yang baru dan siap digunakan sebagai starter yoghurt.

- Bahan pembantu

Bahan yang digunakan meliputi reagensia dan indikator untuk analisa kadar laktosa, analisa kadar asam laktat, dan media untuk pertumbuhan bakteri.

1. Reagensia : NaOH 0,01N; Arsenomolibdat, Nelson
2. Indidator : fenolftalen (pp) 1%
3. Media :MRS ( de Man Rogosa and Sharpe ) untuk pertumbuhan *L. bulgaricus* dan pertumbuhan *S. thermophilus*.

b. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : autoclave, inkubator, waterbath, thermometer, oven, buret, erlenmeyer, pipet tetes, pipet, pH meter, spektrometer, ukur, gelas ukur, petridish, tabung reaksi, timbangan analitik, alat juicer untuk mengekstrak ubi jalar , panci besar, pengaduk, timbangan, neraca analitik, beaker glass, wadah untuk fermentasi, botol steril untuk pengemas.

#### 4. Tahapan Penelitian

a. Pemiakan bakteri

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

b. Pembuatan starter induk

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

c. Pembuatan starter siap pakai

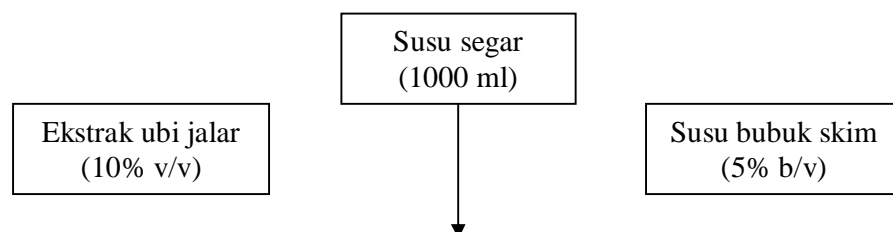
Susu segar dan susu skim (5% b/v) dipasteurisasi pada suhu 90°C selama 15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45 °C dan diinokulasi dengan starter induk 2%. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 40-45 °C selama 24 jam.

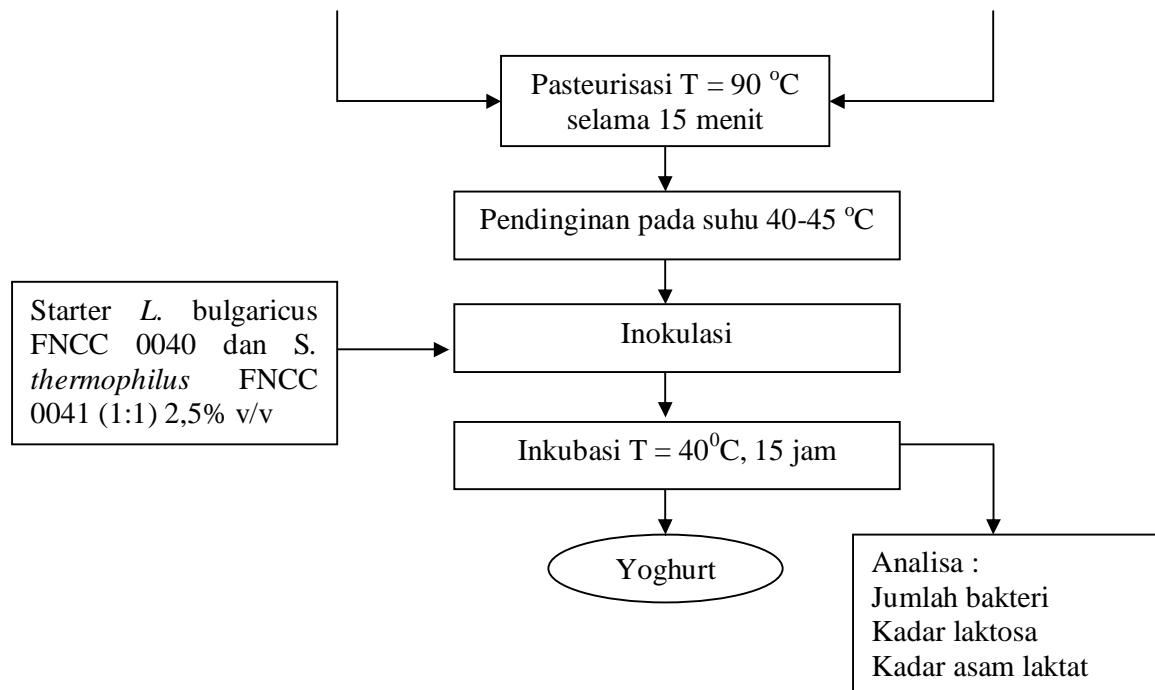
d. Pembuatan ekstrak ubi jalar

Ditimbang 1 kg ubi jalar kemudian dikupas dan dicuci sampai bersih. Setelah itu, ubi jalar diiris kecil-kecil sebesar dadu lalu dimasukkan dalam *juicer* untuk menghasilkan bubur ubi jalar. Bubur ubi jalar dituang dalam beker glass 500 ml menggunakan corong yang dilapisi kain saring dan didiamkan selama 30 menit kemudian filtratnya diambil. Filtrat ini merupakan ekstrak ubi jalar yang siap digunakan untuk membuat yoghurt.

e. Pembuatan Yoghurt

Susu segar, susu skim (5% b/v), dan ekstrak ubi jalar (10%v/v) dipanaskan (pasteurisasi) hingga mencapai suhu 90 °C menggunakan autoclave selama 15 menit kemudian didinginkan hingga mencapai suhu 40-45 °C. Selanjutnya, diinokulasi dengan starter *Lactobacillus bulgaricus* FNCC 0041 dan *Streptococcus thermophilus* FNCC 0040 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 tadi lalu dimasukkan ke dalam botol-botol steril kemudian diinkubasi selama 15 jam pada suhu 40-45 °C hingga dihasilkan yoghurt. Diagram pembuatan yoghurt dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan yoghurt

f. Analisa jumlah bakteri, kadar laktosa, dan analisa kadar asam laktat

Pada interval tertentu dilakukan analisis jumlah bakteri. Penentuan jumlah sel yoghurt secara kuantitatif dilakukan dengan perhitungan bakteri tidak langsung menggunakan metode hitungan cawan atau *Total Plate Count* (Yutono, et al., 1983). Pada penentuan jumlah sel dengan metode hitungan cawan ini 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*).

Analisa kadar laktosa menurut Sudarmadji, dkk (1984) dengan Metode Nelson Somoyogi, peneraan nilai absorbansi sampel dilakukan pada panjang gelombang 540 nm. Analisa kadar asam laktat dilakukan dengan Metode Titrimetri NaOH 0,01N menurut Soewedo (1982). Pengamatan dilakukan pada jam ke: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15. Hasil pengamatan dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara jumlah bakteri, kadar laktosa, dan kadar asam laktat

dengan waktu fermentasi. Untuk prosedur pengujian dapat dilihat pada lampiran.

#### 5. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

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 yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, ubi jalar orange, dan ubi jalar ungu. Sebagai kontrol, digunakan yoghurt tanpa penambahan ubi jalar. Setelah di dapatkan data maka dihitung rata-rata dari 3 perlakuan tersebut.

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pengaruh Penambahan Ekstrak berbagai Jenis Ubi Jalar terhadap Jumlah Sel (cfu/ml), Kadar Laktosa (mg/ml), Kadar Asam Laktat (mg/ml), dan pH selama Pembuatan Yoghurt

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran perilaku kinetika fermentasi selama proses pembuatan yoghurt yang ditambahkan berbagai jenis ekstrak ubi jalar, yaitu ubi jalar putih, orange, dan ungu dengan menggunakan starter kombinasi antara bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Pada fermentasi ini menggunakan sistem tertutup (*batch process*), karena selama proses fermentasi tidak dilakukan lagi penambahan komponen substrat setelah inokulasi ke dalam medium selama 15 jam.

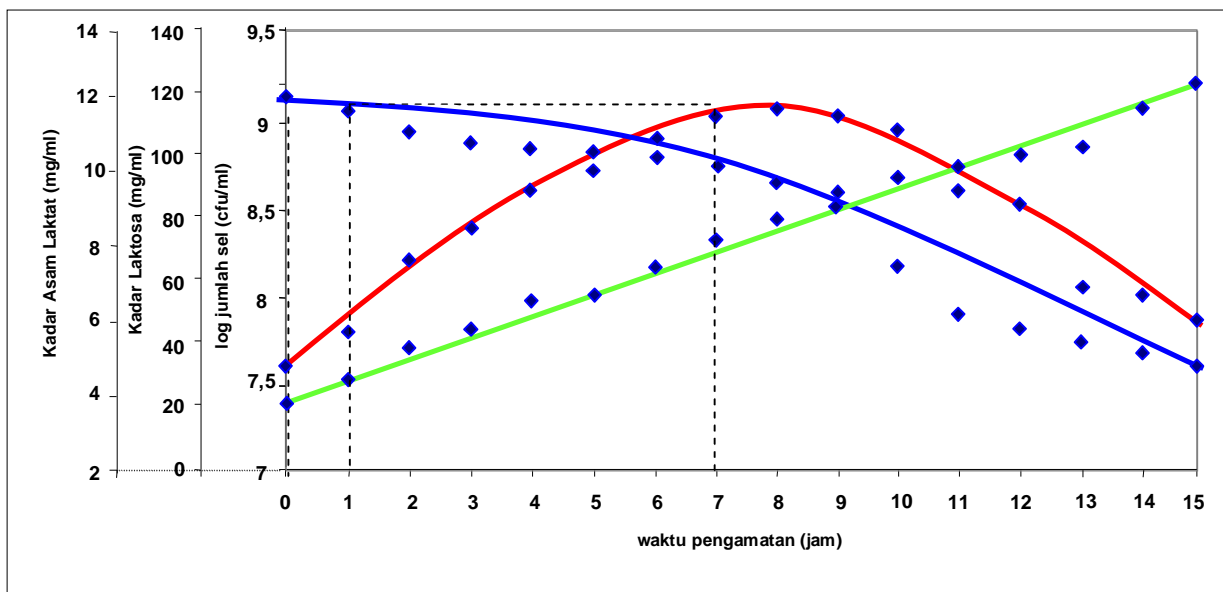
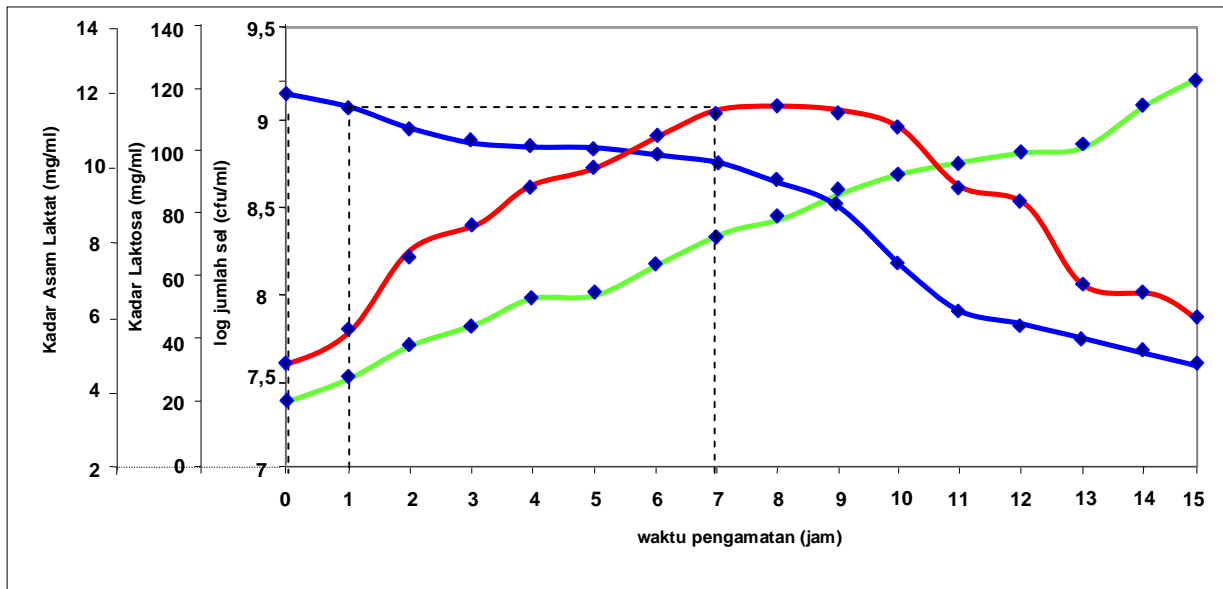
##### a. Yoghurt Kontrol

Tabel 5. Hasil Analisis Jumlah Sel (cfu/ml), Kadar Laktosa (mg/ml), Kadar Asam Laktat (mg/ml), dan pH selama Pembuatan Yoghurt Kontrol

Jam ke-	Pertumbuhan Sel (cfu/ml)	Kadar Laktosa (mg/ml)	Kadar Asam Laktat (mg/ml)	pH	Log $\sum$ Koloni
0	$4,2 \times 10^7$	118,44	3,81	6,4	7,623
1	$7,4 \times 10^7$	116,08	4,5	6,2	7,871
2	$1,7 \times 10^8$	111,73	5,46	5,9	8,217
3	$3,1 \times 10^8$	108,53	5,91	5,9	8,494
4	$4,2 \times 10^8$	106,29	6,63	5,7	8,627
5	$6,2 \times 10^8$	103,03	6,9	5,6	8,792
6	$8,5 \times 10^8$	101,30	7,44	5,5	8,929
7	$1,3 \times 10^9$	100,28	8,127	5,3	9,114
8	$1,4 \times 10^9$	91,71	8,514	4,9	9,158
9	$1,3 \times 10^9$	90,18	9,15	4,9	9,107
10	$9,8 \times 10^8$	49,57	9,84	4,8	8,993
11	$4,9 \times 10^8$	49,25	10,08	4,7	8,691
12	$3,3 \times 10^8$	43,11	10,41	5,1	8,524
13	$1,3 \times 10^8$	40,17	10,62	4,5	8,117
14	$1,0 \times 10^8$	39,14	11,844	4,4	8,013
15	$8,3 \times 10^7$	13,94	12,357	4,3	7,917

Pengujian jumlah sel pada yoghurt kontrol menunjukkan bahwa jumlah sel selama fermentasi mengalami masa adaptasi pada jam ke-0 sampai jam ke-1. Fase logaritmik terjadi pada jam ke-1 sampai jam ke-7. Fase stationer terjadi pada jam ke-8 sampai jam ke-9. Fase kematian pada jam ke-10, yaitu ditandai dengan penurunan jumlah sel secara cepat.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa selama fermentasi terjadi hubungan dimana kadar laktosa akan terus mengalami penurunan dan kadar asam laktat akan mengalami kenaikan. Kadar laktosa terus mengalami penurunan karena dimanfaatkan oleh sel untuk tumbuh dan untuk membentuk asam laktat. Hal inilah yang menyebabkan kenaikan kadar asam laktat. Semakin banyak kadar laktosa yang dimanfaatkan maka kadar asam laktat akan semakin meningkat. Hal ini telah sesuai dengan teori dimana data hasil penelitian menunjukkan pola pertumbuhan sesuai dengan fase-fase pertumbuhan bakteri.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Log Jumlah Bakteri, Kadar Laktosa, Kadar Asam Laktat dengan Waktu Pengamatan pada Pembuatan Yoghurt Kontrol

Keterangan gambar :

- = Log Jumlah Sel
- = Kadar Laktosa
- = Kadar Asam Laktat

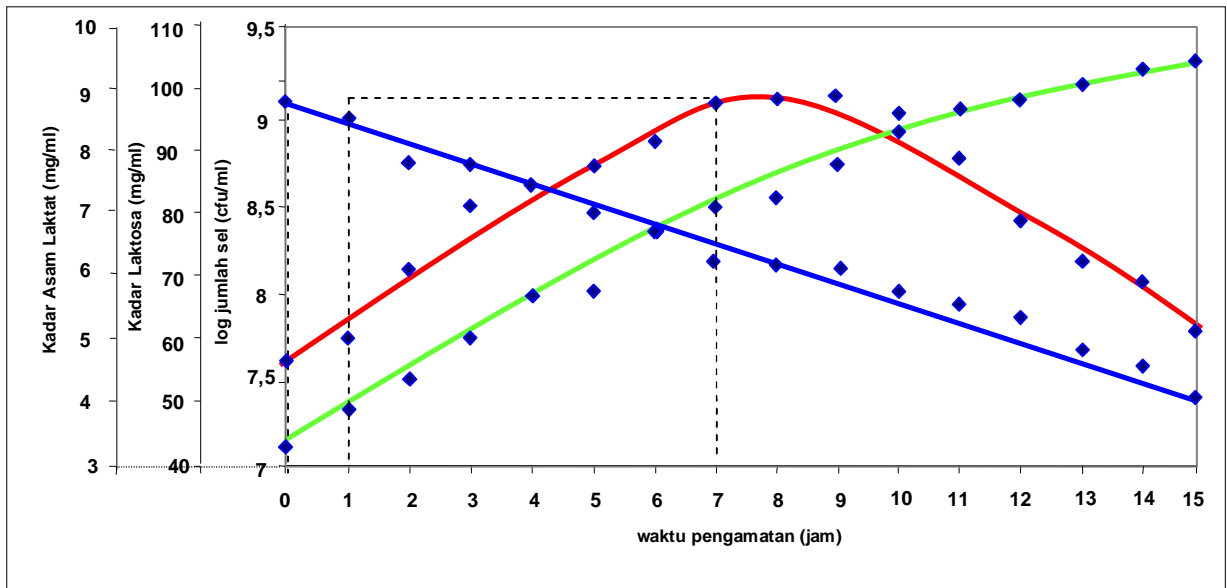
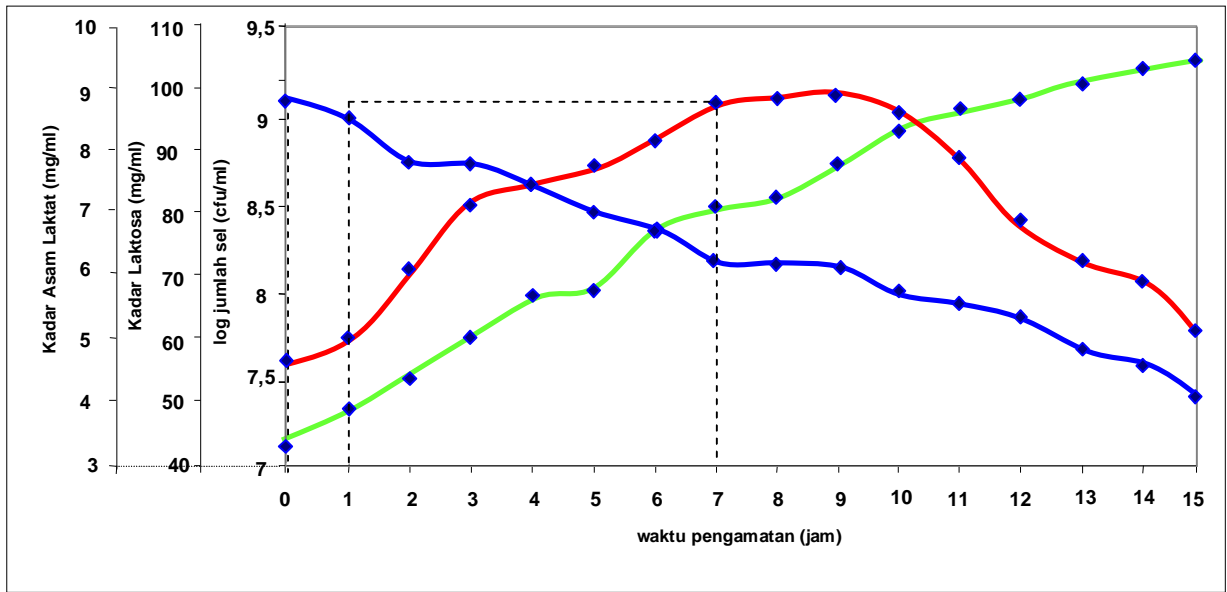
## b. Yoghurt Putih

Pada Yoghurt Putih ini akan dibahas mengenai hubungan antara parameter-parameter dalam kinetika fermentasi pembuatan yoghurt selama 15 jam. Hasil penelitian terhadap kinetika fermentasi pada yoghurt dengan menambahkan ekstrak ubi jalar putih sebanyak 10% (Tabel 6) dapat diketahui hubungan antara jumlah sel, kadar laktosa, dan kadar asam laktat selama fermentasi dan digambarkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 6. Hasil Analisis Jumlah Sel (cfu/ml), Kadar Laktosa (mg/ml), Kadar Asam Laktat (mg/ml), dan pH selama Pembuatan Yoghurt Putih

Jam ke-	Pertumbuhan Sel (cfu/ml)	Kadar Laktosa (mg/ml)	Kadar Asam Laktat (mg/ml)	pH	Log $\Sigma$ Koloni
0	$4,5 \times 10^7$	97,95	3,27	5,9	7,653
1	$6,6 \times 10^7$	95,38	3,93	5,5	7,730
2	$1,6 \times 10^8$	88,74	4,32	5,1	8,207
3	$3,7 \times 10^8$	88,42	5,04	4,8	8,563
4	$4,6 \times 10^8$	84,03	5,7	4,1	8,662
5	$5,5 \times 10^8$	80,82	5,73	4,5	8,740
6	$9,5 \times 10^8$	77,18	6,75	4,4	8,978
7	$1,5 \times 10^9$	72,68	7,08	4,4	9,161
8	$1,5 \times 10^9$	71,83	7,11	4,3	9,188
9	$1,3 \times 10^9$	70,01	7,74	4,2	9,121
10	$1,1 \times 10^9$	67,12	8,37	4,2	9,045
11	$5,9 \times 10^8$	66,69	8,73	4,2	8,773
12	$3,1 \times 10^8$	63,48	8,94	4,2	8,494
13	$1,8 \times 10^8$	58,23	9,12	4,2	8,262
14	$1,1 \times 10^8$	56,52	9,21	4,2	8,053
15	$6,4 \times 10^7$	50,63	9,3	4,2	7,804





Gambar 2. Grafik Hubungan antara Log Jumlah Sel, Kadar Laktosa, Kadar Asam Laktat dengan Waktu Pengamatan pada Pembuatan Yoghurt Putih

Keterangan gambar :

- = Log Jumlah Sel
- = Kadar Laktosa
- = Kadar Asam Laktat

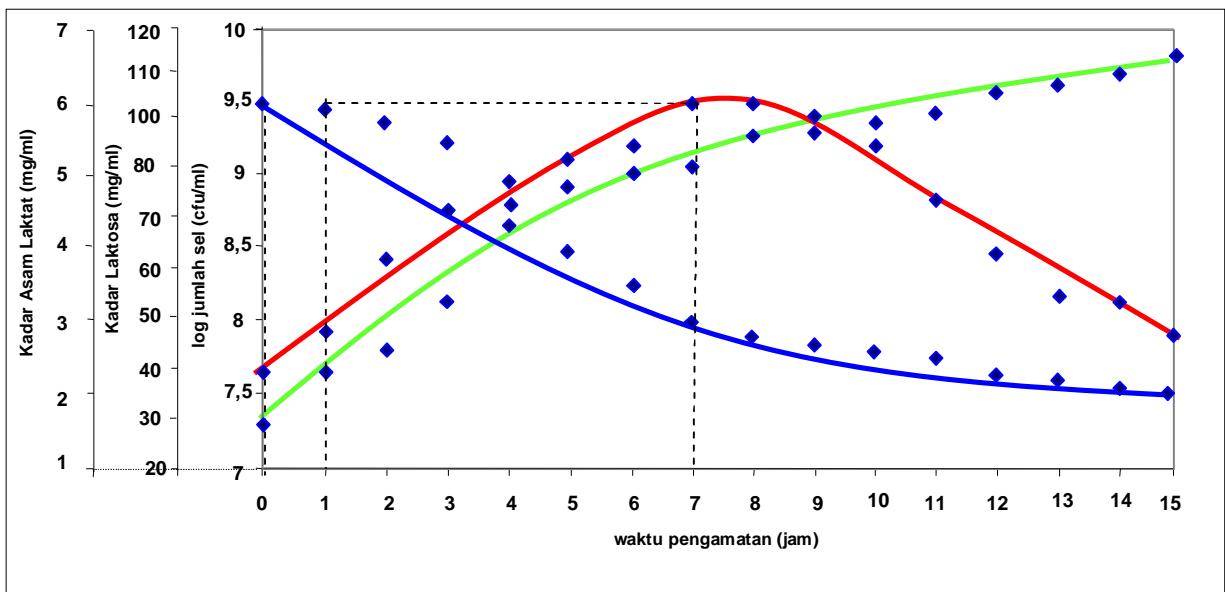
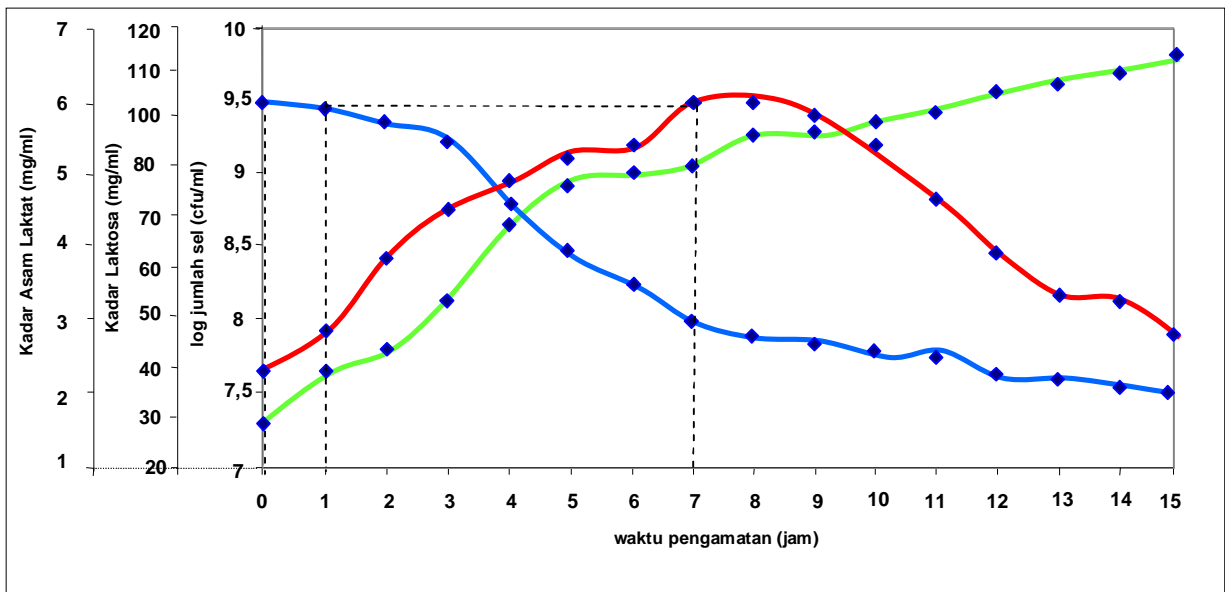
Jumlah sel selama fermentasi mengalami masa adaptasi pada jam ke-0 sampai jam ke-1. Fase logaritmik terjadi pada jam ke-1 sampai jam ke-7. Fase stationer terjadi pada jam ke-8 sampai jam ke-9. Jumlah sel memasuki fase kematian pada jam ke-10 pada saat itu jumlah sel menurun secara cepat.

### c. Yoghurt Ungu

Berdasarkan hasil penelitian terhadap kinetika fermentasi pada yoghurt ungu (Tabel 7) dengan dapat dibuat suatu hubungan yang digambarkan dalam bentuk grafik sehingga diketahui hubungan antara jumlah sel, kadar laktosa, dan kadar asam laktat selama fermentasi (Gambar 3).

Tabel 7. Hasil Analisis Jumlah Sel (cfu/ml), Kadar Laktosa (mg/ml), Kadar Asam Laktat (mg/ml), dan pH selama Pembuatan Yoghurt Ungu

Jam ke-	Pertumbuhan Sel (cfu/ml)	Kadar Laktosa (mg/ml)	Kadar Asam Laktat (mg/ml)	pH	Log $\sum$ Koloni
0	$4,6 \times 10^7$	106,14	1,59	5,8	7,660
1	$9,7 \times 10^7$	101,55	2,28	5,4	7,985
2	$3,1 \times 10^8$	97,86	2,64	5,5	8,496
3	$6,2 \times 10^8$	87,17	3,27	5,1	8,792
4	$8,2 \times 10^8$	73,02	4,35	4,6	8,915
5	$1,6 \times 10^9$	63,37	4,98	4,6	9,193
6	$1,9 \times 10^9$	56,69	5,04	4,3	9,286
7	$3,6 \times 10^9$	49,18	5,19	4,3	9,556
8	$4,0 \times 10^9$	46,17	5,55	4,1	9,597
9	$3,1 \times 10^9$	45,57	5,61	4,0	9,496
10	$1,9 \times 10^9$	42,83	5,88	3,9	9,281
11	$6,1 \times 10^8$	41,96	5,91	3,9	8,783
12	$3,0 \times 10^8$	39,21	6,15	3,8	8,473
13	$1,8 \times 10^8$	36,04	6,21	3,8	8,265
14	$1,7 \times 10^8$	35,89	6,36	3,8	8,223
15	$9,9 \times 10^7$	35,32	6,63	3,8	7,996



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Log Jumlah Sel, Kadar Laktosa, Kadar Asam Laktat dengan Waktu Pengamatan pada Pembuatan Yoghurt Ungu

Keterangan gambar :

- = Log Jumlah Sel
- = Kadar Laktosa
- = Kadar Asam Laktat

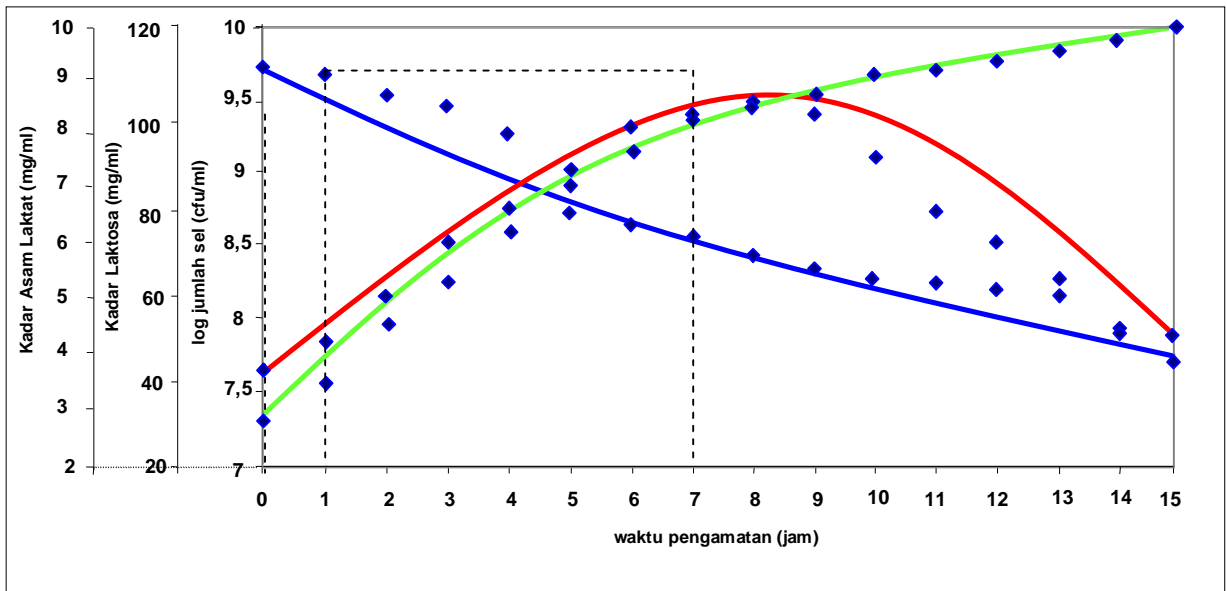
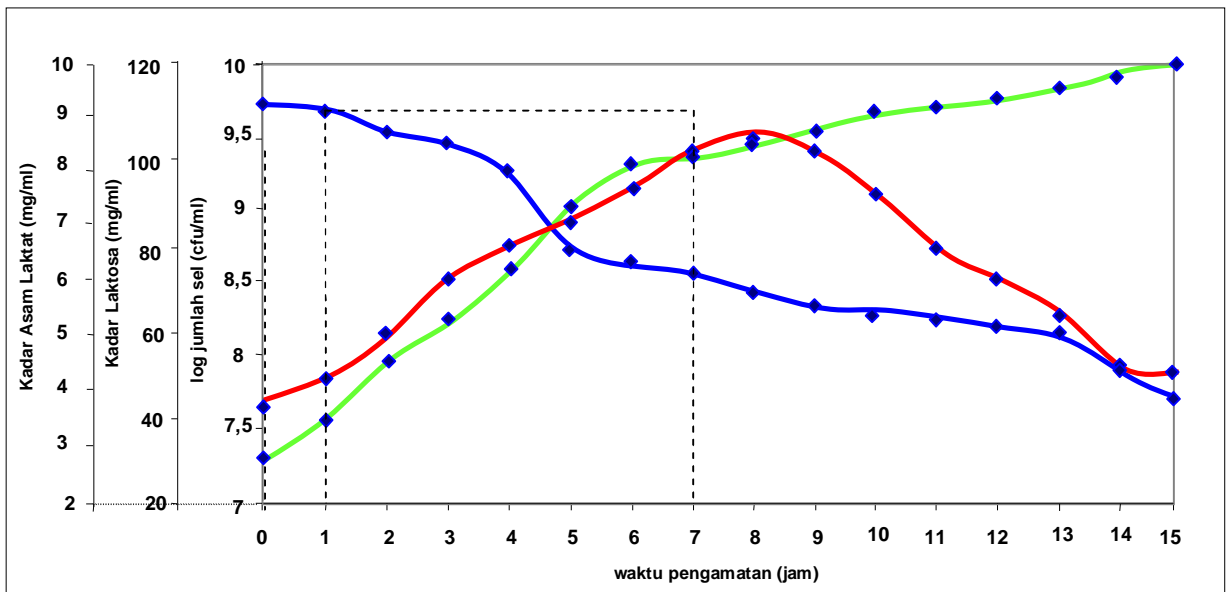
Pertumbuhan sel pada fermentasi yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar ungu sebanyak 10% mengalami fase lag pada jam ke-0 sampai jam ke-1. Fase log pada jam ke-1 sampai jam ke-7. Fase stasioner pada jam ke-8 sampai jam ke-9 , dan pada jam ke-10 sampai jam ke-15 memasuki fase kematian. Jumlah sel pada yoghurt ungu mempunyai jumlah yang paling banyak jika dibandingkan dengan pertumbuhan pada yoghurt kontrol, orange, dan putih. Hal ini dimungkinkan karena substrat (Laktosa dan Oligosakarida) dalam ubi jalar dimanfaatkan secara maksimal oleh *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*.

#### d. Yoghurt Orange

Hasil penelitian terhadap kinetika fermentasi pada yoghurt dengan menambahkan ekstrak ubi jalar orange sebanyak 10% dan menggunakan starter kombinasi antara bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Tabel 8) dapat dibuat suatu hubungan yang digambarkan dalam bentuk grafik (Gambar 4) sehingga diketahui hubungan antara jumlah sel, kadar laktosa, dan kadar asam laktat selama fermentasi.

Tabel 8. Hasil Analisis Jumlah Sel (cfu/ml), Kadar Laktosa (mg/ml), Kadar Asam Laktat (mg/ml), dan pH selama Pembuatan Yoghurt Orange

Jam ke-	Pertumbuhan Bakteri (cfu/ml)	Kadar Laktosa (mg/ml)	Kadar Asam Laktat (mg/ml)	pH	Log $\Sigma$ Koloni
0	$4,0 \times 10^7$	112,81	2,94	5,8	7,605
1	$7,2 \times 10^7$	108,48	3,42	5,6	7,856
2	$1,3 \times 10^8$	104,72	4,62	5,2	8,124
3	$3,8 \times 10^8$	102,7	5,28	5,2	8,582
4	$5,3 \times 10^8$	97,5	6,12	4,7	8,723
5	$8,5 \times 10^8$	79,87	7,29	4,5	8,928
6	$1,9 \times 10^9$	77,21	8,1	4,2	9,267
7	$2,9 \times 10^9$	76,13	8,16	4,1	9,468
8	$3,2 \times 10^9$	69,48	8,25	3,9	9,501
9	$3,0 \times 10^9$	67,46	8,76	4,1	9,482
10	$1,5 \times 10^9$	67,45	9,03	4,0	9,179
11	$5,3 \times 10^8$	66,01	9,18	4,0	8,724
12	$3,5 \times 10^8$	62,83	9,45	4,2	8,538
13	$2,1 \times 10^8$	60,52	9,63	4,1	8,322
14	$8,7 \times 10^7$	52,15	9,81	3,9	7,940
15	$8,6 \times 10^7$	44,63	9,99	3,9	7,936



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Log Jumlah Sel, Kadar Laktosa, Kadar Asam Laktat dengan Waktu Pengamatan pada Pembuatan Yoghurt Orange

Keterangan gambar :

- = Log Jumlah Sel
- = Kadar Laktosa
- = Kadar Asam Laktat

Selama fermentasi pada Yoghurt Orange, mengalami masa adaptasi pada jam ke-0 sampai jam ke-1. Fase logaritmik terjadi pada jam ke-1 sampai jam ke-7. Fase stationer terjadi pada jam ke-8 sampai jam ke-9, setelah itu jumlah sel memasuki fase kematian pada jam ke-10 sampai jam ke-15, pada fase ini jumlah sel menurun secara cepat.

Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4, dapat diketahui hubungan antara Jumlah sel, Kadar Laktosa, Kadar Asam laktat, dan pH. Pada awal fermentasi jumlah sel masing-masing yoghurt belum mengalami pertumbuhan yang signifikan, hal ini dikarenakan bakteri masih beradaptasi dengan lingkungannya.

Peningkatan jumlah sel selama fermentasi yoghurt ini terjadi karena 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, 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.

## 2. Pengaruh Penambahan Ekstrak berbagai Jenis Ubi Jalar Terhadap Kinetika Fermentasi

### a. Kecepatan Pertumbuhan Spesifik selama Fermentasi

Kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) adalah kecepatan pertumbuhan per satuan jumlah biomassa dan mempunyai satuan yang berupa kebalikan dari satuan waktu (1/t). Tabel 9 menunjukkan Data Pengaruh penambahan ekstrak berbagai jenis ubi jala terhadap pertumbuhan spesifik selama fermentasi.

Tabel 9. Pengaruh Penambahan Ekstrak berbagai Jenis Ubi Jalar terhadap Kecepatan Pertumbuhan Spesifik selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) (per jam)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	0,4322	0,5327	0,4777	0,4809 <sup>a</sup>
Yoghurt Putih	0,6520	0,2332	0,4679	0,4510 <sup>a</sup>
Yoghurt Ungu	0,734	0,338	0,6040	0,5589 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	0,7080	0,4838	0,5723	0,5880 <sup>a</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Penentuan kecepatan pertumbuhan spesifik selama fermentasi yoghurt kontrol (tanpa penambahan ekstrak ubi jalar) kecepatan pertumbuhan spesifik rata-rata sebesar 0,4809/jam. Yoghurt putih kecepatan pertumbuhan spesifik rata-rata sebesar 0,4510/jam. Yoghurt ungu kecepatan pertumbuhan spesifik rata-rata sebesar 0,5589/jam. Yoghurt orange kecepatan pertumbuhan spesifik rata-rata sebesar 0,5880/jam. Berdasarkan data dari hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya beda nyata antara masing-masing perlakuan. Ini berarti bahwa penambahan ekstrak ubi jalar tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pertumbuhan spesifik selama fermentasi yoghurt.

**b. Waktu penggandaan ( td )**

Pertumbuhan mikrobial biasanya ditentukan oleh waktu yang diperlukan untuk menggandakan sel. Banyaknya waktu penggandaan disebut juga doubling time (Td). Tabel 10 menunjukkan waktu penggandaan (td) selama fermentasi.

Tabel 10. Pengaruh Penambahan Ekstrak Ubi Jalar terhadap Waktu Penggandaan (td) selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Waktu Penggandaan (td) (jam)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	1,6042	1,300	1,4497	1,4513 <sup>a</sup>
Yoghurt Putih	1,0628	2,9742	1,4808	1,8393 <sup>a</sup>
Yoghurt Ungu	0,9441	2,0503	1,1474	1,3806 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	0,9788	1,4318	1,2115	1,2074 <sup>a</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Tabel 10 menunjukkan bahwa yoghurt kontrol membutuhkan waktu untuk mengganda selama 1,4513 jam atau 87,078 menit, yoghurt putih memerlukan waktu 1,8393 jam atau 110,358 menit, yoghurt ungu memerlukan waktu 1,3806 jam atau 82,836 menit, dan yoghurt orange membutuhkan waktu 1,2074 jam atau 72,444 menit. Menurut Judoamidjojo, dkk (1992) waktu penggandaan (td) atau waktu generasi suatu biomassa bagi sel telah dilaporkan secepat 15-20 menit pada kondisi pertumbuhan optimal, tetapi umumnya berlangsung selama 45-60 menit. Berdasarkan analisa menunjukkan tidak ada beda nyata untuk masing-masing sampel.

**c. Derajat Multiplikasi/Banyak Penggandaan ( n )**

Derajat multiplikasi adalah hasil bagi antara  $x/x_0$  yang menunjukkan banyaknya penggandaan yang terjadi selama proses fermentasi berlangsung. Penentuan derajat multiplikasi ini juga didasarkan pada fase logaritmik seperti parameter-parameter sebelumnya. Tabel 11 menunjukkan derajat multiplikasi/banyak penggandaan selama fermentasi.

Tabel 11. Pengaruh Penambahan Ekstrak Ubi Jalar terhadap Derajat Multiplikasi/Banyak penggandaan selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Derajat Multiplikasi(n) (kali)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	5,1377	4,7488	4,9837	4,9567 <sup>a</sup>
Yoghurt Putih	5,8469	6,2990	4,5554	5,5671 <sup>a</sup>
Yoghurt Ungu	6,4733	4,1533	6,4245	5,6837 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	6,9441	4,7510	6,6005	6,0985 <sup>a</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Yoghurt kontrol banyaknya penggandaan adalah 4,9567 kali selama fermentasi. Pada pembuatan yoghurt putih diperoleh banyaknya penggandaan 5,5671 kali. Pada fermentasi yoghurt ungu banyaknya penggandaan 5,6837 kali. Dan untuk fermentasi yoghurt orange banyaknya penggandaan adalah 6,0985. Semakin banyak mengganda menunjukkan bahwa sel yang membelah menghasilkan sel baru semakin banyak.

Berdasarkan data dari hasil analisis statistik dengan tingkat ketelitian 95% menunjukkan tidak adanya beda nyata antara masing-masing perlakuan. Ini berarti bahwa penambahan ekstrak ubi jalar tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu penggandaan selama fermentasi yoghurt.

Berdasarkan Tabel 9, Tabel 10, dan Tabel 11 dapat diketahui Kecepatan Pertumbuhan Spesifik ( $\mu$ ) , Waktu Penggandaan (td), Derajat Multiplikasi/Banyak penggandaan (n) selama fermentasi yoghurt. Dari ketiga parameter tersebut diketahui bahwa Yoghurt Orange memiliki hasil tertinggi dibandingkan perlakuan yang lainnya. Pada yoghurt Orange memiliki Kecepatan Pertumbuhan Spesifik yang paling tinggi, waktu pembelahan yang paling singkat dan penggandaan sel yang paling banyak.



**d. Hasil Pertumbuhan (*Growth Yield Constant*)  $Y_{x/s}$**

Growth Yield Constant  $Y_{x/s}$  didefinisikan sebagai suatu hasil bagi antara perubahan jumlah biomassa dengan substrat. Pengaruh jenis Starter terhadap Hasil Pertumbuhan (*Growth Yield Constant*)  $Y_{x/s}$  selama fermentasi dapat dilihat di Tabel 12.

Tabel 12. Pengaruh Jenis Starter terhadap Hasil Pertumbuhan (*Growth yield Constant*)  $Y_{x/s}$  selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Hasil Pertumbuhan ( <i>Growth yield Constant</i> ) $Y_{x/s}$ (cfu/mg)			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	$9,1 \times 10^5$	$0,43 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$	$4,51 \times 10^{5a}$
Yoghurt Putih	$4,6 \times 10^5$	$0,88 \times 10^5$	$7,2 \times 10^5$	$4,23 \times 10^{5a}$
Yoghurt Ungu	$10 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$	$8,8 \times 10^5$	$7,53 \times 10^{5a}$
Yoghurt Orange	$5,6 \times 10^5$	$7,1 \times 10^5$	$7,8 \times 10^5$	$6,83 \times 10^{5a}$

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Tabel 12 memperlihatkan besarnya Hasil Pertumbuhan (*Growth Yield Constant*)  $Y_{x/s}$  pada pembuatan Yoghurt Kontrol sebesar  $4,51 \times 10^5$  cfu/mg, Yoghurt Putih sebesar  $4,2 \times 10^5$  cfu/mg, Yoghurt Ungu sebesar  $7,5 \times 10^5$  cfu/mg, dan Yoghurt Orange sebesar  $6,83 \times 10^5$  cfu/mg. Berdasarkan hasil analisis statistik dengan tingkat kepercayaan 95% dapat diketahui bahwa nilai  $Y_{x/s}$  pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata satu sama lain.

**e. Pembentukan Produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$**

Pembentukan Produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$  didefinisikan sebagai perbandingan antara besarnya produk yang terbentuk dengan substrat yang dirombak. Tabel 13 menunjukkan besarnya hasil Pembentukan Produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$  selama fermentasi.

Tabel 13. Pengaruh Jenis Starter terhadap Pembentukan Produk (*Produk Yield Constant*)  $Y_{p/s}$  selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Pembentukan Produk ( <i>Produk Yield Constant</i> ) $Y_{p/s}$			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	0,086	0,0788	0,0813	0,0820 <sup>a</sup>
Yoghurt Putih	0,090	0,1441	0,1829	0,139 <sup>b</sup>
Yoghurt Ungu	0,0724	0,0699	0,0712	0,0712 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	0,0877	0,1124	0,1138	0,1046 <sup>ab</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Pada pembuatan yoghurt kontrol besarnya pembentukan produk ( $Y_{p/s}$ ) sebesar 0,082 mg, yoghurt putih 0,139 mg, yoghurt ungu 0,0712 mg, dan yoghurt orange sebesar 0,1046 mg.

#### f. Efisiensi Pembentukan Asam Laktat Selama Fermentasi

Penentuan efisiensi pembentukan asam laktat selama proses fermentasi yoghurt ini didasarkan pada kadar laktosa mula-mula dibagi dengan kadar asam laktat yang terbentuk sampai akhir proses fermentasi yang telah dihitung secara teoritis. Tabel 11 menunjukkan bahwa efisiensi pembentukan asam laktat pada fermentasi yoghurt kontrol adalah 7,374%, yoghurt putih 6,458%, yoghurt ungu 4,739%, dan yoghurt orange 6,479%. Hal ini berarti bahwa efisiensi kandungan laktosa yang ada dalam medium untuk yoghurt orange adalah sebesar 6,479% yang telah dirombak menjadi asam laktat, jadi tidak semua laktosa yang dirombak menjadi asam laktat.

Tabel 14. Pengaruh Jenis Starter terhadap Efisiensi Pembentukan Asam Laktat selama Fermentasi Yoghurt

Jenis yoghurt	Efisiensi Pembentukan Asam Laktat selama Fermentasi Yoghurt			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
Yoghurt kontrol	7,272	7,268	7,374	7,633 <sup>b</sup>
Yoghurt Putih	5,282	6,984	7,108	6,458 <sup>b</sup>
Yoghurt Ungu	4,981	4,376	4,859	4,739 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	5,710	6,793	6,935	6,479 <sup>b</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT

Berdasarkan parameter nilai efisiensi pembentukan asam laktat ini dapat diketahui bahwa yoghurt kontrol mempunyai nilai efisiensi yang paling tinggi karena substrat dalam yoghurt dimanfaatkan secara optimal untuk pembuatan produk. Hasil ini tidak berbeda nyata dengan yoghurt putih dan orange. Yoghurt ungu mempunyai nilai efisiensi yang paling rendah, hal ini dimungkinkan karena pada yoghurt ungu, substratnya dimanfaatkan secara optimal dalam pembentukan sel sehingga pembentukan produk tidak dapat dicapai secara optimal. Hal ini dapat berarti bahwa penambahan ekstrak ubi jalar berpengaruh terhadap efisiensi pembentukan asam laktat.

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diketahui kesimpulan pengaruh Penambahan Ekstrak berbagai Jenis Ubi Jalar terhadap Kinetika Fermentasi ke dalam suatu bentuk Tabel.

Tabel 15. Pengaruh Penambahan Ekstrak berbagai Jenis Ubi Jalar terhadap Kinetika

Jenis yoghurt	( $\mu$ )	td	n	Y x/s,	Y p/s	Efisiensi
Yoghurt kontrol	0,4809 <sup>a</sup>	1,4513 <sup>a</sup>	4,9567 <sup>a</sup>	4,51x10 <sup>5a</sup>	0,0820 <sup>a</sup>	7,633 <sup>b</sup>
Yoghurt Putih	0,4510 <sup>a</sup>	1,8393 <sup>a</sup>	5,5671 <sup>a</sup>	4,23x10 <sup>5a</sup>	0,139 <sup>b</sup>	6,458 <sup>b</sup>
Yoghurt Ungu	0,5589 <sup>a</sup>	1,3806 <sup>a</sup>	5,6837 <sup>a</sup>	7,53x10 <sup>5a</sup>	0,0712 <sup>a</sup>	4,739 <sup>a</sup>
Yoghurt Orange	0,5880 <sup>a</sup>	1,2074 <sup>a</sup>	6,0985 <sup>a</sup>	6,83x10 <sup>5a</sup>	0,1046 <sup>ab</sup>	6,479 <sup>b</sup>

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian “Kajian Kinetika Pada Fermentasi Yoghurt Dengan Penambahan Ekstrak Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)” ini adalah:

- a. Besarnya nilai kecepatan pertumbuhan spesifik ( $\mu$ ) pada pembuatan yoghurt Yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, orange, dan ungu adalah yoghurt orange 0,05880/jam, yoghurt ungu 0,5589/jam, yoghurt kontrol 0,4809/jam, dan yoghurt putih 0,4510/jam. Berdasarkan nilai parameter kecepatan pertumbuhan

- spesifik penambahan ekstrak ubi jalar orange adalah yang paling efektif.
- b. Besarnya waktu penggandaan sel ( $t_d$ ) pada pembuatan pembuatan yoghurt Yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar putih, orange, dan ungu adalah yoghurt putih 1,8393 jam yoghurt kontrol 1,4513 jam, yoghurt ungu 1,3806 jam yoghurt orange 1,2074 jam. Berdasarkan nilai parameter waktu penggandaan penambahan ekstrak orange adalah yang paling efektif.
  - c. Besarnya derajat multiplikasi ( $n$ ) pada pembuatan yoghurt dengan penambahan ekstrak ubi jalar orange adalah 6,0985 kali, yoghurt ungu 5,6837 kali, yoghurt putih 5,5671, dan yoghurt kontrol 4,9567. Berdasarkan nilai parameter derajat multiplikasi penambahan ekstrak ubi jalar orange merupakan starter yang paling efektif.
  - d. Besarnya Hasil Pertumbuhan ( $Y_{X/S}$ ) dan Pembentukan Produk ( $Y_{P/S}$ ) berurutan pada pembuatan yoghurt putih adalah  $4,2 \times 10^5$  cfu/mg dan 0,139, yoghurt orange adalah  $6,83 \times 10^5$  cfu/mg dan 0,1046, yoghurt ungu adalah  $7,5 \times 10^5$  cfu/mg dan 0,072, dan yoghurt kontrol  $4,51 \times 10^5$  cfu/mg dan 0,082. Berdasarkan nilai parameter hasil pertumbuhan dan pembentukan produk penambahan ekstrak ubi jalar putih adalah yang paling efektif.
  - e. Besarnya efisiensi pembentukan asam laktat selama fermentasi yoghurt control adalah 7,633%, yoghurt orange 6,479%, yoghurt putih 6,458%, dan yoghurt ungu 4,739%. Berdasarkan nilai parameter efisiensi pembentukan asam laktat perlakuan dengan tanpa penambahan ekstrak ubi jalar merupakan perlakuan yang paling efektif.

## 2. Saran

- a. Penambahan ekstrak ubi jalar ternyata dapat menjadi salah satu alternatif untuk memanfaatkan ubi jalar sebagai sumber prebiotik bagi probiotik. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih mendalam lagi guna pemanfaatan ubi jalar yang lebih optimal.

b. Pemanfaatan ekstrak ubi jalar pada pembuatan yoghurt sebaiknya dilakukan sekitar 10 jam saja karena pada interval itu menunjukkan jumlah bakteri yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Mochamad. 1984. *Kimia dan Teknologi Pengolahan Air Susu*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Amrullah, Sarinah, 1987. *Mempelajari Karakteristik Chaoteri dengan Fermentasi Asam Laktat dari Campuran Tape Beras dan Tape Ketan*. Lajuran Simposium Bioproses Dalam Industri Pangan. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Anonim. 2006. *Ubi Jalar kaya Zat Gizi dan Serat*. Available from : <http://www.dinkesjatim.go.id>. Accessed July 27, 2007.
- Apraidji, Wied Harry. 2006. *Khasiat ubi jalar*. <http://www.pitoyo.com/mod.php?> (diakses 10 Desember 2008).
- Buchanan, R. E. dan N. E. Gibbons. 1974. *Bergeys Manual of Determinative Bacteorology Eighth Edition*. The Williams and Wilkins Company. Baltimore
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet, dan M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Collins, W.W. dan W.M. Walter. 1982. *Potential for Increasing Nutritional Value of Sweet Potato In Sweet Potato Proc. Of the first Int. Symp. R. L. Villareal and T.D. Griggs (eds) p 355-63*. AVRDC. Shanhua, Taiwan.
- Davis, J. G. 1963. *The Lactobacill II Applied Aspect Progress In Industrial Microbiology (5):95-136*.
- Djide, Natsir. 2005. *Mikrobiologi Farmasi Dasar*. Jurusan Farmasi Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Dwidjoseputro. 1998. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Elvina. 2005. 6 July 2005. *Ubi Jalar ka 46 t Gizi dan Serat*. Available from : <http://www.republika.co.id>
- Fardiaz, Srikandi. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hadiwiyoto. 1982. *Teknik Uji Mutu Susu dan Olahannya*. Liberty. Yogyakarta.
- Hasyim, Ashol dan M. Yusuf. 2008. *Diversifikasi Produk Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Substitusi Beras*. Badan Litbang Pertanian, Malang. Tabloid Sinar Tani, 30 Juli 2008.
- Indratiningsih, Widodo, Siti Isrima, dan Endang Wahyuni. 2004. *Produksi Yoghurt Shiitake (Yoshitake) Sebagai Pangan Kesehatan Berbasis Susu*. Jurnal.Teknologi dan Industri Pangan 25 (1):54-60.
- Jay, J. M. 1978. *Modern Food Microbiology*. Van Nostran Company. New York.
- Judoamidjojo, M., Abdul, A. D, dan Endang G. S., 1992. *Teknologi Fermentasi*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Jumrianti, Ririn. 2008. *Ubi Jalar, Saatnya Menjadi Pilihan*. <http://www.beritaiptek.com>. (diakses 24 Juli 2009).

Kata kunci : kinetika fermentasi, Bakteri Asam Laktat, Yoghurt, Ubi Jalar

Karyadi, Elvina. 2006. *Antioksidan, Resep Sehat & Umur Panjang*. <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews?>(diakses 3 Desember 2008).

Kumalaningsih, Sri. 2006. *Antioksidan Alami*. Trubus Agrisarana. Surabaya.

Lampert, L. M., 1970. *Modern Dairy Product*. Chemical Publishing Company. Inc. New York.

Legowo, Anang M. 2006. *Mengawetkan Susu Segar dengan LP-System*. <http://www.bkpjatim.or.id/pages/posts/php>. (diakses 3 Desember 2008).

Leviton, A. dan Mart, E. A., 1965. *Fermentation*. Dalam Webb, B. H., dan Johnson, A.H., 1965. *Fundamental Of Dairy Chemistry*. Westport. Conecticut. The AVI Publishing Company. Inc.

**Muchtadi, Deddy. 2005. *Oligosakarida Yang Menyehatkan*. Department of Food Science and Technology. IPB. Bogor**

Nur Satria, Hasrul. 2005. *Pembentukan Asam Organik Oleh Isolat Bakteri Asam Laktat Pada Media Ekstrak Daging Buah Durian (Durio Zibethinus Murr.)* Jurnal Bioscientiae 2 (1):15-24.

O'leary, V. S. dan Woychick, J. H.. 1976. *A Comparison of Some Chemical Properties of Yoghurt Made from Control and Lactose Treated Milk*. Journal Food Sci (41):791-796.

Odilia, W. 2007. *Sariumbi, Tepung Ubi Jalar Berkhasiat*. Available from : <http://redaksi@detikfood.com>. Accesed July 27, 2007.

Raa, J., 1978. *Lactic Acid Bacteria and The Preservation*. Paper Presented at the Asean Worksop On Solid Substrate Fermentation. Bandung.

Rahman, Anshori. 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi PAU Pangan Dan Gizi IPB.

Rohman, Abdul dan Sugeng Riyanto. 2005. *Daya antioksidan ekstrak etanol Daun Kemuning (Murraya paniculata (L) Jack) secara in vitro*. Majalah Farmasi Indonesia 16 (3):136-140.

Rose, A.H. 1983. *Food Microbiology*. Academic Press, Inc. London.

Russel (1992),

Salji, J. P. Dan Ismail, A. A., 1983. *Effect of Initial Acidity of Plan Yoghurt on Acidity Changes During Refrigerated Storage*. Journal Food Sci. 48 : 258-259.

Saripah, S. 1983. *Dasar-dasar Pengawetan II*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

**Sarwono, B. 2005. *Ubi Jalar. Penebar Swadaya*. Jakarta.**

Sediaoetomo, Achmad Djoeni, Poerwo Soedarmo. 1977. *Ilmu Gizi*. Dian Rakyat. Jakarta.

SNI 01-4493-1998. *Ubi Jalar*. Badan Standarisasi Nasional Indonesi.

Soedarmo, Poerwo dan Achmad D. Sediaoetomo. 1977. *Ilmu Gizi*. Penerbit Dian

Kata kunci : kinetika fermentasi, Bakteri Asam Laktat, Yoghurt, Ubi Jalar

Rakyat. Jakarta.

- Suismono, 1995.** *Artikel Iptek Ubi Jalar, Saatnya Menjadi Pilihan.* Available from : <http://www.beritaipstekonline.ubijalarsaatnyamenjadipilihan.htm>. Accessed July 27, 2007.
- Sutomo, Budi. 2006. *Kandungan Gizi Ubi Jalar Merah, Vitamin A-Nya Mencapai 2310 Mcg.* <http://budiboga.blogspot.com/html>. (diakses 3 Desember 2008).
- Suwedo. 1994. *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya.* PAU Pangan dan Gizi. Yogyakarta.
- Widowati, Sri dan Misgiyarta. 2002. *Efektifitas Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Pembuatan Produk Fermentasi Berbasis Protein/Susu Nabati.* Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
- Winarno, F.G., Srikandi Fardiaz, dan Dedi Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan.* Gramedia. Jakarta.
- Wittier, E.O. dan B.H. Webb. 1970. *By Product From Milk.* Westport. Connecticut. The AVI Publishing Company. Inc.
- Yen, D.E. 1982. *Sweet Potato in Historical perspective.* In Sweet Potato Proc. Of the first Int. Symp. R. L. Villareal and T.D. Griggs (eds) p 17-30. AVRDC. Shanhua, Taiwan.
- Zuraida, Nani dan Yati Supriyati. 2001. *Usaha tani Ubi Jalar sebagai bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat.* Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman pangan, Bogor. Bulletin Agro-Bio, 4(1):13-23.