

**PENGARUH KONSENTRASI FRUKTOSA DAN LAMA WAKTU  
FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA  
YOGHURT**

**SKRIPSI**

Oleh :

**RACHMAD PUTRA PRATAMA**

**NPM : 1404310020**

**PROGRAM STUDI : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

**PENGARUH KONSENTRASI FRUKTOSA DAN LAMA  
WAKTU FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK  
FISIK DAN KIMIA YOGHURT**

**SKRIPSI**

Oleh :

**RACHMAD PUTRA PRATAMA**  
1404310020

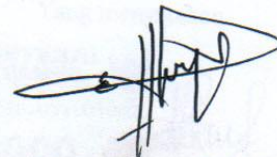
**TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada  
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Dr. M. Said Siregar, M.Si.  
Ketua



Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si.  
Anggota

Disahkan Oleh :  
Dekan



Ir. Kristian M.P.

Tanggal Lulus : 27 Agustus 2018

## PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Rachmad Putra Pratama

NPM : 1404310020

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Pengaruh Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Yoghurt adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun

Medan, 22 November 2018  
Yang menyatakan



Rachmad Putra Pratama

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH KONSENTRASI FRUKTOSA DAN LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA YOGHURT**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi terhadap karakteristik fisik dan kimia yoghurt. penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan dua faktor, yaitu konsentrasi Fruktosa (F) : (0%, 2.5%, 5 % dan 7.5%) dengan lama waktu fermentasi (L) : (12, 24, 36, dan 48 jam). Parameter yang dianalisa adalah protein, lemak total, TSS, viskositas, organoleptik rasa, serta aroma. Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata terhadap protein, lemak total, viskositas, organoleptik rasa, serta aroma. Berpengaruh nyata terhadap TSS. lama waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap TSS, viskositas, organoleptik rasa, serta aroma. Berpengaruh tidak nyata terhadap protein dan lemak total. Interaksi kedua faktor berpengaruh berbeda tidak nyata terhadap semua parameter. Konsentrasi fruktosa 5% dan lama waktu fermentasi 24 jam menghasilkan yoghurt dengan mutu yang paling baik.

**Kata Kunci : Yoghurt, Fruktosa, Fermentasi, Protein dan Lemak Total**

## RINGKASAN

Rachmad Putra Pratama “PENGARUH KONSENTRASI FRUKTOSA DAN LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA YOGHURT” Dibimbing oleh bapak Dr. M. Said Siregar, M.Si selaku ketua komisi pembimbing dan ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku anggota komisi pembimbing.

Penelitian ini berujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh fruktosa dan lama waktu fermentasi dalam karakteristik kimia dan fisik pembuatan yoghurt.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan (2) dua ulangan. Faktor I adalah Konsentrasi fruktosa dengan sandi (F) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :  $F_1 = 0\%$ ,  $F_2 = 2.5\%$ ,  $F_3 = 5\%$ ,  $F_4 = 7,5\%$ . Faktor II adalah lama waktu fermentasi dengan sandi (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :  $L_1 = 12$  Jam,  $L_2 = 24$  jam,  $L_3 = 36$  Jam,  $L_4 = 48$  Jam. Parameter yang diamati meliputi Protein, Lemak Total, Viskositas, TSS, Organoleptik Aroma dan Organoleptik Rasa.

Hasil analisis secara statistic pada masing-masing parameter memberikan kesimpulan sebagai berikut :

### **Protein**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap protein. Protein tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar 5.344%. protein terendah terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar 4.516%. Lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap protein. Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap protein.

### **Lemak Total**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap lemak total. Lemak total tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar 4.506%. Lemak total terendah terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar 2.881%. Lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap lemak total. Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap lemak total.

### **Viskositas**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap viskositas. Viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar 4.875%. Viskositas terendah terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar 3.250%. Lama waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap viskositas. Viskositas tertinggi terdapat pada perlakuan  $L_4$  yaitu sebesar 5.500%. Viskositas terendah terdapat pada perlakuan  $L_1$  yaitu sebesar 3.000%. Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap viskositas.

## **TSS**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap TSS. TSS tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar  $17.250^\circ\text{Brix}$ . TSS terendah terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar  $15.125^\circ\text{Brix}$ . Lama waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap TSS. TSS tertinggi terdapat pada perlakuan  $L_4$  yaitu sebesar  $19.375^\circ\text{Brix}$ . TSS terendah terdapat pada perlakuan  $L_1$  yaitu sebesar  $13.375^\circ\text{Brix}$ . Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap TSS.

## **Organoleptik Aroma**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Organoleptik Aroma. Aroma tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar  $3.250\%$ . Aroma terendah terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar  $2.406\%$ . Lama waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Aroma. Aroma tertinggi terdapat pada perlakuan  $L_4$  yaitu sebesar  $2.994\%$ . Aroma terendah terdapat pada perlakuan  $L_1$  yaitu sebesar  $2.688\%$ . Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap Organoleptik Aroma.

## **Organoleptik Rasa**

Konsentrasi fruktosa berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Organoleptik Rasa. Rasa tertinggi terdapat pada perlakuan  $F_4$  yaitu sebesar  $3.675\%$ . Rasa terendah terdapat pada perlakuan  $F_1$  yaitu sebesar  $3.300\%$ . Lama waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Rasa. Rasa tertinggi terdapat pada perlakuan  $L_4$  yaitu sebesar  $3.650\%$ . Rasa terendah terdapat pada perlakuan  $L_1$  yaitu sebesar  $3.263\%$ . Pengaruh interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi berpengaruh tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap Organoleptik Rasa.

## **RIWAYAT HIDUP**

Rachmad Putra Pratama, dilahirkan di Medan, Kecamatan Medan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada tanggal 28 Januari 1996, anak pertama dari tiga bersaudara dari Ayahanda Abu Yakub dan Ibunda Rismawati.

Adapun pendidikan yang pernah ditempuh Penulis adalah :

1. Sekolah Dasar Swasta (SDS) Handayani Medan, Kecamatan Medan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara (Tahun 2002-2008).
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 42 Medan, Kecamatan Medan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara (Tahun 2008-2011).
3. Sekolah Menengah Atas (SMA) Laksamana Martadinata (Tahun 2011-2014).
4. Diterima sebagai Mahasiswa Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2014.

Adapun kegiatan dan pengalaman Penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa antara lain :

1. Mengikuti Masa Pengenalan dan Penyambutan Mahasiswa Baru (MPMB).
2. Mengikuti Musyawarah Nasional (Munas) Ikatan Mahasiswa Teknologi Pertanian Indonesia (IMTPI) di Universitas Bengkulu.
3. Melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di PT. Perkebunan Nusantara IV Kebun Adolina, Kabupaten Serdang Bedagai , Sumatera Utara pada tanggal 12 Januari-11 Februari 2017.

Penulis

**Rachmad Putra Pratama**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan hidayah-Nya serta kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Yoghurt"

Penulis menyadari bahwa materi yang terkandung dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan, hal ini disebabkan karena terbatasnya kemampuan dan masih banyaknya kekurangan penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi SI di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Allah Subhanallahu wa Ta'ala yang telah memberikan Ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

1. Kepada Ayahanda dan Ibunda yang mengasuh, membesarkan, mendidik, memberi semangat, memberikan kasih sayang dan cinta yang tiada ternilai serta memberikan doa dan dukungan yang tiada henti baik moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



3. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian dan selaku anggota pembimbing yang telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan proposal ini.
5. Bapak Dr. M. Said Siregar, M.Si. selaku ketua pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
6. Dosen-dosen THP yang senantiasa memberikan ilmu dan nasehatnya selama didalam maupun diluar perkuliahan.
7. Seluruh staff biro dan pegawai Laboratoium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kakanda dan adinda stambuk 2013, 2014, 2015 dan 2016 Jurusan THP yang telah banyak membantu serta memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.

Besar harapan penulis agar proposal ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta masukkan berupa kritik dan saran untuk kesempurnaan skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, Oktober 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
RINGKASAN .....	ii
RIWAYAT HIDUP .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	3
Kegunaan Penelitian .....	3
Hipotesa Penelitian .....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Susu Kambing .....	4
Fermentasi Susu .....	6
Faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi .....	7
Bakteri Asam Laktat .....	8
Yoghurt .....	9
Nutrisi Yoghurt .....	11
Fruktosa .....	11
Susu Bubuk Skim .....	12
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	14
BAHAN DAN METODE	
Bahan Penelitian .....	16
Tempat Penelitian .....	16
Alat Penelitian .....	16
Metode Penelitian .....	16
Model Rancangan .....	17

Pelaksanaan penelitian .....	18
Parameter pengamatan .....	20
a. Kadar Protein .....	20
b. Lemak Total.....	21
c. TSS .....	21
d. Uji Viskositas .....	22
e. Uji Organoleptik .....	22

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Protein .....	24
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	24
Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	25
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	26
Lemak Total .....	26
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	26
Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	28
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	28
Viskositas .....	28
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	28
Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	30
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	32
TSS .....	32
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	32
Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	34
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	36
Organoleptik Aroma .....	36
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	36

Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	38
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	40
Organoleptik Rasa .....	40
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa .....	40
Pengaruh Lama Waktu Fermentasi .....	42
Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa Dengan Lama Waktu Fermentasi .....	43
PENUTUP .....	45
Kesimpulan .....	45
Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
LAMPIRAN .....	48

## DAFTAR TABEL

No Tabel	Halaman
1. Komposisi Susu Kambing .....	5
2. Syarat Mutu Yoghurt .....	10
3. Kandungan Gizi Yoghurt .....	11
4. Komposisi Susu Bubuk Skim .....	13
5. Skala Uji Terhadap Aroma .....	22
6. Skala Uji Terhadap Rasa .....	22
7. Pengaruh Konsentrasi Fruktosa terhadap parameter yang diamati .....	23
8. Pengaruh Lama Waktu Fermentasi terhadap parameter yang diamati ..	23
9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Protein .....	24
10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Lemak Total .....	26
11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Viskositas .....	29
12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap Viskositas .....	30
13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap TSS .....	32
14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap TSS .....	34
15. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Organoleptik Aroma .....	37
16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap	

Organoleptik Aroma .....	38
17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap	
Organoleptik Rasa .....	41
18. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap	
Organoleptik Rasa .....	42

## DAFTAR GAMBAR

No Gambar	Halaman
1. Diagram Prosedur Penelitian Pengaruh Konsentrasi Fruktosa dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisik Kimia Yoghurt .....	19
2. Konsentrasi Fruktosa terhadap Protein .....	25
3. Konsentrasi Fruktosa terhadap Lemak Total .....	27
4. Konsentrasi Fruktosa terhadap Viskositas .....	29
5. Lama Waktu Fermentasi terhadap Viskositas .....	31
6. Konsentrasi Fruktosa terhadap TSS .....	33
7. Lama Waktu Fermentasi terhadap TSS .....	35
8. Konsentrasi Fruktosa terhadap Organoleptik Aroma .....	37
9. Lama Waktu Fermentasi terhadap Organoleptik Aroma .....	39
10. Konsentrasi Fruktosa terhadap Organoleptik Rasa .....	41
11. Lama Waktu Fermentasi terhadap Organoleptik Rasa .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

No Lampiran	Halaman
1. Tabel Data Rataan Protein (%) .....	48
2. Tabel Data Rataan Lemak Total (%) .....	49
3. Tabel Data Rataan Viskositas (eP).....	50
4. Tabel Data Rataan TSS (°Brix).....	51
5. Tabel Data Rataan Organoleptik Aroma .....	52
6. Tabel Data Rataan Organoleptik Rasa .....	53



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Upaya diversifikasi produk olahan susu kini semakin berkembang, hal ini dikarenakan susu merupakan produk yang mudah mengalami kerusakan. Salah satu usaha untuk mengurangi kerusakan pada produk susu yaitu dengan melakukan fermentasi susu. Yoghurt merupakan salah satu minuman fermentasi yang sudah tidak asing lagi masyarakat, rasa asam, manis serta menyegarkan adalah ciri khasnya. Pada proses fermentasi ini, produk yoghurt menggunakan bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium*. Terdapat faktor-faktor penting yang mempengaruhi perkembangbiakan bakteri asam laktat pada proses pembuatan yoghurt. Salah satunya lama fermentasi, inkubasi perlu diperhatikan agar dapat mencegah terjadinya dominasi salah satu galur biakan atau spesies lain.

Kebutuhan dasar manusia salah satunya adalah pangan di samping papan, sandang, pendidikan, dan kesehatan. Susu merupakan bahan pangan yang mempunyai nilai gizi tinggi karena hampir semua zat yang dibutuhkan oleh tubuh kita terdapat dalam susu seperti laktosa, lemak, protein, vitamin dan mineral. Susunan yang sempurna ini merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan organisme, sehingga susu sangat peka terhadap kontaminasi mikroorganisme serta sangat mudah menjadi busuk.

Hal ini terjadi karena terbatasnya enzim laktase pada saluran pencernaan yang berfungsi memecah laktosa. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan fermentasi susu menjadi yoghurt. Fermentasi merupakan cara tertua disamping pengeringan yang dipraktekkan manusia untuk tujuan

pengawetan dan pengolahan. Penelitian dibidang fermentasi makanan telah menunjukkan bahwa melalui proses fermentasi, bahan makanan akan mengalami perubahan-perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti flavor, aroma, tekstur, daya cerna dan daya simpan.

Yoghurt merupakan hasil pemeraman susu yang mempunyai cita-rasa yang dihasilkan melalui fermentasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri asam laktat ini mengubah gula susu (laktosa) menjadi asam laktat sehingga keasaman susu naik disertai dengan penurunan pH yang mengakibatkan terkoagulasinya protein susu dan membentuk “curd” yang kompak (Hariyanti dkk, 2013).

Mengonsumsi yoghurt dapat mengatasi intoleransi laktosa. Bakteri asam laktat dalam yoghurt dapat menguraikan laktosa susu menjadi monosakarida yaitu glukosa dan galaktosa dan dapat mensintesis enzim laktase sehingga mampu memperbaiki kerja saluran pencernaan (Surajudin, 2005).

Fruktosa merupakan gula yang umumnya terdapat dalam sayuran dan buah-buahan, oleh sebab itu, masyarakat menganggap bahwa fruktosa sepenuhnya aman untuk dikonsumsi. Fruktosa sendiri merupakan monosakarida (simple sugar), yang dapat digunakan tubuh sebagai sumber energi, tanpa memberi peningkatan yang bermakna terhadap kadar gula darah, dengan memiliki indeks glikemik yang rendah. Penambahan fruktosa pada yoghurt merupakan salah satu alternatif pengolahan susu fermentasi, yoghurt yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan susu sapi dengan level fruktosa yang berbeda, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap karakteristik yoghurt yaitu organoleptik dan kualitas yoghurt yang dihasilkan (Dolson, 2007).

### **Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh fruktosa dan lama waktu fermentasi dalam karakteristik fisik dan kimia yoghurt.

### **Kegunaan Penelitian**

1. Sebagai sumber data dalam penyusunan proposal pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi tentang pengaruh fruktosa dan lama waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt.

### **Hipotesa Penelitian**

1. Ada pengaruh konsentrasi fruktosa dalam pembuatan yoghurt.
2. Ada pengaruh lama waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt.
3. Ada pengaruh interaksi antara konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi dalam karakteristik fisik dan kimia yoghurt.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Susu Kambing**

Susu kambing banyak dikonsumsi di Timur Tengah sejak 7000 SM bahkan lebih terkenal dibandingkan susu sapi. Susu kambing juga merupakan salah satu bahan baku beberapa jenis makanan dan minuman, seperti pudding, milkshake dan yoghurt (Budiana dan Susanto, 2005). Susu kambing memiliki beberapa perbedaan karakteristik dari susu sapi, yaitu warnanya lebih putih. Hal ini dikarenakan kandungan vitamin A pada susu kambing tidak tersusun sebagai pigmen karotenoid seperti susu sapi. Selain itu, globula lemak susunya lebih kecil sehingga lemak susu kambing lebih mudah dicerna (Purbayanto, 2009).

Susu kambing mengandung kadar trigliserida rantai sedang atau medium chain triglyceride (MCT) (6-12 karbon) lebih tinggi dibandingkan susu sapi. MCT telah lama digunakan sebagai komponen nutrisi pada pasien malabsorpsi. Penyerapan MCT dan konversinya menjadi energi memerlukan lebih sedikit enzim dibandingkan dengan trigliserida rantai panjang (Purbayanto, 2009).

Susu kambing layaknya susu yang berasal dari sumber hewan lainnya merupakan campuran yang kompleks, yaitu emulsi lemak dalam air. Empat komponen utama penyusun susu kambing yaitu laktosa, lemak, senyawa nitrogen dan mineral. Susu kambing memiliki ukuran rata-rata butiran lemak sebesar 2 mikrometer, lebih kecil dari ukuran butiran lemak susu sapi mencapai 2,5-3,5 mikrometer. Ukuran butiran lemak yang lebih kecil membuat lemak susu kambing lebih tersebar dan homogen sehingga lebih mudah dicerna oleh sistem pencernaan manusia (Purbayanto, 2009).

Bila ditinjau dari nilai gizinya, susu kambing mengandung protein dan lemak mendekati susu sapi dan ASI (Tabel 1). selain itu keluhan-keluhan kesehatan yang sering dijumpai akibat mengonsumsi susu sapi tidak ditemui pada orang yang mengonsumsi susu kambing. Oleh karenanya, susu kambing bisa menjadi alternatif bagi konsumen yang alergi terhadap susu sapi.

Tabel. 1 Komposisi Susu Kambing

Mineral	Susu Kambing	Susu Sapi	ASI
Air	83 - 87,5	87,2	88,3
Hidrat Arang	4,6	4,7	6,9
Energi KCL	67	66	69,1
Protein	3,3 - 4,9	3,3	1
Lemak	4,0 - 7,3	3,7	4,4
Ca (mg)	129	117	33
P (mg)	106	151	14
Vitamin A (IU)	185	138	240

Sumber : Purbayanto, (2009).

Banyak keistimewaan atau manfaat yang menjadikan susu kambing perlu diangkat dan disosialisasikan menjadi susu yang nantinya disukai masyarakat, antara lain:

1. Mengandung antiarthritis (inflamasi sendi)
2. Mempunyai khasiat untuk mengobati demam kuning, penyakit kulit, gastritis, asma dan insomnia.
3. Molekul lemaknya kecil sehingga mudah untuk dicerna.
4. Bisa disimpan ditempat yang dingin, misalnya lemari pendingin tanpa mengubah kualitas dan khasiatnya (Budiana dan Susanto, 2005).

### **Fermentasi Susu**

Fermentasi adalah proses baik secara aerob maupun anaerob yang menghasilkan berbagai produk yang melibatkan aktivitas mikroba atau ekstraknya dengan aktivitas mikroba terkontrol. Dijelaskan lebih lanjut proses

untuk mengubah suatu bahan menjadi produk yang bermanfaat bagi manusia, hingga saat ini proses fermentasi telah mengalami perbaikan-perbaikan dari segi proses sehingga dihasilkan produk fermentasi yang lebih baik. Fermentasi dari sudut pandang biokimia dapat diartikan sebagai suatu proses pemecahan bahan organik untuk menghasilkan energi yang berlangsung dalam kondisi tanpa oksigen. Dari sudut pandang industri, fermentasi diartikan sebagai perubahan bahan dasar menjadi produk yang diinginkan dengan menggunakan masa sel mikrobial (Farnworth, 2008).

Susu fermentasi adalah susu yang berbentuk semi padat dari hasil fermentasi oleh kultur *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* atau penggunaan salah satu kultur saja. Menurut Susilorini dan Sawitri (2007), tujuan utama fermentasi adalah untuk memperpanjang daya simpan susu karena mikroorganisme sulit tumbuh pada suasana asam dan kondisi kental. Usmiati (2007) menyatakan bahwa salah satu produk susu fermentasi adalah yoghurt. Berabad-abad yang lalu masyarakat di Eropa membiarkan susu tercemar secara alami oleh bakteri sehingga menjadi asam pada susu 40-50<sup>0</sup>C, cara tersebut telah berevolusi dengan menambahkan bakteri asam laktat secara sengaja pada susu sehingga susu mengalami fermentasi menjadi asam.

Keasaman yang tinggi atau pH yang rendah pada susu menunjukkan bahwa telah banyak laktosa yang diubah menjadi asam laktat (Haqiqi, 2008). Tinggi rendahnya kadar asam laktat dalam produk susu fermentasi dipengaruhi oleh kemampuan starter dalam membentuk asam laktat yang digunakan atau ditentukan oleh jumlah dan jenis starter yang digunakan.

## **Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fermentasi**

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan etanol adalah sumber karbon, gas karbondioksida, pH substrat, nutrien, temperature dan oksigen.

### **1. pH**

pH dari semua media sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismenya. Setiap mikroorganismenya mempunyai pH minimal, maksimal dan optimal untuk pertumbuhannya. Untuk yeast pH optimal untuk pertumbuhannya berkisar antara 4,0 – 4,5. Pada pH 3,0 atau lebih rendah lagi fermentasi alkohol akan berjalan dengan lambat (Kusuma, 2011).

### **2. Nutrien**

Dalam pertumbuhannya mikroba membutuhkan nutrien. Nutrien yang dibutuhkan digolongkan menjadi dua yaitu nutrien makro dan nutrien mikro. Nutrien makro meliputi unsure C, N, P dan K. Unsur C didapat dari substrat yang mengandung karbohidrat, unsure N didapat dari penambahan urea, sedangkan unsure P dan K dari Pupuk NPK. Unsur mikro meliputi vitamin dan mineral-mineral lain yang disebut trace element seperti Ca, Mg, Na, S, Cl, Fe, Mn, Cu, Co, Bo, Zn, Mo, dan Al (Kusuma, 2011).

### **3. Temperatur**

Mikroorganismenya mempunyai temperatur maksimal, optimal, dan minimal untuk pertumbuhannya. Temperatur optimal untuk yeast berkisar antara 25-30°C dan temperature maksimal antara 35-47°C. beberapa temperatur selama fermentasi perlu mendapat perhatian. Pada temperatur yang terlalu tinggi akan

menonaktifkan yeast. Sedangkan pada temperatur yang terlalu rendah yeast akan menjadi tidak aktif (Kusuma, 2011).

#### 4. Oksigen

Berdasarkan kemampuannya untuk mempergunakan oksigen bebas mikroorganisme dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu aerob adalah pertumbuhan mikroorganisme dengan memerlukan oksigen. Anaerob yaitu mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik pada keadaan tanpa oksigen. Dan fakultatif yaitu pertumbuhan mikroorganisme yang dapat tumbuh baik dalam keadaan ada oksigen maupun tidak ada oksigen (Kusuma, 2011).

#### **Bakteri Asam Laktat**

Bakteri asam laktat adalah istilah umum untuk menyebut bakteri yang memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam laktat sebagai produk utamanya. Peranan penting dari bakteri adalah kemampuannya memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa (mencegah intoleransi laktosa), memecah protein menjadi monopeptida dan asam amino tersedia bagi tubuh serta menghasilkan bakteriosin yang mampu menghambat bakteri patogen (Khairul, 2009).

Starter atau biang yoghurt terdiri atas dua kultur yaitu kultur *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Kedua bakteri tersebut termasuk thermophilus yaitu mampu tumbuh pada suhu yang tinggi (Khairul, 2009). Dalam hal simbiosis *Lactobacillus bulgaricus* dapat menghasilkan glisin dan histidin sebagai hasil dari pemecahan protein yang dapat menstimulasi pertumbuhan *Streptococcus thermophilus*. Umumnya mikroorganisme dapat tumbuh pada kisaran pH 6-8.



Saat dikombinasikan bersama dalam yoghurt, kedua bakteri tersebut saling menstimulasi satu sama lain, *Lactobacillus bulgaricus* yang bersifat proteolitik meningkatkan pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* dengan membentuk peptida dan asam amino (yang dimaksud adalah valine sebagai kandungan asam amino). *Streptococcus thermophilus* meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* dengan mengubah asam format menjadi asam piruvat pada suasana anaerob dan dengan produksi CO<sup>2</sup> dalam jumlah yang tinggi. Berdasarkan hasil kerja yang saling menstimulasi tersebut selama fermentasi, asam laktat diproduksi lebih cepat dibandingkan dengan asam laktat yang dihasilkan starter tunggal.

### **Yoghurt**

Yoghurt merupakan produk olahan yang diperoleh dari fermentasi susu atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain atau bahan pangan yang diizinkan. Hasil fermentasi oleh bakteri asam laktat tersebut menjadikan cita rasa susu menjadi asam (Hariyanti dkk, 2013).

Yoghurt mempunyai kandungan asam cukup tinggi, tidak mengandung alkohol, memiliki tekstur semi padat, halus, kompak dengan rasa asam yang menyegarkan. Menurut Wahyudi (2006), yoghurt mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yoghurt, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat. Selain itu yoghurt cocok untuk penderita Lactose Intolerance atau yang tidak toleran terhadap laktosa karena terjadi penurunan kadar laktosa sampai 30%. Laktosa dihidrolisis oleh bakteri starter penghasil asam laktat sebagai

hasil akhir. Bahan dasar untuk pembuatan yoghurt adalah susu, dapat berupa susu segar, susu full cream, susu bubuk skim, semi skim atau kombinasinya.

Kualitas yoghurt dapat ditentukan melalui 2 cara yaitu secara subyektif dan pengamatan secara obyektif, pengukuran kimia, fisik, dan mikroba. Pengukuran kualitas yoghurt dapat berlangsung kapan saja, tetapi biasanya berlangsung sekitar 24 jam setelah produksi dan jika memungkinkan terdiri dari pemeriksaan sensoris (rasa, aroma, penampakan luar, tekstur), mikroskopis, titrasi keasaman, pH, komposisional, analisis (lemak, protein) dan ketahanan umur setelah 4 hari penyimpanan pada suhu 15°C.

Yoghurt yang baik mengandung kadar asam sekitar 0,5-2,0% dan mengandung BAL minimal sebanyak  $10^7$  CFU/ml (BSN, 2009). Syarat mutu yoghurt berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI) 2981-2009 dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Syarat mutu yoghurt (SNI 2981-2009)

No	Kriteria Uji	Persyaratan
1	Kadar Protein	Minimal 2,7 %
2	Kadar Lemak	Minimal 3.0 %
3	Total Padatan	Minimal 8,2%
4	Total Asam	0,5-2,0%
5	Penampakan	Cairan kental-padat
6	Bau/aroma	Normal/khas
7	Rasa	Asam/khas
8	Konsistensi	Homogen

Sumber : Jurnal yoghurt (Standar nasional Indonesia, 2009).

## Nutrisi yoghurt

Menurut Deeth dan Tamime (1981) yoghurt mengandung beberapa kandungan antara lain energi, protein, lemak, karbohidrat, mineral (kalsium, fosfor, natrium, dan kalium), vitamin A, vitamin B1 (thiamin), vitamin B2 (riboflavin), Vitamin B6 (piridoksin), Vitamin B12 (sianokobalamin), Vitamin C, Vitamin D, E, Asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin dan kolin.

Tabel 3. Kandungan Gizi yoghurt.

Komponen	Kandungan (Per 100 Mg)
Energi (Kk)	42-46
Nilai pH	4.2-4.4
Protein (g)	4.5=5.0
Karbohidrat (g)	6-7
Lemak (g)	-
Kalsium (Mg)	130-176
Magnesium (Mg)	17
Potassium (Mg)	226

Sumber : Surajudin, (2006).

## Fruktosa

Fruktosa (bahasa Inggris: fructose, levulose), atau gula buah, adalah monosakarida yang ditemukan di banyak jenis tumbuhan dan merupakan salah satu dari tiga gula darah penting bersama dengan glukosa dan galaktosa, yang bisa langsung diserap ke aliran darah selama pencernaan. Fruktosa ditemukan oleh kimiawan Perancis Augustin-Pierre Dubrunfaut pada tahun 1847. Fruktosa murni rasanya sangat manis, warnanya putih, berbentuk Kristal padat, dan sangat mudah larut dalam air. Fruktosa ditemukan pada tanaman, terutama pada madu, pohon

buah, bunga, beri dan sayuran. Di tanaman, fruktosa dapat berbentuk monosakarida dan atau sebagai komponen dari sukrosa. Sukrosa merupakan molekul disakarida yang merupakan gabungan dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa.

Fruktosa adalah polihidroksiketon dengan 6 atom karbon. Fruktosa merupakan isomer dari glukosa; keduanya memiliki rumus molekul yang sama ( $C_6H_{12}O_6$ ) namun memiliki struktur yang berbeda. Fruktosa merupakan gula yang umumnya terdapat dalam sayuran dan buah-buahan, oleh sebab itu, masyarakat menganggap bahwa fruktosa sepenuhnya aman untuk dikonsumsi. Fruktosa sendiri merupakan monosakarida (simple sugar), yang dapat digunakan tubuh sebagai sumber energi, tanpa memberi peningkatan yang bermakna terhadap kadar gula darah, dengan memiliki indeks glikemik yang rendah. (Dolson, 2007) Tanpa kita sadari, fruktosa banyak terkandung dalam bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, seperti pada minuman berkarbonasi (softdrinks), juice, sport drinks, corn flakes, permen, selai, ice cream, crackers, produk susu, hingga pada obat batuk syrup.

### **Susu Bubuk Skim**

Salah satu contoh produk susu bubuk adalah susu bubuk skim. Susu bubuk skim adalah hasil separasi susu yang banyak mengandung padatan bukan lemak, terutama banyak mengandung protein dan dibuat dari susu skim yang dikeringkan dengan cara penyemprotan atau dengan pengeringan drum (Rajor, 2016).

Tabel 4. Komposisi Susu Bubuk Skim

Komposisi	Jumlah (%)
Protein	35,90 g
Lemak	0,80 g
Laktosa	52,30 %
Air	3,95 %
Abu	8,00 %

Sumber: Rajor (2016)

Susu skim adalah bagian susu yang banyak mengandung protein, sering disebut “serum susu”. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Krim dan susu skim dapat dipisahkan dengan alat yang disebut separator. Alat ini bekerja berdasarkan gaya sentrifuge. Pemisahan krim dan susu skim dapat terjadi karena kedua bahan tersebut mempunyai berat jenis yang berbeda. Krim mempunyai berat jenis yang rendah karena banyak mengandung lemak. Susu skim mempunyai berat jenis yang tinggi karena banyak mengandung protein, sehingga dalam sentrifugasi akan berada dibagian dalam (Saleh, 2011).

Rajor (2016), menyatakan bahwa penambahan susu skim sebesar 3-6% yang dilakukan sebelum susu diinokulasi dimaksudkan untuk meningkatkan nilai gizi produk fermentasi dan memberikan hasil dengan konsistensi serta kepadatan tekstur yang lebih baik. Penambahan susu bubuk skim juga bertujuan untuk memperbaiki tingkat penerimaan konsumen terhadap produk susu fermentasi. Bahan baku susu untuk yoghurt dapat digunakan susu penuh, susu skim, susu rendah lemak atau dengan penambahan lemak. Bahan baku harus memenuhi persyaratan berikut : jumlah bakteri harus rendah, tidak mengandung antibiotik,

tidak mengandung bahan-bahan sanitizer, bukan kolustrum, tidak terdapat penyimpangan bau dan tidak ada kontaminasi bakteri (Hidayat dkk., 2006). Nilai gizi susu fermentasi pada umumnya lebih tinggi dibandingkan susu segar. Peningkatan tersebut disebabkan oleh penambahan bahan tertentu (susu bubuk skim) (Wahyudi, 2008). Menurut Lucey (2006) bahwa penggunaan susu bubuk skim pada yoghurt nabati sebesar 15% (b/v).

### ***Lactobacillus bulgaricus***

*Lactobacillus bulgaricus* merupakan bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif dan memproduksi asam laktat dari glukosa. Bakteri ini berbentuk batang dan fakultatif anaerob. Bakteri ini termasuk bakteri gram positif. Sel berbentuk batang tunggal dan dalam rantai, bersifat nonmotil. Bakteri ini memerlukan kebutuhan gizi yang sangat kompleks untuk tumbuh termasuk karbohidrat, pepton, vitamin, dan lain-lain. Bakteri ini memproduksi asam laktat dan asetaldehid dimana sebelumnya bakteri ini mengubah protein menjadi asam-asam amino dan peptida dan menstimulasi pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* lalu memproduksi asam format dan menstimulasi pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* (Singleton & Sainsbury 2006). Kultur bakteri *Lactobacillus bulgaricus* sering dipakai dengan *Streptococcus thermophilus* dalam memproduksi produk yoghurt tradisional. Bakteri ini tidak dapat bertahan dibawah kondisi yang asam dan konsentrasi garam empedu pada saat memasuki saluran pencernaan (Fuquay et al.2011).

*Lactobacillus bulgaricus* adalah kultur yang dapat menghasilkan enzim yang menjadikan susu memiliki tingkat keasaman yang rendah. Kerja dari kultur tersebut saling melengkapi antara bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dengan

*Streptococcus thermophilus*, kultur ditambahkan setelah susu dipanaskan pada suhu 90 °C selama 15-30 menit dan kemudian didinginkan hingga suhu 43 °C fermentasi dimulai ketika aktivitas aktivitas dari bakteri *Streptococcus thermopiles* merubah laktosa (gula susu) menjadi asam laktat dan menurunkan keasaman suhu hingga 5-5,5 pada saat itu juga kecenderungan untuk terjadinya reaksi-reaksi kimia yang dapat merugikan pada produk akhir mulai dihambat. Bakteri *Lactobacillus bulgaricus* mulai beraktivitas mensekresikan enzimnya untuk menurunkan keasaman hingga 3,8-4,4 dan menciptakan cita rasa khas yoghurt setelah keasaman mencapai 5-5,5 ( Yulianti, 2012).

## **BAHAN DAN METODE**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **Bahan Penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan meliputi susu kambing yang diperoleh dari peternakan dan diambil pada pemerahan pagi hari. Starter, fruktosa dalam bentuk padat (kristal) dan susu skim 5%.

#### **Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### **Alat Penelitian**

Adapun alat penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut : beaker glass, batang pengaduk, hot plate, timbangan analitik, aluminium foil, cawan aluminium, thermometer, handrefraktometer.

#### **Metode Penelitian**

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor I : Pengaruh Fruktosa (F) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :

$$F_1 = 0 \%$$

$$F_2 = 2,5 \%$$

$$F_3 = 5 \%$$

$$F_4 = 7,5 \%$$

Faktor II : Lama Fermentasi (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :

$$L_1 = 12 \text{ jam}$$



$$L_2 = 24 \text{ jam}$$

$$L_3 = 36 \text{ jam}$$

$$L_4 = 48 \text{ jam}$$

Kombinasi perlakuan ( $T_C$ ) adalah  $4 \times 4 = 16$ , dengan jumlah ulangan ( $n$ ) adalah :

$$T_C (n - 1) \geq 15$$

$$16 (n - 1) \geq 15$$

$$16n - 16 \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n = 31/16$$

$$n = 1,94 \text{ dibulatkan menjadi } n = 2$$

Maka untuk ketelitian penelitian dilakukan ulangan sebanyak 2 (dua) kali.

### **Model Rancangan**

Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

$Y_{ijk}$  = Hasil pengamatan dari faktor F pada taraf ke- i dan faktor L pada taraf ke- j dengan ulangan ke- k pada unit percobaan

$\mu$  = Efek nilai tengah

$\alpha_i$  = Pengaruh dari faktor F pada taraf ke- i

$\beta_j$  = Pengaruh dari faktor F pada taraf ke- j

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Pengaruh interaksi dari faktor F pada taraf ke- i dan faktor L pada taraf ke- j

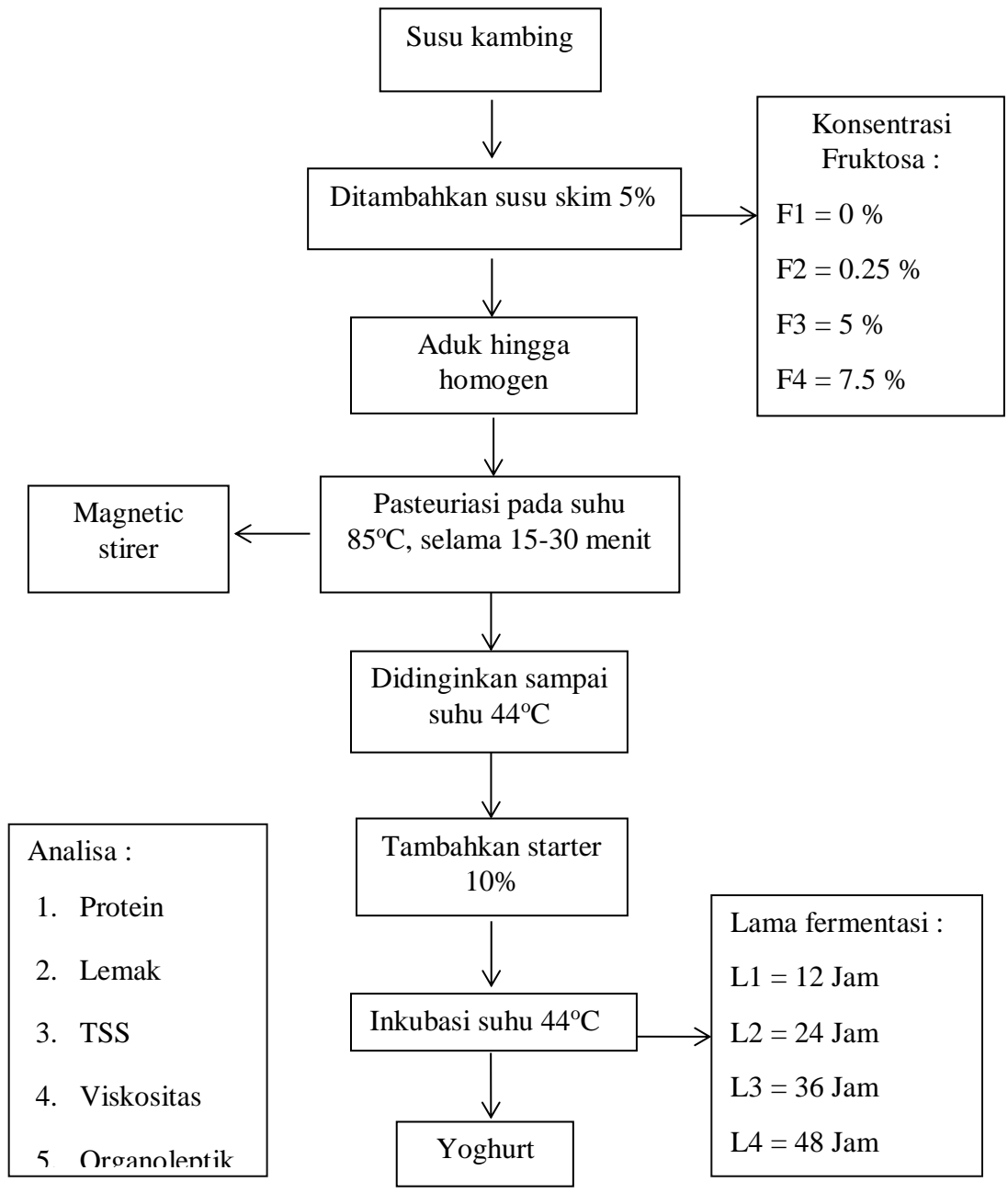
$\varepsilon_{ijk}$  = Pengaruh efek sisa dari faktor F pada taraf ke-i dan faktor L pada taraf ke- j dengan ulangan ke-K

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Cara Kerja Pembuatan yoghurt**

1. Sterilisasi alat dengan air yang sudah dididikan.
2. Siapkan beaker glass dengan ukuran 100 ml, masing-masing diisi dengan 100 ml susu segar.
3. Tambahkan 5 % susu skim pada masing-masing beaker glass.
4. Tambahkan fruktosa dengan konsentrasi 0%, 2.5 %, 5%, 7.5% pada masing-masing beaker glass kemudian aduk sampai homogen dengan menggunakan magnetic stirer.
5. Lakukan pasteurisasi pada suhu 85<sup>0</sup>C dengan waktu 15-30 menit, pasteurisasi ini bertujuan untuk membunuh bakteri patogen dan mempersiapkan media tumbuh yang sesuai bagi bakteri starter.
6. Lakukan pendinginan dengan suhu sampai 44<sup>0</sup>C yang merupakan suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri starter.

7. Inokulasikan starter 10 % kedalam beaker glass lalu aduk hingga tercampur merata.
8. Lalu tutup beaker glass menggunakan aluminium foil.
9. Lakukan inkubasi pada suhu 44<sup>0</sup>C Selama 12 jam, 24 jam, 36 jam,dan 48 jam.
10. Yoghurt



Gambar 1. Diagram Prosedur Penelitian Pengaruh Konsentrasi Fruktosa dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisik Kimia Yoghurt

## Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dilakukan berdasarkan analisa yang meliputi :

### Kadar Protein

Menimbang dengan teliti 10 ml masing-masing Yogurt sesuai perlakuan dan memasukkan ke dalam labu Khjedhal 100 ml. Menambahkan 1 gram campuran selenium dan 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Labu Khjedhal bersama isinya digoyangkan hingga semua contoh terbasahi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dalam lemari asam didekstruksi sampai jernih. Selanjutnya membiarkannya dingin kemudian menuangkannya kedalam labu ukur 100 ml sambil membilasnya dengan air suling. Membiarkannya dingin kemudian mengimpitkan pada tanda garis dengan air suling. Menyiapkan penampungan yang terdiri dari 20 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 2% + 4 tetes larutan indikator PP dalam erlenmeyer 100 ml. Selanjutnya menambahkan NaOH padat hingga berubah warna dan 100 ml air suling dan menyulingnya hingga volume penampungan 50 ml. Setelah itu membilas ujung penyulingan dengan air suling kemudian penampungan beserta isinya dititrasi dengan larutan hcl 0,1 N sebanyak 9,1 ml lalu menambahkan larutan indikator Kon way sebanyak 2 tetes. Kadar protein dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%N = \frac{(A-B)(N.HCl)(14,008)}{\text{ml contoh}} \times 100 \text{ ml}$$

Total Protein = % N x faktor konversi N Keterangan:

A = Titer sampel

B = Titer Blanko

N.HCl = Normalitas HCl

## **Kadar Lemak**

Penetapan kadar lemak dengan menggunakan soxhlet

Labu lemak disiapkan dan ditimbang terlebih dahulu sebelum digunakan. Labu lemak kemudian dikeringkan dalam oven selama 30 menit dalam suhu 105°C. sampel ditimbang tepat 3 gr didalam kertas saring yang sesuai ukurannya. Didinginkan dalam desikator selama 20 menit setelah itu ditimbang, pelarut lemak dimasukkan kedalam labu lemak secukupnya, kertas saring diikat kemudian dimasukkan kedalam alat ekstraksi sokxlet, dituang pelarut (n-heksane) secukupnya kedalam alat ekstraksi soxhlet, kemudian didinginkan kedalam desikator selama 20 menit dan ditimbang. Setelah selesai diekstraksi maka keluarkan contoh dan pelarutnya dihidupkan air pendingin dan pemanas kemudian dilakukan ekstraksi hingga semua lemak terpisah, labu dikeringkan sekitar 60 menit didalam oven, setelah selesai pelarut kemudian disuling kembali dan labu lemak diangkat dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C.

Rumus :

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{Bobot Lemak}}{\text{Bobot Sampel}} \times 100 \%$$

## **TSS**

Pengukuran TSS menggunakan refraktometer menurut SNI-02-3546-2004. TSS yoghurt dengan konsentrasi sukrosa ditentukan dengan menggunakan refraktometer genggam digital pada 25°C dan dilakukan kalibrasi menggunakan aquades, sebanyak 1-2 sampel dimasukkan pada prisma refraktometer dan jumlah kandungan padatan terlarut dinyatakan sebagai °Brix.

## Uji Viskositas

Penentuan kekentalan dengan viskometer VT04 adalah dengan cara :

- a. Alat viscometer dirangkai sesuai petunjuk.
- b. Rotor dan cap dipasang dan bahan yang digunakan dimasukkan didalamnya hingga seluruh permukaan rotor terendam.
- c. Alat (tombol) dihidupkan
- d. Dibaca skala yang ditunjukkan oleh jarum (dPas)

## Uji Organoleptik

### Uji Organoleptik Aroma

Total nilai kesukaan terhadap warna dari yoghurt ditentukan oleh 10 orang panelis dengan berdasarkan skala hedonik dan skala numerik yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Skala Uji Terhadap Aroma

Skala hedonik	Skala numerik
Sangat Harum	4
Harum	3
Agak Harum	2
Tidak Harum	1

### Uji Organoleptik Rasa

Total nilai kesukaan terhadap rasa dari yoghurt yang ditentukan oleh 10 orang panelis dengan berdasarkan skala hedonik dan skala numerik yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Skala Uji Terhadap Rasa

Skala hedonik	Skala numerik
Sangat Asam	4
Asam	3
Agak Asam	2
Tidak Asam	1



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa konsentrasi fruktosa berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Dari rata-rata hasil pengamatan pengaruh konsentrasi fruktosa terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi Fruktosa terhadap parameter yang diamati.

Konsentrasi Fruktosa (F) (%)	Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Viskositas (cP)	TSS (°Brix)	Organoleptik	
					Aroma	Rasa
F1 = 0	5.344	4.506	3.250	15.125	2.406	3.300
F2 = 2,5	5.276	3.738	4.000	15.750	2.744	3.425
F3 = 5	5.064	3.655	4.750	16.625	2.850	3.488
F4 = 7,5	4.516	2.881	4.875	17.250	3.250	3.675

Dari Tabel 7 Dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi fruktosa maka protein dan kadar lemak akan manurun, sedangkan viskositas, TSS, aroma dan rasa akan meningkat.

Tabel 8. Pengaruh Lama Waktu Fermentasi terhadap parameter yang diamati.

Lama Fermentasi (L) (Jam)	Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Viskositas (cP)	TSS (°Brix)	Organoleptik	
					Aroma	Rasa
L1 = 12	4.913	3.900	3.000	13.375	2.688	3.263
L2 = 24	5.038	3.729	3.875	15.125	2.788	3.400
L3 = 36	4.976	3.815	4.500	16.875	2.831	3.575
L4 = 48	5.274	3.336	5.500	19.375	2.944	3.650

Dari Tabel 8 Dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kadar lemak akan manurun, sedangkan protein, viskositas, TSS, aroma dan rasa semakin meningkat.

Pengujian dan pembahasan masing-masing parameter yang diamati selanjutnya dibahas satu persatu :

**Protein**  
**Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

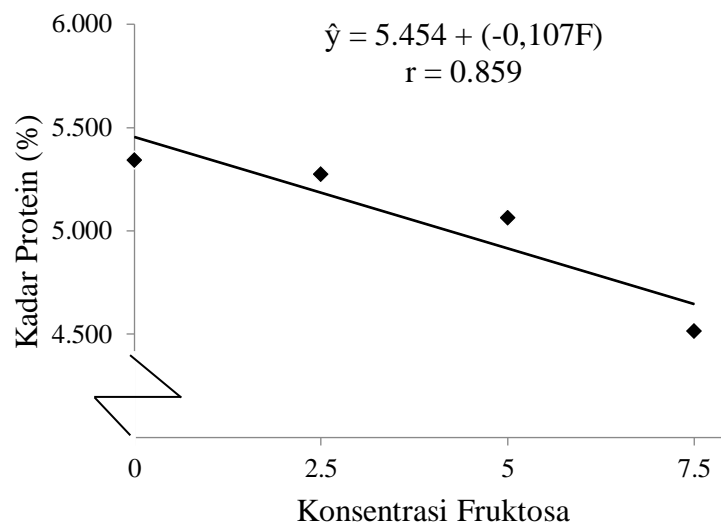
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Protein

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	5.344	a	A
F2 = 2.5 %	0.468	0.645	2	5.276	ab	AB
F3 = 5 %	0.492	0.678	3	5.064	ab	AB
F4 = 7.5 %	0.504	0.695	4	4.516	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa F<sub>1</sub> berbeda tidak nyata dengan F<sub>2</sub>, dan F<sub>3</sub> dan berbeda sangat nyata dengan F<sub>4</sub>. F<sub>2</sub> berbeda tidak nyata dengan F<sub>3</sub> dan berbeda sangat nyata dengan F<sub>4</sub>. F<sub>3</sub> berbeda sangat nyata dengan F<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan F<sub>1</sub> = 5.344% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan F<sub>4</sub> = 4.516%. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Fruktosa terhadap kadar protein

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan fruktosa maka kadar protein akan menurun. Hal ini disebabkan fruktosa tidak mengandung protein atau senyawa N, sehingga semakin banyak penggunaan fruktosa tidak menyebabkan peningkatan kadar protein pada yoghurt yang dihasilkan. Menurut Purwajantiningsih (2017), menyatakan bahwa penurunan kadar protein diakibatkan karena kurangnya asupan makanan untuk bakteri pembentuk yoghurt. Kandungan protein yang tinggi dan laju pertumbuhannya sangat cepat tidak diimbangi dengan asupan yang mencukupi.

### **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi**

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap protein sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi yang lama menyebabkan protein terdenaturasi. Akibatnya protein yang

terdapat didalam susu akan rusak dan menyebabkan terjadinya penurunan kadar protein (Sadli, 2014).

**Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap protein sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini disebabkan fruktosa tidak mengandung protein atau senyawa N, sehingga semakin banyak penggunaan fruktosa tidak menyebabkan peningkatan kadar protein pada yoghurt yang dihasilkan, dan juga di karena kan proses fermentasi yang lama menyebabkan protein terdenaturasi. Akibatnya protein yang terdapat didalam susu akan rusak dan menyebabkan terjadinya penurunan kadar protein (Sadli, 2014).

**Lemak Total  
Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

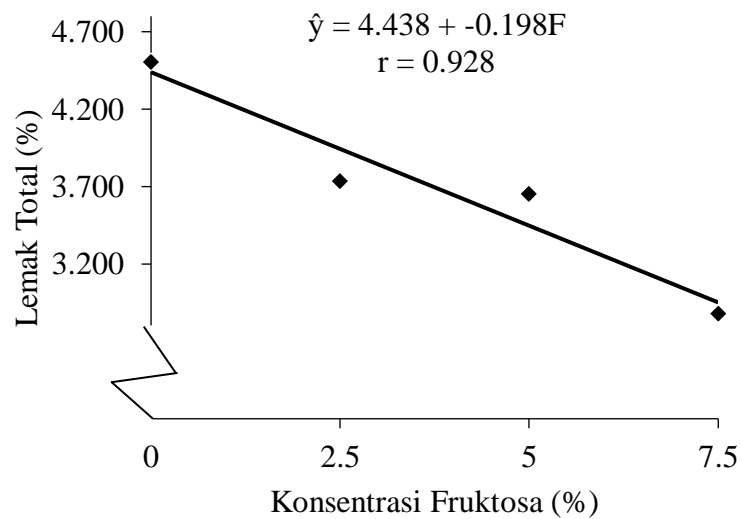
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Lemak Total. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Lemak Total

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	4.506	a	A
F2 = 2.5 %	0.547	0.753	2	3.738	b	AB
F3 = 5 %	0.574	0.791	3	3.655	b	BC
F4 = 7.5 %	0.589	0.811	4	2.881	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa  $F_1$  berbeda tidak nyata dengan  $F_2$ , dan berbeda sangat nyata dengan  $F_3$  dan  $F_4$ .  $F_2$  berbeda sangat nyata dengan  $F_3$  dan  $F_4$ .  $F_3$  berbeda tidak nyata dengan  $F_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $F_1 = 4.506\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $F_4 = 2.881\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Fruktosa terhadap Lemak Total

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan fruktosa maka lemak total akan menurun. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan mikroba yang begitu cepat dan tidak diimbangi dengan tersedianya nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan mikroba pembentuk yoghurt. Agustina (2015), menyatakan bahwa semakin banyak bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang ditambahkan maka semakin banyak pula nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangannya.

### **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi**

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang tidak nyata ( $p > 0.05$ ) terhadap Lemak Total sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi bakteri aktif melalui proses lepolitik menjadi substansi yang bisa dimanfaatkan oleh bakteri. Pada mekanisme perubahan tersebut biasanya akan menghasilkan air dan secara otomatis konsentrasi lemak dalam produk akan menurun.

### **Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Lemak Total**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap lemak total sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi bakteri aktif melalui proses lepolitik menjadi substansi yang bisa dimanfaatkan oleh bakteri. Pada mekanisme perubahan tersebut biasanya akan menghasilkan air dan secara otomatis konsentrasi lemak dalam produk akan menurun. Hal ini juga tidak diimbangi dengan tersedianya nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan mikroba pembentuk yoghurt (Agustina, 2015).

### **Viskositas**

#### **Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

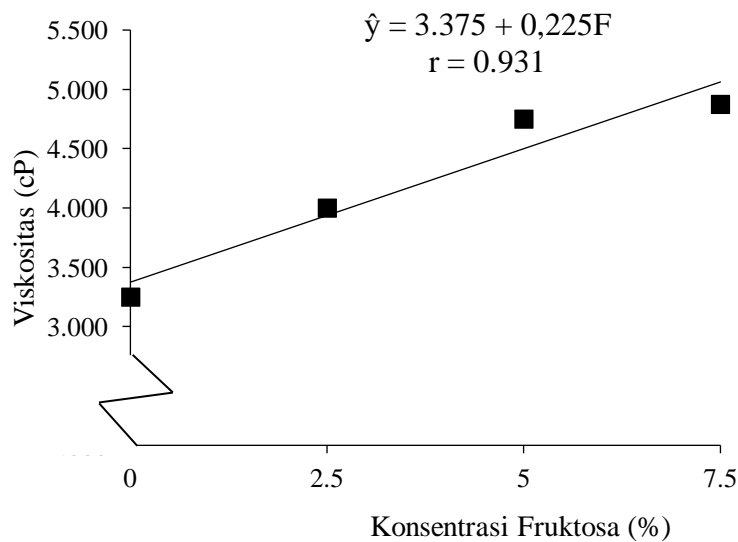
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Viskositas. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Viskositas

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	3.250	b	B
F2 = 2.5 %	0.899	1.238	2	4.000	ab	AB
F3 = 5 %	0.944	1.301	3	4.750	ab	AB
F4 = 7.5 %	0.968	1.334	4	4.875	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa  $F_1$  berbeda sangat nyata dengan  $F_2$ ,  $F_3$ , dan  $F_4$ .  $F_2$  berbeda tidak nyata dengan  $F_3$  dan  $F_4$ .  $F_3$  berbeda tidak nyata dengan  $F_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $F_4 = 4.875\%$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $F_1 = 3.250\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsentrasi Fruktosa terhadap Viskositas

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan fruktosa maka viskositas akan meningkat. Hal ini disebabkan semakin tinggi pemberian

gula maka aktifitas air dalam fermentasi akan berkurang sehingga akan meningkatkan viskositas. Hal ini diduga berhubungan dengan asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Suasana asam yang disebabkan oleh adanya asam laktat dapat mempengaruhi viskositas dari yoghurt, ketika tingkat keasaman yoghurt mencapai titik isoelektrik, protein dalam yoghurt akan mengumpal. Titik isoelektrik terjadi karena jumlah kation dan anion dalam yoghurt seimbang sehingga terjadi tarik-menarik antara ion-ion tersebut (Ramadzanti, 2006).

### **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi**

Dari daftar sidik ragam ( Lampiran 3) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Viskositas. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan Dapat Dilihat Pada Tabel 12.

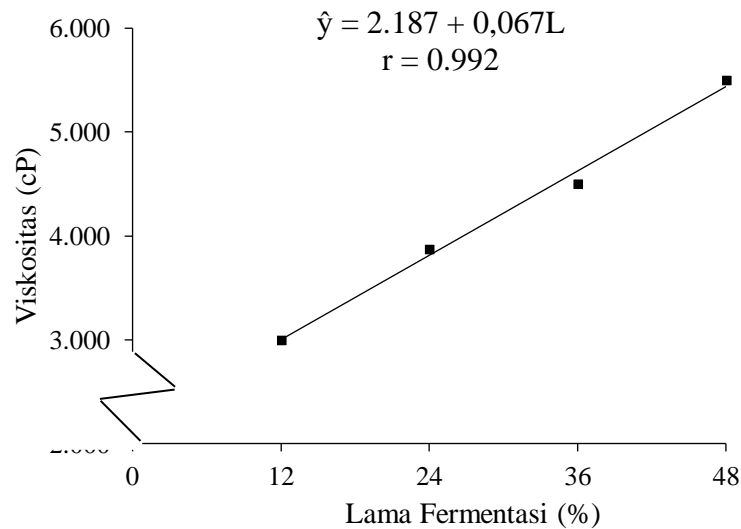
Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap Viskositas

Lama Fermentasi (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
L1 = 12 Jam	-	-	-	3.000	cd	B
L2 = 24 Jam	1.061	1.460	2	3.875	bc	B
L3 = 36 Jam	1.114	1.534	3	4.500	ab	AB
L4 = 48 Jam	1.142	1.573	4	5.500	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 12 dapat dilihat bahwa L<sub>1</sub> berbeda tidak nyata dengan L<sub>2</sub>, dan berbeda sangat nyata dengan L<sub>3</sub> dan L<sub>4</sub>. L<sub>2</sub> berbeda tidak nyata dengan L<sub>3</sub> dan berbeda sangat nyata dengan L<sub>4</sub>. L<sub>3</sub> berbeda tidak nyata dengan L<sub>4</sub>. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan L<sub>4</sub> = 5.500% dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan L<sub>1</sub> = 3.000%. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.





Gambar 5. Lama Waktu Fermentasi terhadap Viskositas

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka viskositas akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan viskositas yang dialami susu selama penyimpanan karena adanya perubahan protein susu terutama kasein yang bersifat hidrofilik. Mulyani (2008) menyatakan bahwa viskositas akan meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi fruktosa dan susu skim. Komponen terlarut yang semakin besar dalam suatu larutan akan meningkatkan viskositas. Komponen padatan terlarut yang dominan adalah fruktosa, asam-asam organik dan protein. Peningkatan kandungan susu skim dan fruktosa dalam produk akan meningkatkan viskositas pula, fermentasi fruktosa akan dirombak menjadi asam laktat yang bersifat asam, sehingga pH produk mengalami penurunan dan terjadi koagulasi protein susu (kasein). Kasein bersifat tidak stabil pada pH mendekati titik isoelektrik, sehingga semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak pula gumpalan yang terjadi sehingga meningkatkan viskositas.

### **Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Viskositas**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap viskositas sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini disebabkan karena protein dalam susu fermentasi terutama kasein tidak terlalu banyak didegradasi lebih lanjut oleh enzim-enzim proteinase yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Menurut Dianita (2005) enzim proteinase selain terdapat secara alami dalam susu juga dihasilkan oleh berbagai spesies bakteri, kapang dan khamir. Nilai viskositas susu fermentasi akan lebih baik apabila tidak terlalu kental atau terlalu encer sehingga kenampakan susu fermentasi lebih baik.

### **TSS**

#### **Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

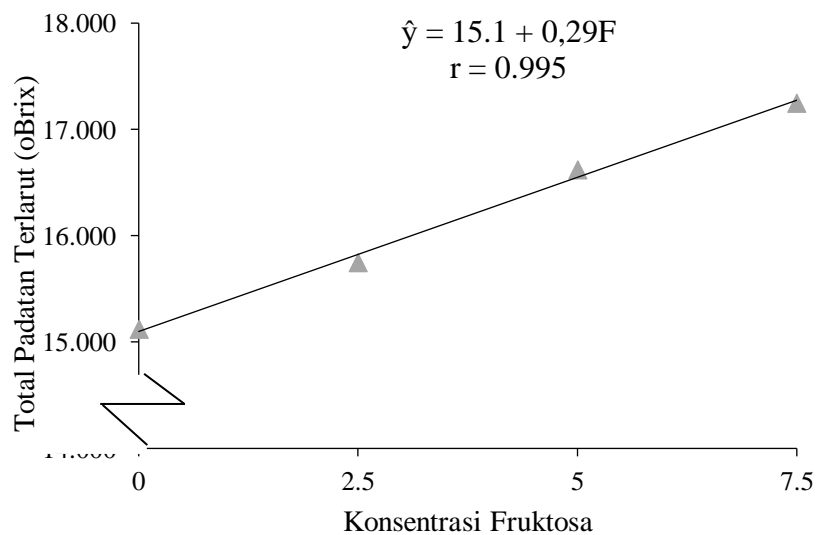
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap TSS. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap TSS**

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan ( $^{\circ}$ Brix)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	15.125	c	B
F2 = 2.5 %	1.326	1.825	2	15.750	bc	AB
F3 = 5 %	1.392	1.918	3	16.625	ab	AB
F4 = 7.5 %	1.427	1.967	4	17.250	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa  $F_1$  berbeda tidak nyata dengan  $F_2$ ,  $F_3$ , dan berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ .  $F_2$  berbeda tidak nyata dengan  $F_3$  dan berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ .  $F_3$  berbeda tidak nyata dengan  $F_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $F_4 = 17.250^\circ\text{Brix}$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $F_1 = 15.125^\circ\text{Brix}$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Konsentrasi Fruktosa terhadap TSS

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan fruktosa maka TSS akan meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi perlakuan penambahan fruktosa dan susu skim maka nilai total padatan terlarutnya juga semakin tinggi. Peningkatan fruktosa dan susu skim, menyebabkan jumlah total padatan terlarut (TPT) yang dihasilkan akan semakin banyak pula. Ramadayantie (2011), menyatakan bahwa total padatan terlarut juga berasal dari penguraian

protein menjadi molekul sederhana dan larut dalam air seperti asam amino dan pepton, pemecahan karbohidrat serta pemecahan lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol.

### **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi**

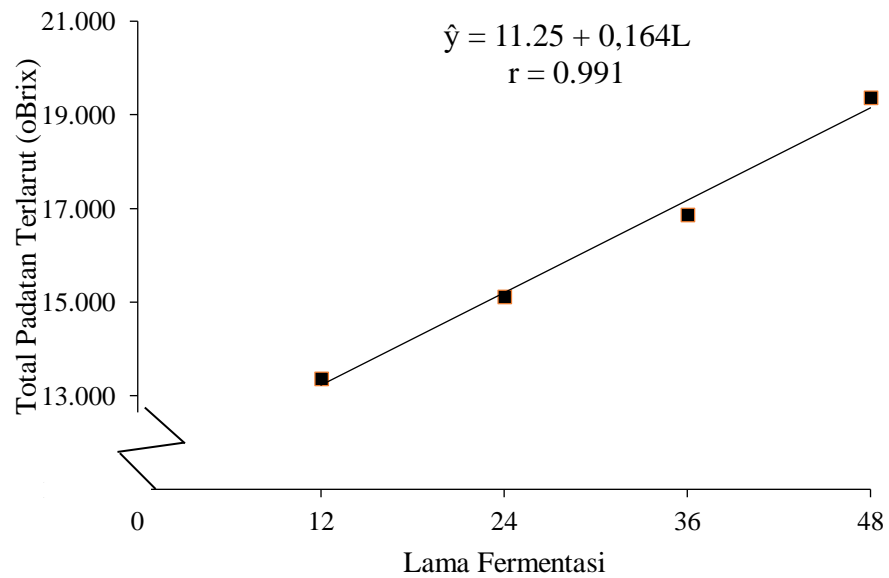
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap TSS. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap TSS

Lama Fermentasi (%)	LSR		Jarak	Rataan (°Brix)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
L1 = 12 Jam	-	-	-	13.375	d	C
L2 = 24 Jam	1.326	1.825	2	15.125	c	B
L3 = 36 Jam	1.392	1.918	3	16.875	b	B
L4 = 48 Jam	1.427	1.967	4	19.375	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 14 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 19.375^\circ\text{Brix}$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 13.375^\circ\text{Brix}$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lama Waktu Fermentasi terhadap TSS

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka TSS akan meningkat. Ramadayantie (2011), menyatakan bahwa selama proses fermentasi fruktosa dan laktosa akan dirombak menjadi asam laktat oleh kultur starter dalam jumlah besar. Sisa fruktosa, laktosa dan asam-asam organik inilah yang akan dihitung sebagai total padatan terlarut. Asam organik (termasuk asam laktat) merupakan salah satu jenis total padatan terlarut (TPT) selain gula, pigmen, dan vitamin. Komponen padatan terlarut selain pigmen, asam-asam organik dan protein adalah fruktosa. Semakin lama fermentasi dan semakin lama pemasakan mengakibatkan semakin banyaknya komponen yang terlarut dan menyebabkan melunakkan jaringan dinding sel akibat penetrasi air ke dalam bahan sehingga semakin banyak molekul padatan yang terekstrak.

### **Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap TSS**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap TSS sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini disebabkan karena terlalu sedikitnya penambahan fruktosa dan susu skim sehingga menyebabkan jumlah total padatan terlarut (TPT) yang dihasilkan semakin sedikit. Penambahan konsentrasi fruktosa pada setiap perlakuan akan menyebabkan mikroba tidak mampu menghidrolisis fruktosa menjadi asam-asam organik, sehingga fruktosa yang ditambahkan tidak menyebabkan banyak fruktosa yang tersisa dan menjadi padatan terlarut yang akibatnya total padatan akan mengalami peningkatan. Menurut Lestari (2014), penambahan fruktosa dapat meningkatkan total padatan minuman yoghurt, sehingga penambahan fruktosa yang lebih tinggi tidak akan didegradasi sepenuhnya oleh BAL. Hal inilah yang menyebabkan total padatan pada setiap perlakuan mengalami peningkatan.

### **Organoleptik Aroma Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

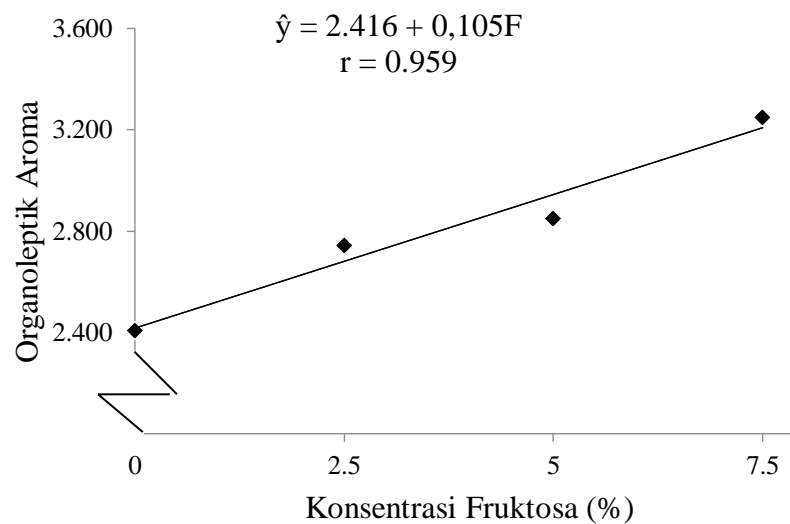
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Organoleptik Aroma. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Organoleptik Aroma

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	2.406	d	D
F2 = 2.5 %	0.059	0.082	2	2.744	c	C
F3 = 5 %	0.062	0.086	3	2.850	b	B
F4 = 7.5 %	0.064	0.088	4	3.250	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa  $F_1$  berbeda sangat nyata dengan  $F_2$ ,  $F_3$ , dan  $F_4$ .  $F_2$  berbeda sangat nyata dengan  $F_3$  dan  $F_4$ .  $F_3$  berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $F_4 = 3.250$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $F_1 = 2.406$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Konsentrasi Fruktosa terhadap Organoleptik Aroma

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan fruktosa maka aroma akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh senyawa- senyawa volatil yang terbentuk sehingga menimbulkan aroma asam yang khas. Selain berperan dalam pembentukan gel, asam laktat juga memberikan ketajaman rasa dan menentukan aroma khas (Setyaningsih, 2009). *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Selanjutnya glukosa dikonversi ke asam piruvat, asam laktat dan sejumlah kecil asam asetat serta CO<sub>2</sub>. Beberapa strain memproduksi aroma, asetaldehid yang merupakan komponen flavor utama dalam yoghurt diproduksi dalam jumlah yang cukup oleh aktivitas simbiosis antara *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Wibowo, 2008).

### Pengaruh Lama Waktu Fermentasi

Dari daftar sidik ragam ( Lampiran 5) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Organoleptik Aroma. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan Dapat Dilihat Pada Tabel 16.

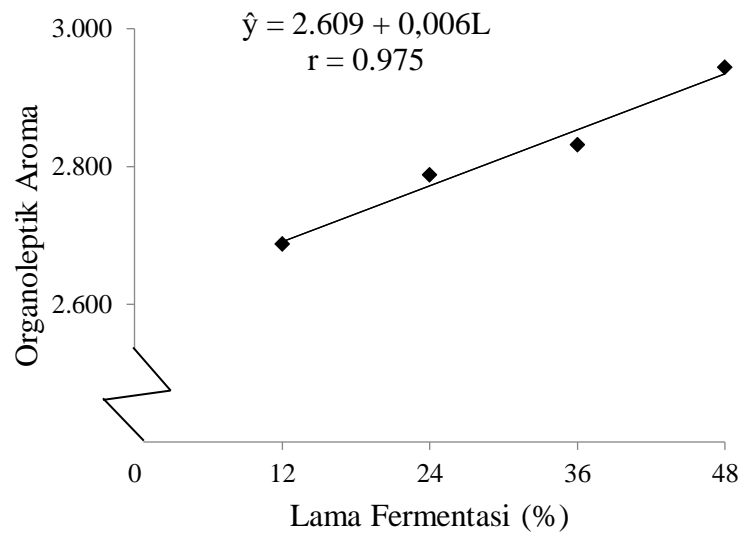
Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap Organoleptik Aroma

Lama Fermentasi (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
L1 = 12 Jam	-	-	-	2.688	c	C
L2 = 24 Jam	0.059	0.082	2	2.788	b	B
L3 = 36 Jam	0.062	0.086	3	2.831	b	B
L4 = 48 Jam	0.064	0.088	4	2.944	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .



Dari Tabel 16 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda sangat nyata dengan  $L_2$ ,  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ .  $L_3$  berbeda sangat nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 2.994$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 2.688$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lama Waktu Fermentasi terhadap Organoleptik Aroma

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka aroma akan meningkat. Hal ini disebabkan karena Pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  *Streptococcus thermophilus* tumbuh lebih cepat dan menghasilkan asam dan *Lactobacillus bulgaricus* menghasilkan glisin dan histidin yang merangsang *Streptococcus thermophilus* untuk memproduksi asam (Effendi, 2011). Sebaliknya *Streptococcus thermophilus* menghasilkan asam formiat yang merangsang pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* sehingga dihasilkan aroma yang khas. Semakin lama waktu fermentasi maka pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* yang optimal akan menghasilkan flavor khas produk fermentatif karena

mikroorganisme tersebut akan mampu menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk flavor seperti diasetil, asetaldehid, dan asam asetat lebih banyak yang kemudian akan menghasilkan asam format.

### **Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Aroma**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap aroma sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini menandakan bahwa adanya perbedaan perlakuan konsentrasi, perbandingan dan interaksi tidak mempengaruhi kesukaan panelis terhadap aroma yoghurt susu kambing. Berdasarkan hasil penelitian Dianita (2005) menyatakan, bahwa variasi jenis starter dan konsentrasi tidak mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap aroma. Jika berdasarkan SNI 01-2981-1992 menyatakan bahwa kriteria uji aroma yoghurt adalah normal atau khas. Wahyudi (2006) menyatakan bahwa aroma dari produk olahan susu dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein dari susu.

### **Organoleptik Rasa Pengaruh Konsentrasi Fruktosa**

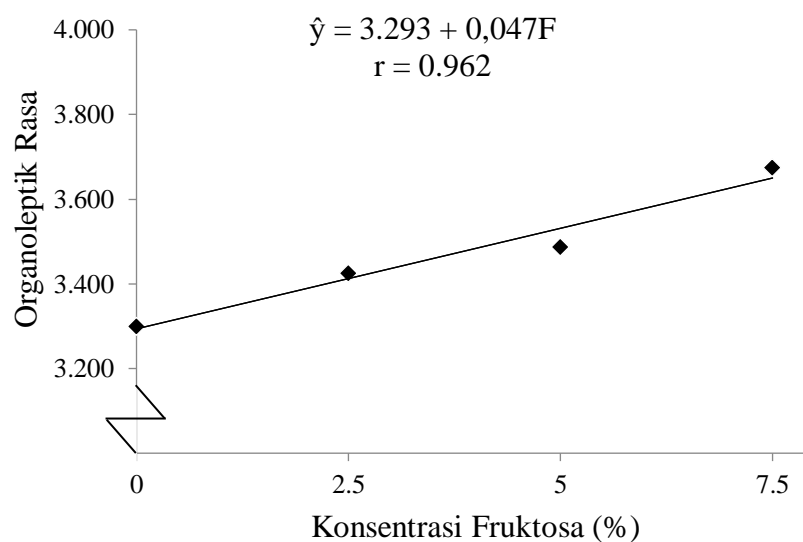
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap Organoleptik Rasa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Konsentrasi Fruktosa Terhadap Organoleptik Rasa

Konsentrasi Fruktosa (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
F1 = 0 %	-	-	-	3.300	c	B
F2 = 2.5 %	0.146	0.202	2	3.425	bc	B
F3 = 5 %	0.154	0.212	3	3.488	b	AB
F4 = 7.5 %	0.158	0.217	4	3.675	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 17 dapat dilihat bahwa  $F_1$  berbeda tidak nyata dengan  $F_2$ ,  $F_3$ , dan berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ .  $F_2$  berbeda tidak nyata dengan  $F_3$  dan berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ .  $F_3$  berbeda sangat nyata dengan  $F_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $F_4 = 3.675$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $F_1 = 3.300$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Konsentrasi Fruktosa terhadap Organoleptik Rasa

Dari gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi fruktosa maka rasa akan meningkat. Hal ini disebabkan karena penambahan fruktosa dan susu skim yang merupakan nutrisi bagi pertumbuhan *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Lusastuti (2010) menyatakan bahwa yoghurt dari susu kambing dapat menggunakan starter dari *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Dalam proses fermentasinya *Streptococcus thermophilus* akan membentuk asam laktat, senyawa diasetil dan aseton yang memberikan bau dan flavour yoghurt yang khas, sedangkan *Lactobacillus bulgaricus* hanya membentuk asam laktat saja, sehingga penggunaan starter ini mempengaruhi terhadap rasa asam dan flavour dari produk yoghurt yang dihasilkan.

### **Pengaruh Lama Waktu Fermentasi**

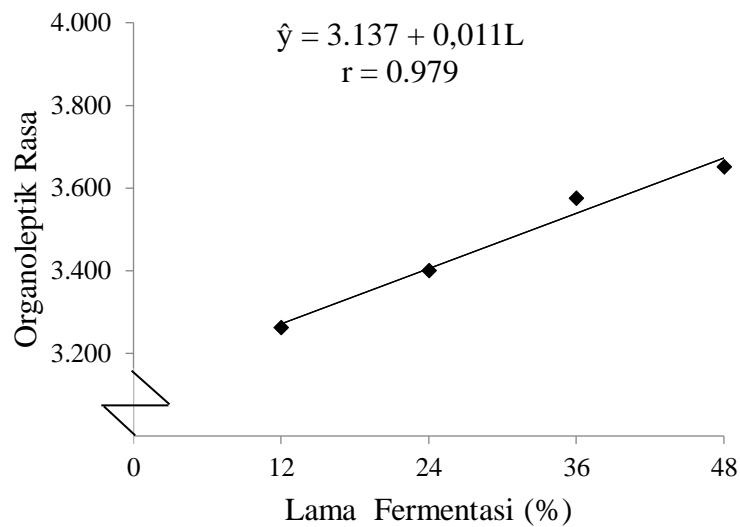
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap Organoleptik Rasa. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan Dapat Dilihat Pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Beda Rata-Rata Lama Waktu Fermentasi Terhadap Organoleptik Rasa

Lama Fermentasi (%)	LSR		Jarak	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
L1 = 12 Jam	-	-	-	3.263	c	C
L2 = 24 Jam	0.146	0.202	2	3.400	b	BC
L3 = 36 Jam	0.154	0.212	3	3.575	a	AB
L4 = 48 Jam	0.158	0.217	4	3.650	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  dan berbeda sangat nyata pada taraf  $p < 0,01$ .

Dari Tabel 18 dapat dilihat bahwa  $L_1$  berbeda tidak nyata dengan  $L_2$ , dan berbeda sangat nyata  $L_3$ , dan  $L_4$ .  $L_2$  berbeda tidak nyata dengan  $L_3$  dan berbeda sangat nyata  $L_4$ .  $L_3$  berbeda tidak nyata dengan  $L_4$ . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan  $L_4 = 3.650$  dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan  $L_1 = 3.263$ . untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Lama Waktu Fermentasi terhadap Organoleptik Rasa

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka rasa akan meningkat. Hal ini disebabkan karena bakteri pembentuk asam laktat yaitu *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* dapat tumbuh saling menstimulir dan menyebabkan terbentuknya asam lebih cepat (Gilliland, 2008).

### **Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Organoleptik Rasa**

Dari daftar analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi fruktosa dan lama waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap Organoleptik Rasa sehingga pengujian selanjutnya

tidak dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat perbedaan rasa yang menandakan bahwa adanya perbedaan perlakuan konsentrasi, perbandingan dan interaksi tidak mempengaruhi kesukaan panelis terhadap rasa yoghurt susu kambing. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Wulandari (2005), bahwa variasi perlakuan pada rasa tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kesukaan panelis, diduga karena rasa asam yang terlalu tajam sehingga dapat diketahui bahwa panelis lebih menyukai rasa yang tidak terlalu asam. Berdasarkan SNI 01-2981-1992 yang menyatakan bahwa kriteria uji rasa yoghurt adalah khas asam.

Wahyudi (2006) mengatakan bahwa rasa dari suatu bahan pangan dapat berasal dari bahan pangan itu sendiri, tetapi setelah mendapatkan perlakuan dan pengolahan, maka rasanya dapat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang ditambahkan sebelum proses pengolahan.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Konsentrasi Fruktosa dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Yoghurt dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Konsentrasi fruktosa memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap protein, lemak total, viskositas, total padatan terlarut, aroma dan rasa.
2. Lama waktu fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ( $p < 0.05$ ) terhadap protein dan lemak total, dan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ( $p < 0.01$ ) terhadap viskositas, total padatan terlarut, aroma dan rasa.
3. Semakin tinggi konsentrasi fruktosa maka viskositas, total padatan terlarut, aroma dan rasa akan meningkat sedangkan protein dan lemak total akan menurun.
4. Semakin lama waktu fermentasi maka lemak total akan menurun sedangkan protein, viskositas, total padatan terlarut, aroma dan rasa.
5. Pemberian susu skim 5% dapat mempengaruhi protein, lemak total, viskositas, total padatan terlarut, aroma dan rasa yoghurt.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut agar menambahkan beberapa varian yang menarik seperti vanilla dan buah-buahan untuk mendapatkan rasa yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiana, N.S dan Susanto, D. 2005, *Susu Kambing*. Penebar swadaya. Jakarta. Hal. 5.
- Dianita, T. 2005. *Pengaruh Variasi Jenis Starter Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Kualitas Yoghurt*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Biologi FT UMM.
- Effendi, M.H. 2011. Perbandingan Kualitas Yoghurt dari Susu Kambing dengan suhu Pemeraman yang Berbeda. *Media Kedokteran Hewan*,17: 144-147.
- Farnworth, E.R. 2008. *Handbook of Fermented Functional Foods*, 2nd Edn. CRC Press. New York.
- Gilliand, S.E., 2008. *Bacterial Starter Cultures for Food*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Haqiqi, S. H. 2008. *pH Meter Elektroda*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hariyanti, M. D., Y. B. Pramono dan S. Mulyani. 2013. Total Asam, Viskositas an Kesukaan pada Yoghurt Drink Dari Sari Buah Mangga (*Mangifera indica*) Sebagai Perisa Alami. *J. Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(3) : 69-71.
- Khairul, 2009. *Studi Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam Pembuatan Kefir*. Malang : Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 10 nov. 1, hal 1-9.
- Lestari. 2014. *Uji daya Hidup Bakteri Asam Laktat Sebagai Kandidat Probiotik Pada Beberapa Media Preparasi Air minum Unggas*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Lusiastuti, A.M., S. Prawesthirini, A.T.S. Estoepangestie, D. Raharjo dan M.A. Alamsjah, 2010. Diversifikasi Susu Kambing Menjadi Produk Keju dan Yoghurt. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, Surabaya
- Purbayanto, A. T., 2009. Efek Pengaturan Suhu Outline pad Pengeringan Semprot Terhadap Sifat Fisik. Kimia, dan Mikrobiologi Susu Kambing. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Purwijantiningsih, E. 2017. Pengaruh Jenis Prebiotik terhadap Kualitas Yoghurt Probiotik. *Biota* 12(3): 177-185.
- Rajor, 2016. *Peranan Kefir Susu Kedelai dengan Penambahan Susu Skim*. *Jom Faperta* Vol 3 No 1 Februari 2015.



- Ramadayantie, E. 2011. Pembuatan Yogurt Susu Tempe Kajian Penambahan Susu Skim dan Air Pengekstrak Tempe Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik. Skripsi.Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ramazanti, Alviana. 2006. Aktivitas Protease dan Kandungan Asam Laktat Pada Yoghurt yang Dimodifikasi dengan Bifidobacterium bifidum. Skripsi. FMIPA. IPB.
- Saleh, E. 2011. Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Program Studi Produksi Ternak. Fak Peternakan USU.
- Setyaningsih. I. 2009. Pengaruh Jenis Kultur L. casei. Penambahan Susu Skim dan Glukosa Terhadap Mutu Yakult Kedelai. Skripsi Fateta. IPB. Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2009. SNI 2981:2009. Yogurt. Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Surajudin, Kusuma, F.R., Purnomo, Dwi, 2006. Yoghurt Susu Fermentasi yang Menyehatkan. Agromedia Pustaka, Jakarta. Hal 7-47.
- Surono. 2004. *Bakteri Asam laktat*. (Studi Kepustakaan). ITB: Bandung.
- Susilorini, T. E. dan M. E. Sawitri. 2007. *Produk Olahan Susu*. Penebar Swadaya. Depok. Jawa Barat.
- Usmiati, 2007. *Teknologi Pengolahan Susu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor, Bogor. [http://pascapanen.litbang.deptan.Go.Id/media/publikasi/juknis\\_susu.pdf](http://pascapanen.litbang.deptan.Go.Id/media/publikasi/juknis_susu.pdf). Diakses tanggal 28 Maret 2018.
- Wahyudi, M. 2006. *Proses Pembuatan dan Analisis Mutu yoghurt*. Buletin Teknik Pertanian. 11 (1) : 12-16.
- Wibowo, D., 2008. *Bakteri Asam Laktat*. Kursus Fermentasi Pangan, PAU-UGM, Yogyakarta
- Widodo, 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Laporan Penelitian. Pusat Pengembangan Bioteknologi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Wulandari, Y.R. 2005. *Optimalisasi Penambahan Susu Skim Terhadap Jumlah Bakteri Asam Laktat Pada Pembuatan Yoghurt Sari Jagung Manis*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Teknologi Industri Pertanian FT UB.
- Yulianti, 2012. *Lactobacillus bulgaricus*. <http://astriyulianti71.co.id/2012/11/manfaat-bakteri-lactobacillus-bulgaricus.html>. Diakses : 28 Maret 2018

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Protein

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	5.34	5.18	10.520	5.260
F1L2	5.36	5.22	10.580	5.290
F1L3	5.47	5.17	10.640	5.320
F1L4	5.77	5.24	11.010	5.505
F2L1	5.5	4.98	10.480	5.240
F2L2	5.45	5.13	10.580	5.290
F2L3	5.37	5.21	10.580	5.290
F2L4	5.29	5.28	10.570	5.285
F3L1	5.42	5.24	10.660	5.330
F3L2	5.34	5.26	10.600	5.300
F3L3	5.30	4.23	9.530	4.765
F3L4	5.10	4.62	9.720	4.860
F4L1	4.48	3.16	7.640	3.820
F4L2	4.57	3.97	8.540	4.270
F4L3	5.18	3.88	9.060	4.530
F4L4	5.21	5.68	10.890	5.445
Total			161.600	
Rataan				5.050

Tabel Analisis Sidik Ragam Protein

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	6.788	0.453	2.320	tn	2.35	3.41
F	3	3.380	1.127	5.777	**	3.24	5.29
F Lin	1	2.905	2.905	14.894	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.461	0.461	2.362	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.014	0.014	0.074	tn	4.49	8.53
L	3	0.597	0.199	1.019	tn	3.24	5.29
L Lin	1	0.418	0.418	2.144	tn	4.49	8.53
L Kuad	1	14.815	14.815	75.949	**	4.49	8.53
L Kub	1	-14.637	-14.637	-75.035	tn	4.49	8.53
FxL	9	2.811	0.312	1.601	tn	2.54	3.78
Galat	16	3.121	0.195				
Total	31	9.909					

Keterangan : FK = 816.08

KK = 8.746%

\*\* = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Rataan Lemak Total

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	4.5	4.66	9.160	4.580
F1L2	4.43	4.54	8.970	4.485
F1L3	4.42	4.52	8.940	4.470
F1L4	4.40	4.58	8.980	4.490
F2L1	4.80	3.74	8.540	4.270
F2L2	3.25	3.60	6.850	3.425
F2L3	4.25	3.39	7.640	3.820
F2L4	3.29	3.58	6.870	3.435
F3L1	3.60	2.71	6.310	3.155
F3L2	3.76	3.80	7.560	3.780
F3L3	3.88	4.37	8.250	4.125
F3L4	3.16	3.96	7.120	3.560
F4L1	2.95	4.24	7.190	3.595
F4L2	2.84	3.61	6.450	3.225
F4L3	2.40	3.29	5.690	2.845
F4L4	1.22	2.50	3.720	1.860
Total			118.240	
Rataan				3.695

Tabel Analisis Sidik Ragam Lemak Total

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	15.8986000	1.0599067	3.9850	**	2.35	3.41
F	3	10.5897750	3.5299250	13.2716	**	3.24	5.29
F Lin	1	9.8307225	9.8307225	36.9611	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.0000500	0.0000500	0.0002	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.7590025	0.7590025	2.8537	tn	4.49	8.53
L	3	1.4901250	0.4967083	1.8675	tn	3.24	5.29
L Lin	1	1.0304100	1.0304100	3.8741	tn	4.49	8.53
L Kuad	1	-6.8888719	6.8888719	25.9004	tn	4.49	8.53
L Kub	1	7.3485869	7.3485869	27.6289	**	4.49	8.53
FxL	9	3.8187000	0.4243000	1.5953	tn	2.54	3.78
Galat	16	4.2556000	0.2659750				
Total	31	20.1542000					

Keterangan : FK = 436.90  
 KK = 13.957%  
 \*\* = sangat nyata  
 tn = tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Rataan Viskositas

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	3.00	2.00	5.000	2.500
F1L2	3.00	2.00	5.000	2.500
F1L3	4.00	3.00	7.000	3.500
F1L4	5.00	4.00	9.000	4.500
F2L1	3.00	2.00	5.000	2.500
F2L2	4.00	3.00	7.000	3.500
F2L3	5.00	4.00	9.000	4.500
F2L4	6.00	5.00	11.000	5.500
F3L1	4.00	3.00	7.000	3.500
F3L2	5.00	4.00	9.000	4.500
F3L3	6.00	3.00	9.000	4.500
F3L4	7.00	6.00	13.000	6.500
F4L1	4.00	3.00	7.000	3.500
F4L2	5.00	5.00	10.000	5.000
F4L3	6.00	5.00	11.000	5.500
F4L4	6.00	5.00	11.000	5.500
Total			135.000	
Rataan				4.219

Tabel Analisis Sidik Ragam Viskositas

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	43.969	2.931	4.078	**	2.35	3.41
F	3	13.594	4.531	6.304	**	3.24	5.29
F Lin	1	12.656	12.656	17.609	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.781	0.781	1.087	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.156	0.156	0.217	tn	4.49	8.53
L	3	26.594	8.865	12.333	**	3.24	5.29
L Lin	1	26.406	26.406	36.739	**	4.49	8.53
L Kuad	1	17.500	17.500	24.348	**	4.49	8.53
L Kub	1	-17.313	-17.313	-24.087	tn	4.49	8.53
FxL	9	3.781	0.420	0.585	tn	2.54	3.78
Galat	16	11.500	0.719				
Total	31	55.469					

Keterangan : FK = 569.53

KK = 20.096%

\*\* = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Data Rataan TSS

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	13	11	24.000	12.000
F1L2	15	13	28.000	14.000
F1L3	16	14	30.000	15.000
F1L4	20	19	39.000	19.500
F2L1	13	12	25.000	12.500
F2L2	15	14	29.000	14.500
F2L3	18	16	34.000	17.000
F2L4	20	18	38.000	19.000
F3L1	14	13	27.000	13.500
F3L2	16	15	31.000	15.500
F3L3	19	17	36.000	18.000
F3L4	21	18	39.000	19.500
F4L1	16	15	31.000	15.500
F4L2	17	16	33.000	16.500
F4L3	18	17	35.000	17.500
F4L4	21	18	39.000	19.500
Total			518.000	
Rataan				16.188

Tabel Analisis Sidik Ragam TSS

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	189.8750	12.6583	8.101	**	2.35	3.41
F	3	21.1250	7.0417	4.507	*	3.24	5.29
F Lin	1	21.0250	21.0250	13.456	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.0000	0.0000	0.000	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.1000	0.1000	0.064	tn	4.49	8.53
L	3	157.3750	52.4583	33.573	**	3.24	5.29
L Lin	1	156.0250	156.0250	99.856	**	4.49	8.53
L Kuad	1	601.7813	601.7813	385.140	**	4.49	8.53
L Kub	1	-600.4313	-600.4313	384.276	tn	4.49	8.53
FxL	9	11.3750	1.2639	0.809	tn	2.54	3.78
Galat	16	25.0000	1.5625				
Total	31	214.8750					

Keterangan : FK = 8,385.13

KK = 7.722%

\*\* = sangat nyata

tn = tidak nyata

Lampiran 5. Tabel Data Rataan Organoleptik Aroma

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	2.30	2.25	4.550	2.275
F1L2	2.40	2.30	4.700	2.350
F1L3	2.50	2.40	4.900	2.450
F1L4	2.60	2.50	5.100	2.550
F2L1	2.70	2.75	5.450	2.725
F2L2	2.70	2.70	5.400	2.700
F2L3	2.75	2.70	5.450	2.725
F2L4	2.80	2.85	5.650	2.825
F3L1	2.60	2.65	5.250	2.625
F3L2	2.90	2.80	5.700	2.850
F3L3	2.95	2.80	5.750	2.875
F3L4	3.10	3.00	6.100	3.050
F4L1	3.15	3.10	6.250	3.125
F4L2	3.25	3.25	6.500	3.250
F4L3	3.30	3.25	6.550	3.275
F4L4	3.40	3.30	6.700	3.350
Total			90.000	
Rataan				2.813

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Aroma

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	3.2400000	0.2160000	69.1200	**	2.35	3.41
F	3	2.9006250	0.9668750	309.4000	**	3.24	5.29
F Lin	1	2.7825625	2.7825625	890.4200	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.0078125	0.0078125	2.5000	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.1102500	0.1102500	35.2800	**	4.49	8.53
L	3	0.2706250	0.0902083	28.8667	**	3.24	5.29
L Lin	1	0.2640625	0.2640625	84.5000	**	4.49	8.53
		-					
L Kuad	1	6.1186719	6.1186719	1957.9750	tn	4.49	8.53
L Kub	1	6.1252344	6.1252344	1960.0750	**	4.49	8.53
FxL	9	0.0687500	0.0076389	2.4444	tn	2.54	3.78
Galat	16	0.0500000	0.0031250				
Total	31	3.2900000					

Keterangan : FK = 253.13  
 KK = 1.988%  
 \*\* = sangat nyata  
 tn = tidak nyata

Lampiran 6. Tabel Data Rataan Organoleptik Rasa

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
F1L1	3.20	2.90	6.100	3.050
F1L2	3.20	2.90	6.100	3.050
F1L3	3.60	3.40	7.000	3.500
F1L4	3.70	3.50	7.200	3.600
F2L1	3.20	3.10	6.300	3.150
F2L2	3.40	3.20	6.600	3.300
F2L3	3.70	3.50	7.200	3.600
F2L4	3.80	3.50	7.300	3.650
F3L1	3.40	3.20	6.600	3.300
F3L2	3.50	3.70	7.200	3.600
F3L3	3.40	3.50	6.900	3.450
F3L4	3.70	3.50	7.200	3.600
F4L1	3.60	3.50	7.100	3.550
F4L2	3.70	3.60	7.300	3.650
F4L3	3.80	3.70	7.500	3.750
F4L4	3.80	3.70	7.500	3.750
Total			111.100	
Rataan				3.472

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	1.620	0.108	5.664	**	2.35	3.41
F	3	0.586	0.195	10.246	**	3.24	5.29
F Lin	1	0.564	0.564	29.590	**	4.49	8.53
F kuad	1	0.008	0.008	0.410	tn	4.49	8.53
F Kub	1	0.014	0.014	0.738	tn	4.49	8.53
L	3	0.731	0.244	12.781	**	3.24	5.29
L Lin	1	0.716	0.716	37.538	**	4.49	8.53
L Kuad	1	-3.055	-3.055	160.262	tn	4.49	8.53
L Kub	1	3.070	3.070	161.069	**	4.49	8.53
FxL	9	0.303	0.034	1.765	tn	2.54	3.78
Galat	16	0.305	0.019				
Total	31	1.925					

Keterangan : FK = 385.73

KK = 3.977%

\*\* = sangat nyata

tn = tidak nyata