

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP
pH, KADAR PROTEIN, DAN TOTAL PADATAN
YOGHURT SUSU KRIM**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Gading Sabrang Saputro

NIM. 175050107111095



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2021



**PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP
pH, KADAR PROTEIN, DAN TOTAL PADATAN
YOGHURT SUSU KRIM**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Gading Sabrang Saputro

NIM. 175050107111095

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



**PENGARUH WAKTU FERMENTASI YOGHURT
SUSU KRIM TERHADAP pH, KADAR PROTEIN,
DAN TOTAL PADATAN**

SKRIPSI

Oleh:

Muhammad Gading Sabrang Saputro

NIM. 175050107111095

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana

Pada hari/Tanggal: Kamis, 17 Juni 2021

Mengetahui:

Menyetujui:

Dekan Fakultas Peternakan

Dosen Pembimbing

Universitas Brawijaya

Prof.Dr.Sc.Agr.Ir. Suyadi,

Dr. Ir. Purwadi, MS.

MS, IPU., ASEAN Eng.

NIP.196006161987011001

NIP. 196204031987011001

Tanggal

Tanggal 5 Juli 2021

THE EFFECT OF FERMENTATION TIME ON pH, PROTEIN CONTENT, AND TOTAL SOLIDS OF CREAM YOGHURT

Muhammad Gading Sabrang Saputro¹⁾ and Purwadi²⁾

¹⁾Student of Animal Products Technology, Faculty of Animal
Science, University of Brawijaya, Malang

²⁾Lecturer of Animal Products Technology, Faculty of Animal
Science, University of Brawijaya, Malang.

E-mail: dings18@student.ub.ac.id

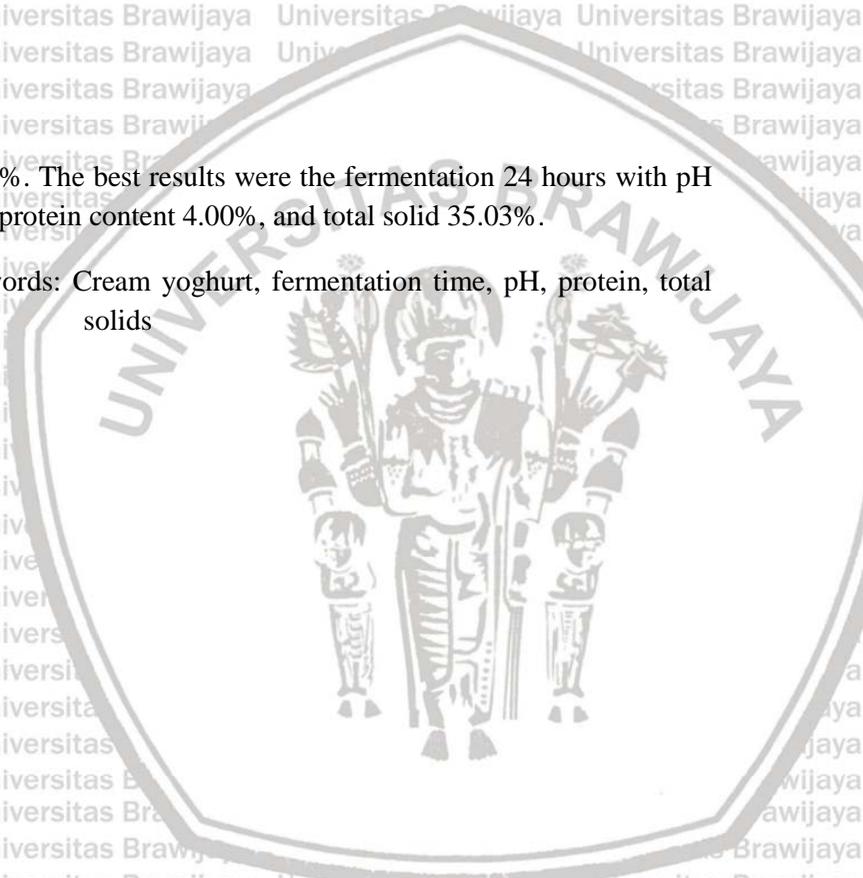
ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the optimum of fermentation time on cream yoghurt in terms of pH, protein content, and total solids. This research used an experiment method with a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. The treatments were the fermentation time in making yoghurt, namely P₀ (4 hours with 42°C), P₁ (24 hours with 24°C), P₂ (48 hours with 24°C), and P₃ (72 hours with 24°C). The data obtained were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA), and followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that the fermentation with different time gives a highly significant difference ($p < 0.01$) on pH and no significantly difference ($p > 0.05$) on protein content and total solids. The pH ranges from 3.65-4.02, protein content 1.94-4.00%, and total solid 19.86-



35.60%. The best results were the fermentation 24 hours with pH 4.00, protein content 4.00%, and total solid 35.03%.

Keywords: Cream yoghurt, fermentation time, pH, protein, total solids



PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP pH, KADAR PROTEIN, DAN TOTAL PADATAN YOGHURT SUSU KRIM

Muhammad Gading Sabrang Saputro¹⁾ dan Purwadi²⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang

²⁾Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang

E-mail: dingss18@student.ub.ac.id

RINGKASAN

Susu merupakan bahan pangan yang mudah rusak sehingga harus diolah untuk memperpanjang masa simpan. Yoghurt merupakan salah satu produk olahan susu yang difermentasi sehingga memiliki rasa asam. Yoghurt bisa dibuat dengan berbagai jenis susu, namun produk yang umum ditemukan menggunakan susu segar sapi. Penelitian ini menggunakan susu krim yang berasal dari susu sapi karena memiliki kandungan lemak yang tinggi sehingga bisa membuat tekstur yoghurt yang *creamy*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu fermentasi dengan suhu fermentasi 24°C untuk menghasilkan yoghurt susu krim dengan kualitas terbaik ditinjau dari pH, kadar protein, dan total padatan. Kegunaan dalam penelitian ini diharapkan akan menjadi ilmu pengetahuan mengenai waktu fermentasi yang terbaik dengan suhu 24°C dalam pembuatan yoghurt susu krim dan masyarakat lebih tau mengenai pengetahuan gizi yang terdapat pada yoghurt susu krim.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk

pembuatan yoghurt dan pengujian pH. Pengujian kadar protein dan total padatan dilaksanakan di Laboratorium Ternak Perah Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan September-Oktober 2020.

Materi penelitian adalah susu krim yang berasal dari susu sapi dan starter. Metode penelitian ini menggunakan metode percobaan laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan penelitian terdiri dari waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt susu krim yaitu P₀ (4 jam pada suhu 42°C), P₁ (24 jam pada suhu 24°C), P₂ (48 jam pada suhu 24°C), dan P₃ (72 jam pada suhu 24°C). Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah pH, kadar protein (%), dan total padatan (%). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang berbeda memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH dan perbedaan pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein dan total padatan. Rentang pH adalah 3,65-4,02, kadar protein 1,94-4,00%, dan total padatan 19,86-35,60%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi yang optimum selama 24 jam pada suhu 24°C yang memberikan hasil terbaik terhadap kualitas yoghurt susu krim ditinjau dari pH 4,00, kadar protein 4,00%, dan total padatan 35,03%. Disarankan untuk memfermentasi selama 24 jam pada suhu 24°C pada pembuatan yoghurt susu krim dan perlu dilakukan uji kandungan vitamin pada yoghurt susu krim.



DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iv
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Rumusan Masalah	3
1.3.	Tujuan.....	3
1.4.	Kegunaan.....	4
1.5.	Kerangka Pikir.....	4
1.6.	Hipotesis.....	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1.	Yoghurt.....	7
2.1.	Susu Krim.....	8
2.2.	Fermentasi	9
2.3.	Suhu dan Waktu Fermentasi.....	10
2.4.	Bakteri Asam Laktat.....	11
2.5.	pH.....	12
2.6.	Kadar Protein.....	13
2.7.	Total Padatan.....	14



BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.2.	Materi Penelitian	17
3.3.	Metode Penelitian.....	18
3.4.	Prosedur Penelitian.....	19
3.5.	Variabel Penelitian	20
3.6.	Analisis Data	21
3.7.	Batasan Istilah	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap pH Yoghurt Susu Krim	23
4.2.	Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Yoghurt Susu Krim	25
4.3.	Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Total Padatan Yoghurt Susu Krim	27

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	32
5.2.	Saran	32

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Mutu Yoghurt dengan Perlakuan Panas Setelah Fermentasi.....	8
2. Model Pengacakan Data Penelitian	18
3. Rataan pH Yoghurt Susu Krim.....	23
4. Rataan Kadar Protein Yoghurt Susu Krim.....	25
5. Rataan Kadar Total Padatan Yoghurt Susu Krim.....	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Kerangka Pikir	5
2. Skema Pembuatan Yoghurt	20
3. Proses Fermentasi	15



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Uji pH.....	45
2. Prosedur Lactoscan.....	46
3. Data dan Analisis Statistik pH Yoghurt Susu Krim.....	47
4. Data dan Analisis Statistik Kadar Protein Yoghurt Susu Krim	51
5. Data dan Analisis Statistik Total Padatan Yoghurt Susu Krim.....	53
6. Dokumentasi Pembuatan Yoghurt.....	55



DAFTAR SINGKATAN

%	: Persentase
°C	: Derajat celcius
β	: Beta
\pm	: Kurang lebih
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
BAL	: Bakteri Asam Laktat
CO ₂	: Karbon Dioksida
CRD	: <i>Completely Randomized Design</i>
db	: Derajat bebas
dkk	: Dan kawan-kawan
DMRT	: <i>Duncan's Multiple Range Test</i>
<i>et al.</i>	: <i>et alii</i>
FK	: Faktor Terkoreksi
g	: gram
H ₂ O	: Dihidrogen monoksida/ air
IU	: International Unit
JK	: Jumlah Kuadrat
JND	: Jarak Nyata Duncan
JNT	: Jarak Nyata Terkecil
Kkal	: kilokalori
KT	: Kuadrat Tengah
mg	: mili gram
Min	: Minimal
ml	: mili liter
pH	: <i>Potential Hydrogen</i>
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
SD	: Standar Deviasi
SE	: <i>Standard Error</i>
SK	: Sumber Keragaman



SNI : Standar Nasional Indonesia
sp : Spesies
TAT : Total Asam Tertitrasi
UJBD : Uji Jarak Berganda Duncan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yoghurt merupakan salah satu produk fermentasi susu dengan bantuan bakteri asam laktat (SNI, 2009). Pembuatan yoghurt membutuhkan bakteri asam laktat, biasanya bakteri yang digunakan adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, karena kedua bakteri tersebut dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat. Menurut Agustine, Okfrianti, dan Jumiyanti (2018) bakteri asam laktat merupakan jenis bakteri yang sangat penting dalam pengolahan minuman probiotik. Mutu minuman probiotik juga sangat ditentukan oleh jumlah bakteri asam laktat yang terdapat pada minuman tersebut.

Pembuatan yoghurt diperlukan bahan utama yaitu susu, didalam susu terkandung nutrisi yang penting bagi tubuh. Susu yang lazim digunakan dalam pembuatan yoghurt adalah susu penuh dimana tidak ada pengurangan kandungan nutrisinya. Susu merupakan bahan pangan yang mengandung kalori 66 kkal, protein 3,2 g, lemak 3,7 g, laktosa 4,6 g, zat besi 0,1 mg, kalsium 120 mg, dan vitamin A 100 IU. Susu termasuk bahan pangan yang mudah sekali rusak dan dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia bilamana tidak mendapatkan penanganan khusus dan kurang higienis (Navyanti dan Adriyani, 2015). Mengatasi permasalahan susu karena mudah rusak, susu harus diolah salah satunya dengan fermentasi. Salah satu produk susu yang difermentasi adalah yoghurt.

Proses yang terjadi dalam industri pengolahan susu skim terjadi pemisahan antara skim dan krim. Susu skim diambil untuk memperoleh susu yang rendah lemak, sedangkan susu krim menjadi bahan sisa. Pembuatan yoghurt bisa menggunakan berbagai jenis susu, salah satunya yaitu susu krim. Menurut

Syainah dan Novita (2014) susu krim merupakan susu yang mengandung lemak tinggi, sedangkan Ferdman (2016) susu krim adalah susu yang dipertahankan bagian krimnya saja. Kandungan lemak yang cukup tinggi tersebut membuat susu krim memiliki rasa yang gurih dan legit. Teksturnya pun terasa lebih lembut jika dibandingkan dengan susu jenis lainnya, seperti susu skim maupun susu kental manis. Namun, ini juga bukan berarti susu krim terdiri dari lemak saja. Lemak dalam susu krim hanyalah salah satu komponen zat gizi dalam susu selain kalsium, protein, karbohidrat, beragam vitamin, dan mineral. Penggunaan susu krim untuk yoghurt dapat membuat tekstur lebih kental, rasa dan aroma yang lebih kuat dibandingkan dengan yoghurt dari susu skim. Menurut Winarno (2002) lemak merupakan sumber nutrisi yang sangat penting karena berfungsi sebagai sumber energi memperbaiki tekstur dan cita rasa, serta sumber vitamin A, D, E, dan K. Sedangkan menurut Veratamala (2020) kandungan lemak dalam susu yang berbeda umumnya tidak mempengaruhi nutrisi lainnya yang ada dalam susu. Nutrisi antara susu krim dan susu skim tetap sama, seperti vitamin D, vitamin A, kalsium, fosfor, vitamin B2, dan vitamin B12. Namun, kandungan asam lemak omega-3 pada kedua jenis susu tersebut berbeda.

Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Pada pembuatan yoghurt, BAL mengubah laktosa menjadi asam laktat. Fermentasi menghasilkan suatu produk yang mempunyai tekstur, aroma, dan rasa yang khas. Selain itu juga mempunyai nilai nutrisi yang lebih baik dibandingkan susu segar (Utami, Andriani, dan Putri, 2010). Menurut Widyastuti *and* Febrisiantosa (2014) ada empat manfaat yang diperoleh dari fermentasi susu yaitu: 1)



sebagai pengawet alami, 2) meningkatkan nilai nutrisi, 3) menimbulkan perubahan rasa dan tekstur yang diinginkan, dan 4) diversifikasi produk olahan susu. Terdapat faktor-faktor penting yang mempengaruhi perkembangbiakan bakteri asam laktat pada proses pembuatan yoghurt. Salah satunya lama fermentasi yang mempengaruhi aktivitas bakteri, semakin lama fermentasi maka aktivitas bakteri semakin banyak (Kartikasari dan Nisa, 2014). Saat melakukan fermentasi biasanya digunakan inkubator untuk mengontrol suhu sehingga pembuatan yoghurt lebih cepat, namun dalam skala rumah tangga tidak semuanya memiliki inkubator untuk melakukan inkubasi dengan suhu terkontrol, melainkan menginkubasi yoghurt dengan suhu ruang. Sehingga diperlukan penelitian untuk menentukan waktu yang tepat untuk menginkubasi yoghurt pada suhu ruang untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian mengenai yoghurt susu krim untuk mengetahui kualitasnya dalam usulan penelitian berjudul Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap pH, Kadar Protein, dan Total Padatan Yoghurt Susu Krim, dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mendapatkan waktu fermentasi yang terbaik untuk menghasilkan yoghurt susu krim ditinjau dari pH, kadar protein, dan total padatan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah berapa waktu fermentasi dengan suhu fermentasi 24°C untuk menghasilkan yoghurt susu krim dengan kualitas terbaik ditinjau dari pH, kadar protein, dan total padatan?

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui waktu fermentasi dengan suhu fermentasi 24°C untuk menghasilkan yoghurt susu



krim dengan kualitas terbaik ditinjau dari pH, kadar protein, dan total padatan.

1.4. Kegunaan

1. Sebagai informasi bagi ilmu pengetahuan mengenai waktu fermentasi yang terbaik dengan suhu 24°C pada yoghurt susu krim.
2. Meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai gizi pada yoghurt susu krim.

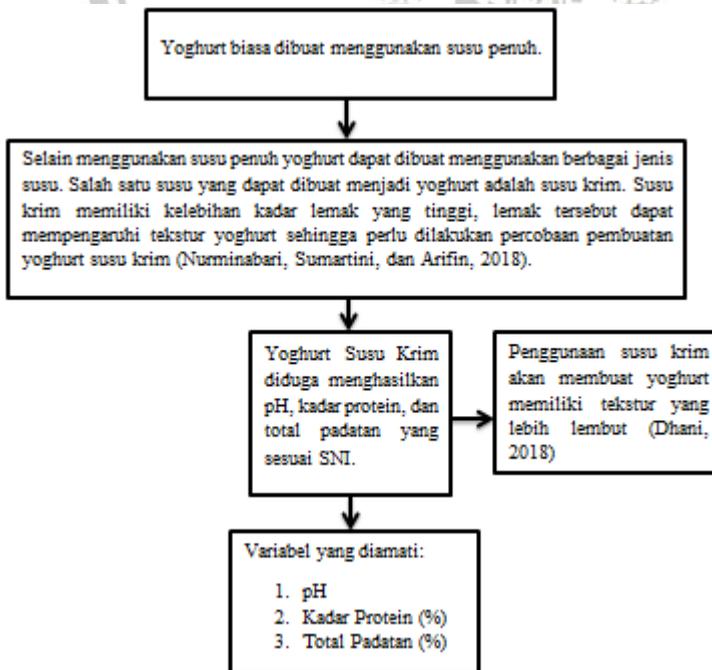
1.5. Kerangka Pikir

Yoghurt merupakan olahan susu yang telah difermentasi. Pembuatan yoghurt bisa menggunakan berbagai macam jenis susu, salah satunya susu krim. Susu krim memiliki kelebihan kandungan lemak yang tinggi yang bermanfaat bagi bakteri dan juga dapat memberikan tekstur pada yoghurt. Hal ini sesuai dengan Amrullah, Liman, dan Armanto (2015) yang mengatakan bakteri asam laktat dalam memecah lemak sebagai nutrisi dalam pertumbuhannya dan menurut Anggraini, Kiranawati, dan Mariana (2018) semakin tinggi kadar lemak bahan untuk membuat yoghurt maka akan dihasilkan tekstur yang padat. Lastriyanto, Kuncahyo, dan Komar (2011) berpendapat bahwa lemak susu juga mengandung komponen mikro antara lain adalah fosfolipid, sterol, tokoferol (vitamin E), karoten, vitamin A, serta vitamin D. Susu mengandung kira-kira 0,3% fosfolipid terutama lesitin, dan sphingomielin. Saat proses susu dipisahkan menjadi skim dan krim, sekitar 70% fosfolipid terdapat pada krim.

Fermentasi adalah proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang disebut metabolit primer dan sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan (Jannah, 2010). Fermentasi dengan suhu 24°C menjadi opsi bagi orang yang ingin membuat yoghurt namun



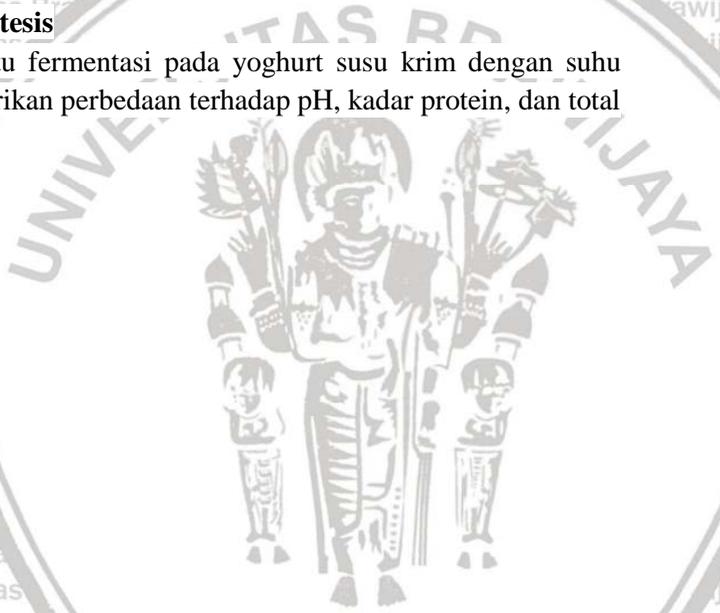
tidak memiliki inkubator. Penggunaan susu krim sebagai pemanfaatan bahan sisa dari industri pengolahan susu skim dan menciptakan yoghurt dengan tekstur yang lebih lembut (Dhani, 2018). Pemberian waktu yang berbeda bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi, dengan memberikan waktu fermentasi yang berbeda diharapkan mendapatkan waktu yang tepat pada suhu 24°C untuk menghasilkan yoghurt susu krim dengan kualitas terbaik ditinjau dari pH, kadar protein, dan total padatan. Kerangka pikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pikir

1.6. Hipotesis

Waktu fermentasi pada yoghurt susu krim dengan suhu 24°C memberikan perbedaan terhadap pH, kadar protein, dan total padatan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Yoghurt

Yoghurt merupakan pangan fungsional probiotik karena mengandung sejumlah bakteri hidup yang menguntungkan bagi kesehatan pencernaan dan merupakan pengembangan produk susu fermentasi yang berperan terhadap kesehatan manusia. Proses terjadinya fermentasi susu menjadi yoghurt dibantu oleh bakteri asam laktat yang akan membentuk tekstur yang halus dan semi padat, serta membentuk rasa khas asam yang segar. Karakteristik bakteri yang digunakan pada pembuatan yoghurt adalah bakteri penghasil asam laktat seperti *Lactobacilli*, *Bifidobacteria* dan *S. thermophilus* (Trachoo, 2002).

Yoghurt dibuat dari bahan dasar susu yang difermentasi dengan bakteri asam laktat. Definisi yoghurt pada awalnya adalah suatu produk yang dihasilkan dari susu melalui proses fermentasi dengan kultur *starter* campuran yang terdiri atas *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (Shah, 2006). Menurut SNI (2009) yoghurt dibagi menjadi 3 yaitu: 1) yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan, 2) yoghurt rendah lemak adalah yoghurt dengan bahan baku susu rendah lemak atau susu rendah lemak rekonstitusi, dan 3) yoghurt tanpa lemak adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu skim atau susu skim rekonstitusi.

Yoghurt merupakan salah satu produk olahan susu yang sangat populer untuk jenis makanan yang mengandung probiotik



yang menguntungkan bagi mikroflora dalam saluran pencernaan. Bahan utama pembuatan yoghurt adalah susu, hal ini karena susu merupakan salah satu bahan makanan yang memiliki kandungan gizi lengkap karena terdapat sumber energi yaitu protein, lemak, dan mineral. Pengolahan yoghurt yang paling utama yang harus diperhatikan yaitu *starter* atau bakteri yang akan mengubah susu menjadi memiliki nilai fungsional (Al-Baarri, Legowo, dan Legowo, 2016).

Tabel 1. Syarat Mutu Yoghurt dengan Perlakuan Panas Setelah Fermentasi

Kandungan	Syarat
Kadar Lemak (%)	Min 3,0
Kadar Protein (%)	Min 2,7
Total Padatan (%)	Min 11,2
pH	3,8-4,4

Sumber: SNI (2009).

2.1. Susu Krim

Susu memiliki komponen penting meliputi protein, lemak, vitamin, mineral, laktosa serta enzim-enzim dan beberapa jenis mikroba yang bermanfaat bagi kesehatan sebagai probiotik (Usmiati dan Bakar, 2009). Susu tersusun atas krim dan skim, krim merupakan bagian susu yang banyak mengandung lemak yang timbul ke bagian atas dari susu pada waktu didiamkan atau dipisahkan dengan alat pemisah. Produksi krim dan susu skim memerlukan alat utama yang disebut *cream separator* yang bekerja berdasarkan gaya sentrifugal. Pemisahan keduanya dapat terjadi karena perbedaan berat jenis. Krim memiliki berat jenis rendah karena banyak mengandung lemak (Hartayanie dan Ita, 2010).

Krim memiliki massa jenis rendah akan berada di dekat pusat putaran dan selama aliran susu segar terus masuk maka lemak akan terakumulasi di *cone* yang terletak di dekat pusat putaran dan akan terus mendorong lemak tersebut untuk keluar melalui jalur keluar krim (Hawa, Lastriyanto, dan Ervantri, 2019). Susu krim mengandung banyak lemak susu yang penting dalam berbagai produk didasarkan pada kandungan lemak, keadaan fisik lemak, sifat kimia, fisik, dan sensorik. Bahan dasar yang mengandung lemak tinggi bisa meningkatkan viskositas. Hal ini sesuai dengan Scott, *et al.* (2003) kadar lemak yang tinggi bisa meningkatkan viskositas produk. Krim dihasilkan dari dispersi butiran lemak dalam fase hidrofilik dan sangat bergantung pada kandungan lemak (Hoffmann *and* Buchheim, 2006).

2.2. Fermentasi

Proses fermentasi merupakan proses penggumpalan kasein susu akibat aktivitas mikroba. Jika dalam proses fermentasi digunakan mikroba asam laktat maka selain terjadi penggumpalan susu juga terjadi pengasaman susu akibat terbentuknya asam-asam organik dalam susu, salah satunya asam laktat. Kasein adalah protein susu terpenting dan merupakan 85% dari semua protein susu yang ada. Kasein merupakan kumpulan fosfoprotein yang dapat membentuk suatu senyawa kompleks yang stabil dengan kalsium fosfat untuk menghasilkan gumpalan protein mineral (Sunaryanto, 2017). Menurut Gemechu (2015) fermentasi bertujuan agar susu tidak cepat membusuk dan menghasilkan produk susu dengan karakteristik rasa, aroma, dan tekstur yang diinginkan. Fermentasi susu juga mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen yang umumnya tidak tahan terhadap asam.

Bakteri *S. thermophilus* berkembang biak lebih cepat dan menghasilkan baik asam maupun CO₂ yang kemudian

merangsang pertumbuhan dari *L. bulgaricus*. Mikroorganisme ini bertanggung jawab atas pembentukan tekstur dan rasa yoghurt dan mikroorganisme ini disebut juga *starter* (Al-Baarri, dkk., 2009). Syainah dan Novita (2014) berpendapat selama proses fermentasi laktosa berubah menjadi asam piruvat, yang selanjutnya berubah menjadi asam laktat. Asam laktat menyebabkan terjadinya penurunan pH susu, yang berarti meningkatkan keasaman, sehingga kasein menjadi tidak stabil, dan terkoagulasi (menggumpal) membentuk gel yoghurt.

2.3. Suhu dan Waktu Fermentasi

Lama fermentasi dan temperatur merupakan faktor penentu dalam proses fermentasi yoghurt. Suhu optimum untuk bakteri *L. bulgaricus* adalah 42 sampai 45°C dan suhu optimum untuk *S. thermophilus* adalah 38 sampai 42°C (Hidayat, Padaga, dan Suhartini, 2006). Suhu optimum bagi pertumbuhan *S. thermophilus* adalah 37°C dan *L. bulgaricus* 45°C. Jika kedua bakteri itu diinokulasi pada suhu 45°C (pH 6,6 sampai 6,8). *S. thermophilus* mula-mula tumbuh lebih baik dan setelah pH menurun karena dihasilkan asam laktat, maka *L. bulgaricus* akan tumbuh lebih baik (Al-Baarri, dkk., 2009). Menurut Winarno (2007) *L. bulgaricus* tumbuh optimal pada suhu 45 sampai 47°C, *S. thermophilus* pada suhu 37-42°C, *Bifidobacterium longum* pada suhu 37 sampai 41°C, dan *Lactobacillus acidophilus* pada suhu 35 sampai 38°C.

Penggunaan suhu optimal pertumbuhan akan membuat bakteri asam laktat dapat beraktivitas mengubah laktosa menjadi asam laktat dengan baik sehingga total asam laktat meningkat dengan cepat dan nilai TAT (Total Asam Tertitiasi) juga cepat peningkatannya. Sedangkan semakin rendah suhu, aktivitas bakteri untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat terhambat sehingga peningkatan total asam laktat berjalan lambat dan nilai

TAT juga lambat peningkatannya (Ihsan, Cakrawati, Handayani. 2017). Menurut Evanuarini (2010) semakin lama pemeraman berarti semakin memberi kesempatan bagi bakteri asam laktat untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat, sehingga ion hidrogen bebas akan meningkat. Meningkatnya jumlah asam laktat ini selanjutnya dapat menurunkan pH karena semakin banyaknya konsentrasi ion H⁺.

2.4. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat atau bakteri yang biasa digunakan untuk *starter* dalam pembuatan yoghurt adalah sekelompok bakteri yang dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat. Bakteri asam laktat ini dapat digolongkan menjadi 2 golongan yaitu golongan bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif. Asam yang terbentuk segera menurunkan pH, yang diikuti dengan terdenaturasinya protein air susu (Soeharsono, Cakrawati, Handayani. 2010). Bakteri Asam Laktat (BAL) secara fisiologi dikelompokkan sebagai bakteri gram positif, bentuk kokus atau batang yang tidak berspora dengan asam laktat sebagai produk utama fermentasi karbohidrat. Umumnya bakteri mampu memfermentasi karbohidrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya seperti glukosa yang akan dikonversi menjadi asam laktat (homofermentatif) atau asam laktat, CO₂, etanol dan asam asetat (heterofermentatif). Asam yang diproduksi dari karbohidrat dapat terjadi baik di bawah kondisi aerobik maupun anaerobik (Malaka dan Laga, 2005).

Susu sapi mengandung laktosa yang berperan sebagai sumber karbon atau sumber energi utama untuk pertumbuhan bakteri *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* dan merupakan substrat pada proses fermentasi. Laktosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim β galaktosidase (*lactase*). Nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri *L. acidophilus* digunakan



sebagai sumber energi. Senyawa yang tidak dapat disintesis oleh bakteri tersebut tetapi dibutuhkan untuk sumber energi adalah asam amino, asam lemak, vitamin, dan mineral. *L. acidophilus* menghasilkan hexokinase yang digunakan untuk menguraikan glukosa sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya (Soeharsono, dkk., 2010).

Saat kedua bakteri difermentasikan bersama, *L. bulgaricus* memulai fermentasi terlebih dahulu, dan memproduksi asam amino yang mendukung pertumbuhan *S. thermophilus*. Kemudian *S. thermophilus* akan melanjutkan fermentasi dengan cepat untuk memproduksi asam laktat dari laktosa hingga pH mencapai sekitar 5. Sejalan dengan pertumbuhannya, bakteri ini melepaskan substansi (karbondioksida dan asam format) yang menunjang pertumbuhan *L. bulgaricus*. Peningkatan jumlah *L. bulgaricus* menyebabkan penurunan pH. Pertumbuhan *S. thermophilus* semakin menurun karena lebih tidak tahan terhadap asam (Karlina dan Rahayuni, 2014). Kombinasi komposisi dua starter tersebut harus dioptimalkan sehingga diperoleh yoghurt dengan mutu yang sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan diterima oleh konsumen dari segi tampilan, bau dan rasa.

2.5. pH

Pengukuran pH biasanya dilakukan dengan menggunakan pH meter. pH meter merupakan alat yang dapat mengukur tingkat pH larutan. Sistem pengukuran dalam pH meter menggunakan sistem pengukuran secara potensimetri (Ngafifuddin, Sunarno, dan Susilo, 2017). Menurut Food Standards Australia New Zealand (2014) bahwa pH yoghurt yang baik memiliki nilai maksimum 4,5. Selama fermentasi, BAL akan memproduksi asam laktat, asam sitrat, dan asam asetat yang akan menyebabkan pH yoghurt menurun (Surono, 2004). Asam organik yang terbentuk merupakan asam-asam yang terdisosiasi dalam bentuk

ion-ion H^+ . Semakin banyak asam yang dihasilkan, maka semakin banyak pula ion H^+ yang terbentuk sehingga pengukuran pH oleh elektroda pH meter menunjukkan nilai yang semakin menurun (Rasbawati, Irmayani, Novieta, 2019).

Salah satu hal yang menentukan tingkat keasaman yoghurt adalah asam laktat. Semakin tinggi asam laktat maka semakin tinggi pula tingkat keasaman dan pH semakin rendah, sebaliknya semakin rendah asam laktat maka semakin rendah pula tingkat keasamannya dan pH tinggi (Sujono, Rofat, Hendra, 2019). Selama proses fermentasi berlangsung, terjadi aktivitas bakteri yang menyebabkan terjadinya metabolisme karbohidrat, sehingga akan menghasilkan asam laktat. Menurut Winarno dan Fernandez (2007) asam laktat yang dihasilkan dari metabolisme karbohidrat akan dapat menurunkan nilai pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam, semakin tinggi nilai asam laktat maka pH semakin rendah.

2.6. Kadar Protein

Tinggi atau rendahnya kandungan protein pada yoghurt dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain jumlah protein yang digunakan dan jumlah BAL yang tinggi (Agustina dan Andriana, 2010). Menurut Setioningsih, dkk. (2004) kadar protein dari minuman fermentasi dipengaruhi oleh jumlah bakteri, dimana kenaikan jumlah bakteri akan meningkatkan jumlah enzim yang digunakan untuk memecah protein menjadi peptida dan akan dihidrolisis lebih lanjut menjadi asam amino. Sedangkan menurut Askar dan Sugiarto (2005) bahwa kadar protein yoghurt ditentukan oleh kuantitas bahan yang ditambahkan, semakin tinggi kadar protein bahan maka meningkatkan kadar protein yoghurt..

Kandungan protein pada yoghurt merupakan jumlah total dari protein bahan dasar yang digunakan (susu) dan protein dari

BAL. Selama proses fermentasi, protein akan dihidrolisis menjadi komponen-komponen terlarut untuk keperluan pembentukan protein sel BAL (Khoiriyah dan Fatchiyah, 2013). *Lactobacillus* sp. mempunyai aktivitas proteolitik yang cukup tinggi dibandingkan BAL yang lain, sehingga produk yang dihasilkan dari fermentasi oleh bakteri ini memiliki rasa dan nilai gizi yang tinggi (Soeharsono, dkk., 2010). Selama sumber energi masih terpenuhi, semakin lama waktu fermentasi maka mikroorganismenya juga semakin banyak selama masih dalam fase log pertumbuhan. Mikroorganismenya mempunyai kandungan protein, makin banyak mikroorganismenya maka proteinnya juga semakin banyak (Mulyani, Fajariyah, dan Pratiwi, 2016).

2.7. Total Padatan

Total padatan merupakan bagian padat dari susu, nutrisi yang terkandung di dalamnya terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral yang tidak larut dalam air dan sebagian kecil air (Askar dan Sugiarto, 2005). Menurut Tamime and Robinson (2000) kualitas yoghurt ditentukan oleh viskositas dan konsistensi koagulan yang kesemuanya itu ditentukan oleh keberadaan total padatan yang dikandungnya. Semakin tinggi total padatan akan meningkatkan viskositas dan konsistensi koagulan yoghurt.

Total padatan susu (termasuk lemak) pada pembuatan yoghurt berkisar 9-20%. Kandungan total padatan 12 sampai 14% sudah cukup untuk mendapatkan konsistensi yoghurt yang baik (Tamime and Robinson, 2000). Persyaratan minimal total padatan yoghurt menurut SNI 2981:2009 (Badan Standardisasi Nasional, 2009) adalah 11,2%. Berkurangnya komponen lemak dalam yoghurt akan mengurangi total padatan yoghurt sehingga berakibat pada kurang baiknya tekstur yoghurt serta meningkatkan terjadinya pemisahan whey



pada yoghurt (Djali, Huda, dan Andriani, 2018). Semakin tinggi konsentrasi sukrosa, total padatan tidak terlarut semakin rendah. Peningkatan sukrosa menyebabkan total padatan tidak larut air menurun karena sukrosa memiliki sifat menyerap air (higroskopik). Selama fermentasi, sukrosa dan laktosa dirombak menjadi asam laktat oleh *starter* pada jumlah yang besar. Total padatan terlarut berasal dari asam-asam organik (termasuk asam laktat), pemecahan karbohidrat, protein yang terurai, pemecahan lemak, vitamin dan pigmen (Sintasari, Kusnadi, dan Ningtyas, 2014). Peningkatan zat-zat terlarut akan menurunkan zat-zat yang tidak terlarut dalam air. Sedangkan zat-zat yang tidak larut air dalam yoghurt yaitu protein berupa kasein, lemak, dan vitamin A (Kusumaningtyas, Handayani, dan Hartati, 2019).





BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk pembuatan yoghurt dan pengujian pH. Pengujian kadar protein dan total padatan dilaksanakan di Laboratorium Ternak Perah Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2020.

3.2. Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah susu krim yang berasal dari susu sapi segar yang diperoleh dari Koperasi Mitra Bhakti Makmur, Junrejo dan *Starter L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan *S. thermophilus* berasal dari CV. Brawijaya Dairy Industry. Berikut adalah alat dan bahan yang diperlukan:

1. Alat

- a. Pembuatan yoghurt: Panci, pengaduk, kompor gas, sendok, pengaduk, wadah plastik, toples, bak rendaman, *waterbath*, termometer, kertas label dan lemari es.
- b. Pengujian yoghurt:
 - 1) pH: pH meter merk *Schott lab 860 laboratory*, beaker glass, dan tisu kering.
 - 2) Kadar protein: *Lactoscan LA(automatic)* dan gelas.
 - 3) Total padatan: *Lactoscan LA(automatic)* dan gelas.

2. Bahan



- a) Pembuatan yoghurt:
 - 1) Susu krim yang berasal dari susu sapi segar diperoleh dari Koperasi Mitra Bhakti Makmur, Junrejo.
 - 2) *Starter L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan *S. thermophilus* berasal dari CV. Brawijaya Dairy Industry.
- b) Pengujian yoghurt:
 - 1) pH: Sampel, akuades, larutan *buffer* pH 4, dan larutan *buffer* pH 7.
 - 2) Kadar protein: Sampel dan akuades.
 - 3) Total padatan: Sampel dan akuades.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode percobaan laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dan 5 ulangan. Pengacakan dilakukan dengan sistem lotre. Variabel yang diuji meliputi pH, kadar protein, dan total padatan. Model pengacakan data penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Model Pengacakan Data Penelitian

		Unit Percobaan									
Urutan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Perlakuan	P ₂	P ₂	P ₀	P ₃	P ₂	P ₁	P ₃	P ₃	P ₀	P ₁	
Urutan	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Perlakuan	P ₁	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₃	P ₁	P ₀	P ₀	P ₂	

P₀: Fermentasi 42°C (4 Jam) (*Control*)

P₁: Fermentasi 24°C (24 jam)

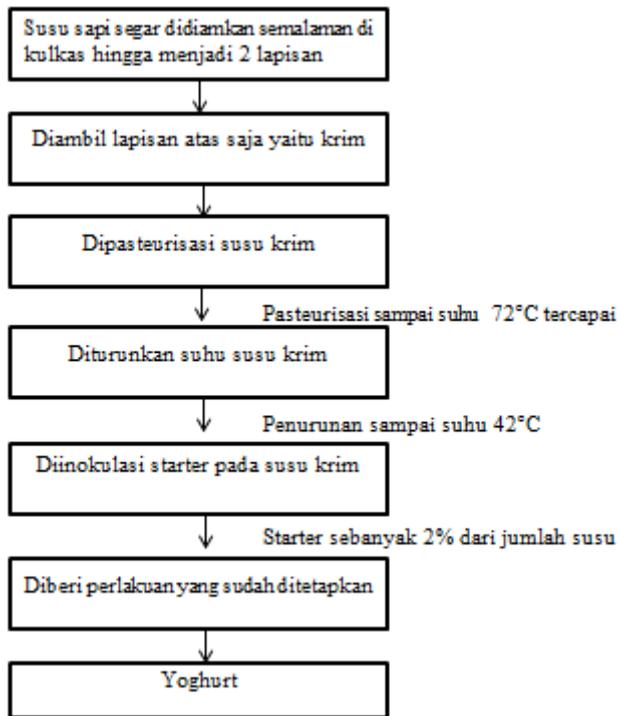
P₂: Fermentasi 24°C (48 jam)

P₃: Fermentasi 24°C (72 jam)



3.4. **Prosedur Penelitian**

Pembuatan yoghurt diawali dengan menyiapkan 100 ml susu krim. Memanaskan susu dengan api kecil pada sampai suhu 72°C, setelah itu api dimatikan. Kemudian menurunkan suhu sampai 42°C. Memasukkan starter *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan *S. thermophilus* sebanyak 2% dari jumlah susu krim. Kemudian untuk percobaan *control* disimpan pada *waterbath* dengan suhu 42°C selama 4 jam. Sedangkan percobaan dengan perlakuan 24 jam, 48 jam, dan 72 jam diinkubasi selama waktu yang sudah ditentukan dalam wadah yang tertutup dengan suhu 24°C. Setelah melewati waktu dipanen dilanjut dengan uji pH, kadar protein, dan total padatan. Prosedur pembuatan yoghurt dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pembuatan yoghurt (Utami, Pantaya, Subagja, 2020) yang telah dimodifikasi.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

1. pH, Prosedur pengujian menggunakan pH meter menurut SNI(2019) dapat dilihat pada Lampiran 1.
2. Kadar protein (%), Prosedur pengujian kadar protein menggunakan *lactoscan* menurut Rahadi dan Zamzaini (2017) dapat dilihat pada Lampiran 2.
3. Total padatan (%), Prosedur pengujian total padatan menggunakan *lactoscan* menurut Rahadi dan Zamzaini (2017) dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.6. Analisis Data

Data pH, kadar protein, dan total padatan pada yoghurt yang diperoleh dianalisis menggunakan program Microsoft Excel, setelah data rata-rata diperoleh dilanjutkan dengan analisis ragam dengan rumus:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ dimana;}$$

Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke i ulangan j

μ = nilai rata-rata

τ_i = pengaruh perlakuan ke i

ε_{ij} = galat percobaan pada perlakuan i , ulangan ke j

i = perlakuan 1, 2... t

j = ulangan 1, 2, 3... r

Apabila ada perbedaan yang nyata dilakukan dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan dengan rumus $JNT(\alpha, d, v) = JND_{(\alpha, d, v)} \times \sqrt{(KT \text{ galat} / r)}$ dimana α , d , dan v adalah taraf nyata yang dipilih, jarak, dan db galat percobaan berturut-turut (Yitnosumarto, 1993).

3.7. Batasan Istilah

Waktu fermentasi : Waktu yang diperlukan untuk fermentasi yoghurt.

Susu krim : Susu yang didiamkan semalam untuk diambil bagian krimnya.

Yoghurt susu krim : Yoghurt yang dibuat dengan menggunakan susu krim dengan Starter *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan *S. thermophilus*.

Starter : Kultur bakteri yang digunakan untuk fermentasi terdiri dari *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan



S. thermophilus.

Pasteurisasi

: Pemanasan susu sampai suhu
72°C kemudian api dimatikan.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap pH Yoghurt Susu Krim

Susu krim yang digunakan dalam pembuatan yoghurt memiliki pH 6,50. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengaruh waktu fermentasi terhadap pH yoghurt susu krim. Data dan analisis statistik pH yoghurt susu krim selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Rataan pH Yoghurt dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan pH Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Rataan \pm SD (%)
P ₀	4,02 \pm 0,05 ^b
P ₁	4,00 \pm 0,01 ^b
P ₂	3,68 \pm 0,01 ^a
P ₃	3,65 \pm 0,03 ^a

Keterangan: superskrip ^a dan ^b yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt memberikan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH yoghurt. Hasil pH yang berbeda sangat nyata menunjukkan semakin lama fermentasi memberikan BAL kesempatan yang lebih banyak untuk berkembang sehingga terus terjadi penurunan pH. Saat proses fermentasi berlangsung BAL akan mengubah laktosa menjadi asam laktat sehingga akan menurunkan pH yoghurt. Hal ini sependapat dengan Evanuarini (2010) semakin lama pemeraman



berarti semakin memberi kesempatan bagi bakteri asam laktat untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat, sehingga ion hidrogen bebas akan meningkat. Meningkatnya jumlah asam laktat ini selanjutnya dapat menurunkan pH karena semakin banyaknya konsentrasi ion H⁺. Menurut Djaafar dan Rahayu (2006) menyatakan bahwa selama proses fermentasi BAL akan memanfaatkan karbohidrat yang ada hingga terbentuk asam laktat, hingga terjadi penurunan nilai pH. Menurut Indratiningsih, Salasia, dan Wahyuni (2004) menambahkan bahwa inokulasi *starter* dimungkinkan terjadi degradasi laktosa dan produksi asam laktat yang berakibat pada penurunan pH dan terbentuknya gumpalan yoghurt.

Menurut Sunarlim (2009) komponen susu yang paling penting selama terganggu dan pada titik isoelektrik \pm pH 4,6. Kasein akan menggumpal membentuk koagulan dan terbentuk susu semi padat. Hasil metabolisme BAL akan membentuk asam laktat berupa senyawa diasetil dan aseton yang memberikan bau dan rasa yoghurt yang khas.

Berdasarkan analisis ragam, pH yoghurt memberikan hasil yang berbeda selama 24 jam dengan suhu 24°C paling optimum untuk mendapatkan pH yoghurt yang sesuai dengan SNI 01-2981-2009 yaitu dengan pH yoghurt 4–5, apabila yoghurt diperam terlalu lama akan menjadi lebih asam. Hal ini sependapat dengan Agustina, Kartika, dan Panggabean (2015) lamanya waktu fermentasi, aktivitas mikroba semakin meningkat dan jumlah mikroba semakin banyak, sehingga mengakibatkan pH menjadi turun. Hal ini membuktikan terjadinya perubahan kimia pada komponen gula menjadi asam. Proses fermentasi yang semakin lama menyebabkan penurunan pH yoghurt. Menurut Mulyani, Legowo, dan Mahanani (2008) pH menurun seiring dengan

menurunnya aktivitas bakteri, ditandai dengan semakin berkurangnya jumlah BAL yang masih hidup.

4.2. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Yoghurt Susu Krim

Susu sapi segar memiliki kadar protein minimal 2,8% (SNI, 2011). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar protein yoghurt susu krim. Data dan analisis statistik Kadar Protein Yoghurt Susu Krim selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Rataan Kadar Protein Yoghurt dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Kadar Protein Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Rataan \pm SD (%)
P ₀	3,22 \pm 2,27
P ₁	4,00 \pm 0,56
P ₂	1,94 \pm 1,63
P ₃	3,55 \pm 1,61

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt memberikan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein yoghurt. Kandungan protein pada yoghurt merupakan jumlah total dari protein bahan dasar yang digunakan (susu) dan protein dari BAL. Selama proses fermentasi, protein akan dihidrolisis menjadi komponen-komponen terlarut untuk keperluan pembentukan protein sel BAL. Hanya 20% dari komponen nitrogen terlarut yang digunakan untuk pertumbuhannya (Khoiriyah dan Fatchiyah, 2013). Suhu yang digunakan juga mempengaruhi kerja dari BAL itu sendiri, apabila suhu yang



digunakan tidak optimum maka aktivitas dari BAL juga menurun jika dibandingkan dengan pembuatan dengan suhu yang optimum. Hal ini juga didukung oleh pendapat Muawanah (2007) bahwa *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* merupakan bakteri asam laktat yang tumbuh secara optimum pada suhu 40 sampai 45°C.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa waktu fermentasi tidak menunjukkan perbedaan secara nyata terhadap kandungan protein yoghurt akan tetapi kandungan yoghurt di dalam penelitian ini hanya P₁ yang memenuhi syarat mutu kandungan protein yoghurt yaitu (minimal 3,5 %, SNI 2981: 2009). Rendahnya kandungan protein yoghurt bisa disebabkan karena saat pemisahan krim dan skim protein susu banyak terletak pada skim sehingga kandungan protein pada yoghurt rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso, Basito, dan Muhammad (2013) susu krim merupakan susu yang telah melewati proses penghilangan protein dan kaya akan lemak sedangkan susu skim juga memiliki kandungan protein yang masih utuh dibandingkan susu krim. Susu skim merupakan bagian susu yang telah dikurangi lemaknya sehingga banyak mengandung protein. Menurut Askar dan Sugiarto (2005) menyatakan bahwa kadar protein yoghurt ditentukan oleh kuantitas bahan yang ditambahkan, semakin tinggi kadar protein bahan maka meningkatkan kadar protein yoghurt. Kadar protein yoghurt juga dipengaruhi oleh banyaknya bakteri yang berkembang pada yoghurt. Bakteri membutuhkan laktosa untuk keperluan energi dan juga suhu yang ideal untuk berkembang dengan maksimal. Bakteri dapat tumbuh diantaranya karena suhu dan makanan yang ada. Menurut Agustina dan Yusuf (2010) menyatakan bahwa tinggi atau rendahnya kandungan protein pada yoghurt dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain jumlah total protein yang digunakan dan jumlah BAL yang tinggi.



Hasil penelitian menunjukkan kadar protein memberikan hasil tidak nyata, bila dilihat pada Tabel 4, yang paling tinggi adalah P_1 sebesar 4,00% dan terendah P_2 1,94%. Hasil tersebut menunjukkan perlakuan waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar protein karena kadar protein yang naik turun relatif besar pada fermentasi 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Turun naik kadar protein yoghurt bisa disebabkan pada fase awal bakteri berkembang secara cepat sehingga meningkatkan kadar protein yoghurt. Hal ini sesuai dengan Syaputra, Pato, dan Rossi (2015) pengaruh jumlah BAL dalam medium fermentasi yang akan mempengaruhi kandungan protein yoghurt. Kandungan protein akan semakin meningkat jika jumlah BAL dalam medium fermentasi semakin banyak, hal ini karena protein merupakan komponen penyusun BAL. Seiring lamanya fermentasi BAL berlanjut ke fase stasioner dimana sudah tidak ada penambahan jumlah bakteri. Pada fase kematian banyak bakteri yang mati karena cadangan nutrisi yang semakin sedikit. Penelitian Hidayati (2010) pola pertumbuhan *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* mempunyai kecenderungan yang hampir sama yaitu meningkat dari jam ke-0 sampai jam ke-12, kemudian cenderung stasioner mulai jam ke-12 sampai jam ke-24. Hal ini menunjukkan bahwa *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* mencapai fase stasioner pada jam ke-12 selama fermentasi susu.

4.3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Total Padatan Yoghurt Susu Krim

Susu sapi segar memiliki kandungan total padatan sebesar 10,8% (SNI, 2011). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil pengaruh waktu fermentasi terhadap total padatan yoghurt susu krim. Data dan analisis statistik Total Padatan Yoghurt Susu Krim selengkapnya dapat dilihat pada



Lampiran 3. Rataan Total Padatan Yoghurt dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Total Padatan Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Rataan \pm SD (%)
P ₀	35,60 \pm 12,63
P ₁	35,03 \pm 11,58
P ₂	19,86 \pm 10,13
P ₃	26,84 \pm 4,67

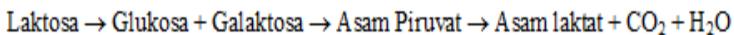
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi dalam pembuatan yoghurt memberikan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap total padatan yoghurt. Penggunaan suhu 24°C membuat aktivitas BAL dalam melakukan fermentasi menurun dan sangat lama dikarenakan BAL yang digunakan yaitu *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, dan *S. thermophilus* merupakan bakteri yang akan tumbuh optimum pada kisaran suhu 35 sampai 45°C, hal ini sesuai dengan Soeharsono, dkk. (2010) yang mengatakan bahwa *L. bulgaricus* tergolong bakteri mesofilik dengan kisaran suhu optimum 25 sampai 45°C, *L. acidophilus* 35 sampai 38°C, dan *S. thermophilus* 37 sampai 42°C. Proses fermentasi yang lambat akan membuat perombakan bahan penyusun susu tidak berbeda nyata. Total padatan adalah seluruh komponen penyusun kecuali kadar air, yang termasuk bahan padat adalah karbohidrat, protein, vitamin dan mineral. Total padatan susu berperan dalam proses fermentasi susu. Salah satu komponen penting dalam bahan kering yang berperan yaitu laktosa dan kasein. Selama proses fermentasi, laktosa diubah oleh bakteri asam laktat menjadi asam laktat. Pembentukan asam laktat oleh BAL menyebabkan adanya penurunan pH sehingga kasein mengalami koagulasi. Adanya

koagulasi dari kasein menyebabkan tekstur menjadi semi padat sehingga viskositasnya naik. Menurut Jannah, Nurwantoro, dan Pramono (2012) selama proses fermentasi berlangsung, BAL menggunakan bahan kering yang ada pada susu yaitu karbohidrat untuk diubah menjadi asam laktat. Timbulnya asam laktat ini menyebabkan adanya denaturasi kasein yang dibuktikan dengan terbentuknya koagulasi. Koagulasi akan menyebabkan perubahan viskositas pada yoghurt.

Leماج termasuk dalam total padatan yoghurt, semakin lama fermentasi maka kadar lemak akan menurun karena BAL memiliki sifat lipolitik yaitu memecah lemak. Sehingga semakin lama fermentasi dapat menurunkan total padatan, karena dalam yoghurt ini lemak salah satu penyusun yang paling tinggi. Hal ini sependapat dengan Agustina, dkk. (2015) semakin lama proses fermentasi berlangsung semakin terjadi penurunan kadar lemak. Hal ini disebabkan pertumbuhan mikroba yang begitu cepat tidak diimbangi tersedianya nutrisi yang cukup dikarenakan media yang digunakan sekaligus sebagai bahan dasar yaitu susu, sehingga semakin banyak bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* semakin banyak nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangannya. Hal tersebut diperkuat Syaputra, dkk. (2015) jumlah BAL dalam media fermentasi, selanjutnya BAL akan menghidrolisis lemak menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga mengakibatkan kandungan lemak menurun.

Protein termasuk dalam penyusun total padatan, namun hasil penelitian menunjukkan protein yoghurt masih dibawah SNI. Selama proses fermentasi protein susu akan terkoagulasi karena suasana yang asam sehingga membuat yoghurt menggumpal dan bertekstur semi padat. Hal ini sesuai dengan Agustina, dkk. (2015) proses fermentasi yoghurt berlangsung melalui penguraian protein susu. Sel-sel bakteri menggunakan

laktosa dari susu untuk mendapatkan karbon dan energi dan memecah laktosa tersebut menjadi gula sederhana yaitu glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim β - galaktosidase. Proses fermentasi akhirnya akan mengubah glukosa menjadi produk akhir asam laktat. Proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 3.

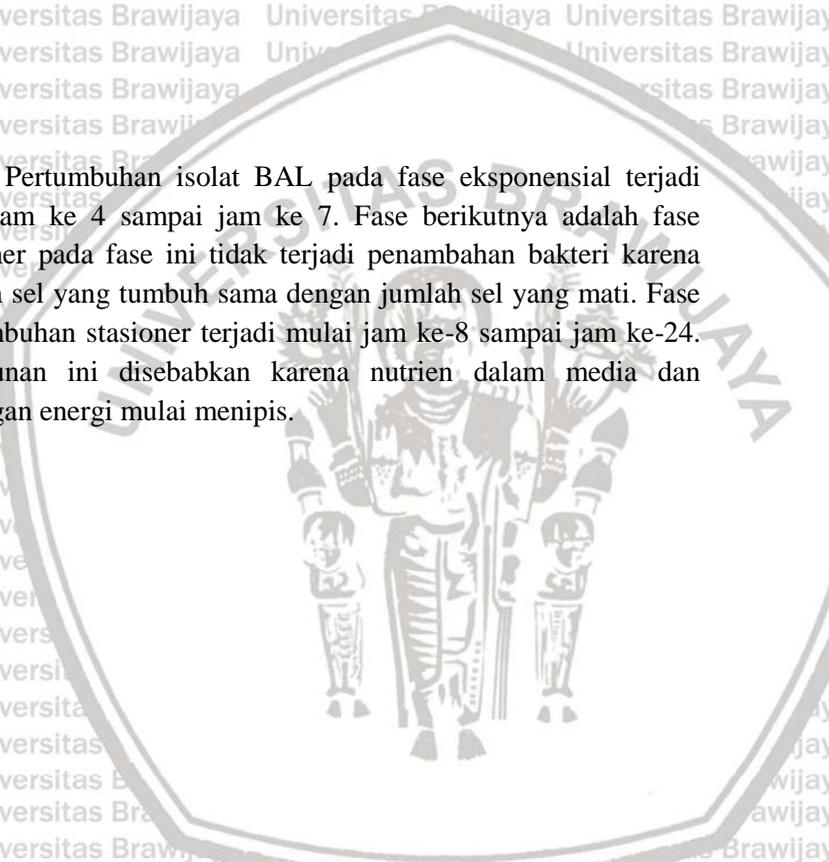


Gambar 3. Proses Fermentasi

Adanya asam laktat memberikan rasa asam pada yoghurt. Hasil fermentasi ini merubah tekstur susu menjadi kental. Hal ini dikarenakan protein susu terkoagulasi pada suasana asam, sehingga terbentuk gumpalan. Asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri tersebut dapat mengubah susu menjadi yoghurt yang melalui proses fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan total padatan memberikan hasil tidak nyata, bila dilihat pada Tabel 5, yang paling tinggi adalah P_0 sebesar 35,60% dan terendah P_2 19,86%. Total padatan yang tidak berbeda nyata menunjukkan waktu fermentasi yang berbeda pada suhu 24°C akan memperlambat kerja dari BAL dalam fermentasi jika dibandingkan dengan suhu 42°C sehingga hasil akhir dari semua perlakuan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata, kemudian dengan fermentasi yang terlalu lama fase pertumbuhan BAL juga sudah melewati fase stasioner. Bakteri asam laktat memiliki rentang suhu optimal 37 sampai 42°C (Husmaini, Purwati, Yuniza. 2011). Penelitian Mardalena (2016) fase lag pada BAL potensial terjadi selama jam ke-0 sampai jam ke-4. Fase selanjutnya adalah fase eksponensial yang merupakan fase dimana pertumbuhan bakteri berlangsung sangat

cepat. Pertumbuhan isolat BAL pada fase eksponensial terjadi pada jam ke 4 sampai jam ke 7. Fase berikutnya adalah fase stasioner pada fase ini tidak terjadi penambahan bakteri karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Fase pertumbuhan stasioner terjadi mulai jam ke-8 sampai jam ke-24. Penurunan ini disebabkan karena nutrisi dalam media dan cadangan energi mulai menipis.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian setelah dibandingkan dengan SNI yoghurt didapatkan waktu fermentasi yang optimum pada suhu 24°C selama 24 jam yang memberikan hasil terbaik terhadap kualitas yoghurt ditinjau dari pH 4,00, kadar protein 4,00%, dan total padatan 35,03%.

5.2. Saran

Disarankan untuk membuat yoghurt susu krim dengan waktu inkubasi 24 jam pada suhu 24°C dan perlu dilakukan uji kandungan vitamin pada yoghurt susu krim.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, W., dan Y. Andriana. 2010. *Karakteristik Produk Yoghurt Susu Nabati Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.)*. Yogyakarta, 26 Januari 2010. Subang: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI.
- Agustina, Y., R. Kartika, dan A. S. Panggabean. 2015. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Laktosa, Lemak, pH, dan Keasaman pada Susu Sapi yang Difermentasi Menjadi Yoghurt. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 12(2), 97-100.
- Agustine, L., Y. Okfrianti, dan Jumiyati. 2018. Identifikasi Total Bakteri Asam Laktat (BAL) pada Yoghurt dengan Variasi Sukrosa dan Susu Skim. *Jurnal Dunia Gizi*, 1(2), 79-83.
- Al-Baarri, A. N., A. M. Legowo, Y. B. Legowo. 2016. *Teknik Pembuatan Fruity Powder Yogurt*. Indonesian Food Technologists. Semarang.
- Amrullah, F. A., Liman, dan Armanto. 2015. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbohidrat pada Silase Limbah Sayuran terhadap Kadar Lemak Kasar, Serat Kasar, Protein Kasar dan Bahan Ekstrak tanpa Nitrogen. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4), 221-227.

Anggraini, E. W., T. M. Kiranawati, dan R. R. Mariana. 2018. Analisis Kualitas Yoghurt dengan Variasi Rasio Susu Kacang Tolo (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp Ssp) dan Susu Sapi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1), 16–20.

Askar, S., dan Sugiarto. 2005. *Uji Kimiawi dan Organoleptik Sebagai Uji Mutu Yoghurt*. Bogor, 2005. Bogor: Balai Penelitian Ternak dan Balai Besar Penelitian Pasca Panen Pertanian.

Dhani, A. U. 2018. Pengaruh Substitusi Lemak Susu dengan Berbagai Minyak Nabati Terhadap Total Bahan Padat, Tekstur dan Waktu Pelelehan. *Serat Acitya*, 6(2), 44.

Djaafar, T. F., dan E. S. Rahayu. 2006. Karakteristik Yoghurt dengan Inokulum *Lactobacillus* yang Diisolasi dari Makanan Fermentasi Tradisional. *Agros*, 8(1), 73–80.

Djali, M., S. Huda, dan L. Andriani. 2018. Karakteristik Fisikokimia Yoghurt Tanpa Lemak dengan Penambahan Whey Protein Concentrate dan Gum Xanthan. *agriTECH*, 38(2), 178–186.



Evanuarini, H. 2010. Pengaruh Suhu dan Lama Pemeraman pada Inkubator Terhadap Kualitas Fisik Kefir. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 20(2), 8-13.

Ferdman, R. 2016. *The Whole Truth About "Whole Milk"*. Diakses tanggal 30 Juni 2020. <https://www.washingtonpost.com>.

Food Standards Australia New Zealand. 2014. Standard 2.5.3 Fermented Milk Products. Diakses 2 Juli 2020. <https://www.comlaw.gov.au/Details/F2014C01192/2d403626-62d0-4b9f-af40-b15b952d8aa8>.

Gemechu, T. 2015. Review on Lactic Acid Bacteria Function in Milk Fermentation and Preservation. *African Journal of Food Science*, 9(4), 170-175.

Hartayanie, L., dan S. Ita. 2010. Sentuhan Teknologi Untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Susu Sapi. Renai: Kajian Politik Lokal dan Sosial Humaniora. *Jurnal Sosial-Humaniora dan Politik Lokal*, 10(1), 98-108.

Hawa, L. C., A. Lastryanto, dan A. A. Eryantri. 2019. Analisa Sifat Fisik dan Kandungan Gizi Produk Krim Susu Menggunakan Teknologi Sentrifugasi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 196-206.

Hidayat N., M. C. Padaga, dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. ANDI. Yogyakarta.

Hidayati, D. 2010. Pola Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Selama Fermentasi Susu Kedelai. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(2), 72-76.

Hoffmann, W., and W. Buchheim. 2006. Significance of Milk Fat in Cream Products. *In Advanced Dairy Chemistry*, 2, 365-375.

Husmaini, A. M., E. Purwati, A. Yuniza. 2011. Growth and Survival of Lactic Acid Bacteria Isolated From by-Product of Virgin Coconut Oil As Probiotic Candidate For Poultry. *Int J Poultry Sci*, 10, 309-314.

Indratiningsih, W., S. I. O. Salasia, dan E. Wahyuni. 2004. Produksi Yoghurt Shiitake (Yoshitake) Sebagai Pangan Kesehatan Berbasis Susu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15(1), 54-60.

Ihsan, R. Z., D. Cakrawati, M. N. Handayani, dkk. 2017. Penentuan Umur Simpan Yoghurt Sinbiotik dengan Penambahan Tepung Gembolo Modifikasi Fisik. *EDUFORTECH*, 2(1), 1-6.



Jannah, A. M. 2010. Proses Fermentasi Hidrolisat Jerami Padi Untuk Menghasilkan Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 44-52.

Jannah, A. M., N. Nurwantoro, dan Y. B. Pramono. 2012. Kombinasi Susu dengan Air Kelapa Pada Proses Pembuatan Drink Yoghurt Terhadap Kadar Bahan Kering, Kekentalan dan pH. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(3), 1-3.

Karlina, R., dan A. Rahayuni. 2014. Potensi Yoghurt Tanpa Lemak dengan Penambahan Tepung Pisang dan Tepung Gembili Sebagai Alternatif Menurunkan Kolesterol. *Journal of Nutrition College*, 2(3), 16-25.

Kartikasari, D. I., dan F. C. Nisa. 2014. Pengaruh Penambahan Sari Buah Sirsak dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Yoghurt. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 239-248.

Khoiriyah, L. K., dan F. Fatchiyah. 2013. Karakter Biokimia dan Profil Protein Yoghurt Kambing PE Difermentasi Bakteri Asam Laktat (BAL). *The Journal of Experimental Life Science*, 3(1), 1-6.

Kusumaningtyas, A. A., C. B. Handayani, dan S. Hartati. 2019. Sifat Fisika dan Kimia Yoghurt Sinbiotik Kering



Beku dengan Variasi Sukrosa. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(2), 114-122.

Lastriyanto, A., E. D. Kuncahyo, dan N. Komar. 2011. Desain dan Uji Prototipe Alat Pasteurisasi Susu Berbasis Teknologi Irradiasi Ultraviolet (Kajian Dosis Uv). *Rekayasa Mesin*, 2(1), 7-16.

Malaka, R., dan A. Laga. 2005. Isolasi dan Identifikasi *Lactobacillus bulgaricus* Strain Ropy dari Yoghurt Komersial. *J. Sains dan Teknologi*, 5(1), 50-58.

Mardalena, M. 2016. Fase Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) Tempoyak Asal Jambi yang Disimpan pada Suhu Kamar. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(1), 58-66.

Muawanah, A. 2007. Pengaruh Lama Inkubasi dan Variasi Jenis Starter Terhadap Kadar Gula, Asam Laktat, Total Asam dan pH Yoghurt Susu Kedelai. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(1), 1-6.

Mulyani, S., N. Fajariyah, dan W. Pratiwi. 2016. Profil Kadar Protein, Kadar Lemak, Keasaman dan Organoleptik Soyghurt Kulit Buah Pisang Raja (*Musa textillis*) pada Variasi Suhu dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 1(2), 48-57.



Mulyani, S., A. M. Legowo, dan A. A. Mahanani. 2008. Viabilitas Bakteri Asam Laktat, Keasaman dan Waktu Pelelehan Es Krim Probiotik Menggunakan Starter *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum*. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*, 33(2), 120-125.

Navyanti, F., dan R. Adriyani. 2015. Hygiene Sanitation, Physical Qualities and Bacterial in Fresh Cow's Milk Of X Milk Company in Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1), 36-47.

Ngafifuddin, M., S. Sunarno, dan S. Susilo. 2017. Penerapan Rancang Bangun pH Meter Berbasis Arduino pada Mesin Pencuci Film Radiografi Sinar-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 66-70.

Nurmianbari, I. S., Sumartini, dan D. P. P. Arifin. 2018. Kajian Penambahan Skim dan Santan Terhadap Karakteristik Yoghurt dari Whey. *J Food Technol*, 5(1), 1-12.

Rahadi dan Zamzaini. 2017. *Manajemen Susu Sapi Perah*. LPTP (Lembaga Pengembangan Teknologi Pedesaan). Karanganyar

Rasbawati, R., I. Irmayani, I. D. Novieta. 2019. Karakteristik Organoleptik dan Nilai pH Yoghurt dengan



Penambahan Sari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 7(1), 41-46.

Santoso, E. B., B. Basito, dan D. R. A. Muhammad. 2013. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis dan Konsentrasi Susu Terhadap Sifat Sensoris dan Sifat Fisikokimia Puree Labu Kuning (*Cucurbita moschata*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 15-26.

Scott, L. L., S. E. Duncan, S. S. Sumner. 2003. Physical properties of cream reformulated with fractionated milk fat and milk-derived components. *Journal of dairy science*, 86(11), 3395-3404.

Shah, N. P. 2006. *Health Benefit of Yoghurt and Fermented Milks*, in R.C. Chandan. C.H. White. A. Kilara. Y.H. Hui(eds). *Manufacturing yoghurt and Fermented milks*. Blackwell Publishing. Oxford.

Sintasari, R. A., J. Kusnadi, dan D. W. Ningtyas. 2014. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Beras Merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 65-75.

Setioningsih, E., Setyaningsih, Ratna. 2004. Pembuatan Minuman Probiotik dari Susu Kedelai dengan Inokulum



Lactobacillus casei, *Lactobacillus plantarum*, dan *Lactobacillus acidophilus*. *Bioteknologi*, 1(1), 1-6.

Soeharsono, A. Cakrawati, M. N. Handayani,. 2010. *Probiotik*. Widya Padjadjaran. Bandung.

Standar Nasional Indonesia (SNI). 2009. *SNI 2981: 2009*. Yoghurt. Diakses pada tanggal 2 Juli 2020.

Standar Nasional Indonesia (SNI). 2011. Standar Nasional Indonesia (SNI). Susu Segar Bagian 1: Sapi. Diakses pada tanggal 21 Juni 2021.

Standar Nasional Indonesia (SNI). 2019. *SNI 989.11: 2019*. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) menggunakan pH Meter. Diakses pada tanggal 22 April 2021.

Sujono, S., M. R. A. Rofat, K. Hendra,. 2019. Karakter Rasa dan pH Yoghurt Susu Kambing pada lama dan Jenis Starter yang Berbeda. *Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 7(1), 27-35.

Sunarlim, R. 2009. Potensi *Lactobacillus* Sp. Asal dari Dadih Sebagai Starter pada Pembuatan Susu Fermentasi Khas Indonesia. *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 5(1), 69-76.

Sunaryanto, R. 2017. Pengaruh Kombinasi Bakteri Asam Laktat Terhadap Perubahan Karakteristik Nutrisi Susu Kerbau. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 4(1), 21-27.

Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. UNESA Press. Surabaya.

Surono, I. S. 2004. *Probiotic Susu Fermentasi dan Kesehatan*. YAPMMI (Yayasan Pengusaha Makanan dan Minuman Seluruh Indonesia). Jakarta.

Syainah, E. dan S. Novita. 2014. Kajian Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dan Inkubasi Yang Berbeda Terhadap Mutu dan Daya Terima. *Jurnal Skala Kesehatan*, 5(1), 1-8.

Syaputra, A., U. Pato, dan E. Rossi. 2015. Variasi Penambahan Sukrosa Terhadap Mutu Cocoghurt Menggunakan *Enterococcus Faecalis* UP-11 yang Diisolasi dari Tempoyak. *Jom Faperta*, 2(1), 1-11.

Tamime, A. Y., dan R. K. Robinson. 2000. *Yoghurt Science and Technology*. American Public Health Association. Washington DC.

Trachoo, N. 2002. Yoghurt: The Fermented Milk. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 24(4), 727-737.

Usmiati, S., dan A. Bakar. 2009. *Teknologi Pengolahan Susu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Press. Bogor.

Utami, M. M. D., D. Pantaya, H. Subagja. 2020. Teknologi Pengolahan Yoghurt Sebagai Diversifikasi Produk Susu Kambing pada Kelompok Ternak Desa Wonoasri Kecamatan Tempurejo Kabupaten Jember. *Journal of Community Empowering and Services*, 4(1), 30-35.

Utami, R., M. M. Andriani, dan Z. A. Putri. 2010. Kinetika Fermentasi Yoghurt yang Diperkaya Ubi Jalar (*Ipomea batatas*). *Journal of Sustainable Agriculture*, 25(1), 50-55.

Veratamala, A. 2020. *Lebih Sehat Mana, Susu Full Cream atau Susu Skim*. Diakses tanggal 17 Juli 2020. <http://www.hellosehat.com>

Widyastuti, Y., dan A. Febrisiantosa. 2014. The Role of Lactic Acid Bacteria in Milk Fermentation. *Food and Nutrition Sciences*, 5(4), 435-442.

Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta



Winarno, F. G. dan I. E. Fernandez. 2007. *Susu dan Produk Fermentasinya*. M-Brio Press. Bogor

Yitnosumarto, S. 1993. *Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Uji pH (SNI, 2019).

1. Dinyalakan pH meter dengan menekan tombol *power*.
2. Diatur pH meter untuk mengkalibrasi terlebih dahulu.
3. Dilakukan kalibrasi internal pH meter dengan menggunakan larutan penyangga pH 4 dan larutan penyangga pH 7.
4. Dibilas elektroda dengan akuades, selanjutnya dikeringkan dengan tisu halus dengan pelan-pelan.
5. Dimasukkan elektroda ke dalam sampel yang diuji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
6. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.
7. Dicatat suhu pada saat pengukuran pH dan laporkan hasilnya.
8. Dibilas kembali elektroda dengan akuades setelah pengukuran.
9. Dimatikan pH meter setelah semua sampel sudah diuji.



Lampiran 2. Prosedur *Lactoscan* (Rahadi dan Zamzaini, 2017) yang telah dimodifikasi untuk menguji kadar protein dan total padatan

1. Dihidupkan *lactoscan* kemudian pasang selang (kecil dan besar) pada bagian belakang.
2. Disiapkan wadah penampung cairan *cleaning* dan cairan hasil analisis.
3. Dilakukan *cleaning* dengan akuades, *cleaning* dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan *lactoscan*.
4. Dihomogenkan sampel yoghurt yang telah diencerkan menggunakan akuades dengan perbandingan 1:1.
5. Dimasukkan sampel ke dalam *beaker glass* sebanyak 25 ml.
6. Dimasukkan *beaker glass* yang berisi sampel pada ujung jarum yang merupakan bagian alat *lactoscan*.
7. Dipilih jenis susu apa yang dianalisis pada menu utama layar.
8. Diklik tombol OK pada alat dan sampel akan tersedot masuk ke dalam alat.
9. Ditunggu selama 60 detik untuk mengetahui hasilnya.
10. Dilakukan *cleaning* kembali menggunakan akuades jika alat telah selesai digunakan.

Lampiran 3. Data dan Analisis Statistik pH Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Ulangan					Total Perlakuan	Rataan	SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅			
P ₀	4,063	3,982	3,990	4,100	3,974	20,109	4,0218	0,05
P ₁	3,988	3,997	4,023	4,000	4,015	20,023	4,0046	0,01
P ₂	3,681	3,720	3,695	3,670	3,673	18,439	3,6878	0,01
P ₃	3,695	3,714	3,621	3,620	3,633	76,854	3,6566	0,03
Total Ulangan	15,427	15,413	15,329	15,390	15,295	76,854	15,3708	

a. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}}{t \cdot r} \\
 &= (76,854)^2 / 4 \times 5 \\
 &= (5906,53) / 20 \\
 &= 295,32
 \end{aligned}$$

b. Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}^2 - FK \\
 &= (4,063^2 + 3,982^2 + \dots + 3,621^2 \\
 &\quad + 3,620^2 + 3,633^2) - 295,32 \\
 &= 295,93 - 295,32 \\
 &= 0,60
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t | \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij} |}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{20,109^2 + 20,023^2 + 18,439^2 + 18,283^2}{5} - 295,32 \\
 &= \frac{1479,55}{5} - 295,32 \\
 &= 295,91 - 295,32 \\
 &= 0,58
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,60 - 0,58 = 0,02
 \end{aligned}$$

c. Tabel Analisis Ragam

SK	Df	JK	KT	F hitung	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,58	0,19	152**	3,24	5,29
Galat	16	0,02	0,001444			
Total	19	0,60				

Kesimpulan: F Hitung > F Tabel 1%, menunjukkan bahwa perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap pH yoghurt susu krim.



d. Uji Jarak Berganda Duncan

$$SE = \sqrt{\left(\frac{KT \text{ Galat}}{r}\right)}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,001444}{5}\right)}$$

$$= \sqrt{0,0002888}$$

$$= 0,0169$$

$$JNT \ 1\% = JND \ (1\%, \text{ db galat, } p) \times SE$$

$$JNT \ 1\% \ 2 = 4,13 \times 0,0169 = 0,0697$$

$$JNT \ 1\% \ 3 = 4,34 \times 0,0169 = 0,0733$$

$$JNT \ 1\% \ 4 = 4,45 \times 0,0169 = 0,0752$$

	2	3	4
JND 1%	4,13	4,34	4,45
JNT 1%	0,0697	0,0733	0,0752

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P3	3,657	a
P2	3,688	a
P1	4,004	b
PO	4,021	b





Lampiran 4. Data dan Analisis Statistik Kadar Protein Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Ulangan					Total Perlakuan	Rataan	SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅			
P ₀	4,88	0,24	5,44	4,9	0,68	16,14	3,228	2,27
P ₁	4,93	3,57	4,36	3,74	3,4	20	4,000	0,56
P ₂	0,44	1,3	1,6	0,28	4,7	9,72	1,944	1,63
P ₃	1,92	4,88	1,38	4,2	5,4	17,78	3,556	1,61
Total Ulangan	12,17	11,39	12,78	13,12	14,18	63,64	12,728	

a. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}}{t \cdot r} \\
 &= (63,64)^2 / 4 \times 5 \\
 &= (4050,04) / 20 \\
 &= 202,502
 \end{aligned}$$

b. Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (4,88^2 + 0,24^2 + \dots + 1,38^2 + 4,2^2 \\
 &\quad + 5,4^2) - 202,502 \\
 &= 267,922 - 202,502 \\
 &= 65,459
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum_{i=1}^t | \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij} |}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{16,14^2 + 20^2 + 9,72^2 + 17,78^2}{5} - 202,502 \\
 &= \frac{1071,106}{5} - 202,502 \\
 &= 214,2213 - 202,502 \\
 &= 11,718 \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 65,459 - 11,718 \\
 &= 53,74
 \end{aligned}$$

c. Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F hitung	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	11,718	3,09	1,16	3,24	5,29
Galat	16	53,74	3,35			
Total	19					

Kesimpulan: F Hitung < F Tabel 5%, menunjukkan bahwa perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar protein yoghurt susu krim.



Lampiran 5. Data dan Analisis Statistik Total Padatan Yoghurt Susu Krim

Perlakuan	Ulangan					Total Perlakuan	Rataan	SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅			
P ₀	31,36	27,08	28,16	60,68	30,76	178,04	35,60	12,63
P ₁	29,28	28,76	58,12	31,02	28	175,18	35,03	11,58
P ₂	12,58	17,04	19,88	10,74	39,08	99,32	19,86	10,13
P ₃	18,18	29,34	32	27,94	26,76	134,22	26,84	4,67
Total Ulangan	91,4	102,22	138,16	130,38	124,6	586,76	117,35	

a. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}}{t \cdot r} \\
 &= (586,76)^2 / 200 \\
 &= (344287,29) / 20 \\
 &= 17214,36
 \end{aligned}$$

b. Jumlah Kuadrat

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij}^2 - FK \\
 &= (31,36^2 + 27,08^2 + \dots + 32^2 \\
 &\quad + 27,94^2 + 26,76^2) - 17214,36 \\
 &= 20145,14 - 17214,36 \\
 &= 2930,78
 \end{aligned}$$



$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^t | \sum_{j=1}^r \tilde{a}_{ij} |}{r} - FK$$

$$= \frac{178,04^2 + 175,18^2 + 99,32^2 + 134,22^2}{5} - 17214,36$$

$$= \frac{90265,74}{5} - 17214,36$$

$$= 18053,14 - 17214,36$$

$$= 838,78$$

$$JK \text{ Galat} = JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan}$$

$$= 2930,78 - 838,78 = 2092$$

c. Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F hitung	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	838,78	279,59	2,13	3,24	5,29
Galat	16	2092	130,74			
Total	19	2930,78				

Kesimpulan: F Hitung < F Tabel 5%, menunjukkan bahwa perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap total padatan susu krim.



Lampiran 6. Dokumentasi Pembuatan Yoghurt



Mendiamkan susu semalam di kulkas



Memisahkan Krim dan Skim





Pasteurisasi



Pengecekan suhu sampai 71°C

RSITAS BRAWIJAYA





Perendaman untuk penurunan suhu



Penurunan suhu sampai 42°C





Penanaman Bakteri



Pengadukan setelah penanaman





Pelabelan



Inkubasi Yoghurt suhu 24°C





Inkubasi Yoghurt suhu 42°C

