

**PENGARUH TINGKAT PENGGUNAAN PATI UBI JALAR CILEMBU
TERHADAP KUALITAS ES KRIM YOGHURT SINBIOTIK DITINJAU
DARI VISKOSITAS, *OVERRUN*, KECEPATAN MELELEH DAN
TOTAL PLATE COUNT (TPC)**

SKRIPSI

Oleh:

HENNY IKA WAHYUNNY

NIM. 105050100111035



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**PENGARUH TINGKAT PENGGUNAAN PATI UBI JALAR CILEMBU
TERHADAP KUALITAS ES KRIM YOGHURT SINBIOTIK DITINJAU
DARI VISKOSITAS, *OVERRUN*, KECEPATAN MELELEH DAN
TOTAL PLATE COUNT (TPC)**

SKRIPSI

Oleh:

HENNY IKA WAHYUNNY

NIM. 105050100111035



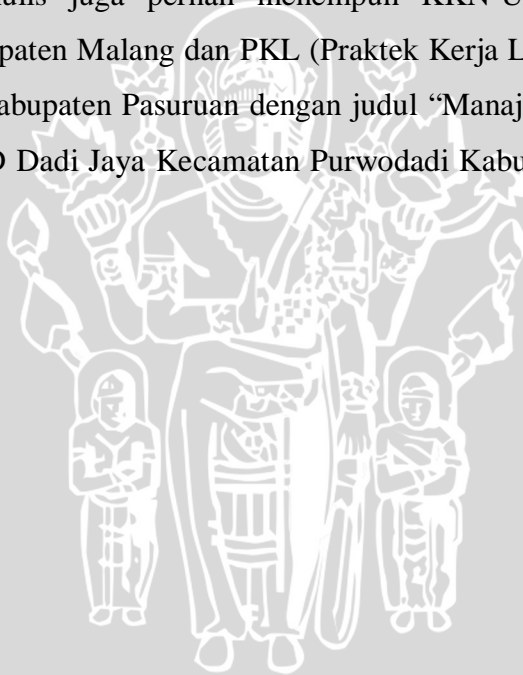
Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 13 Desember 1991 sebagai putri pertama dari pasangan Bapak Mat Sukri dan Ibu Rahwati, memiliki satu saudara perempuan yang bernama Henda Alinsa.

Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis mulai tahun 1998 di Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Lebakrejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan dan Madrasah Diniyah Nurul Huda Dusun Cari Desa Lebakrejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan dan lulus pada tahun 2004, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Purwodadi dan lulus pada tahun 2007. Tahun 2007 melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Lawang dan lulus pada tahun 2010. Tahun 2010 penulis resmi diterima sebagai mahasiswa Fakultas Peternakan di Universitas Brawijaya melalui jalur SNMPTN. Penulis juga pernah menempuh KKN-U di Dusun Ngepeh Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang dan PKL (Praktek Kerja Lapang) di KUD Dadi Jaya Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Pasuruan dengan judul “Manajemen Sanitasi Proses Pemerahan Susu Segar di KUD Dadi Jaya Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan Jawa Timur” pada tahun 2013.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmad dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Tingkat Penggunaan Pati Ubi Jalar Cilembu terhadap Kualitas Es Krim Yoghurt Sinbiotik Ditinjau dari Viskositas, *Overrun*, Kecepatan Meleleh dan *Total Plate Count* (TPC)”. Hasil penelitian ini diharapkan pati ubi jalar Cilembu dapat memberikan nilai tambah. Skripsi ini dilaksanakan sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Peternakan Universitas Brawijaya. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

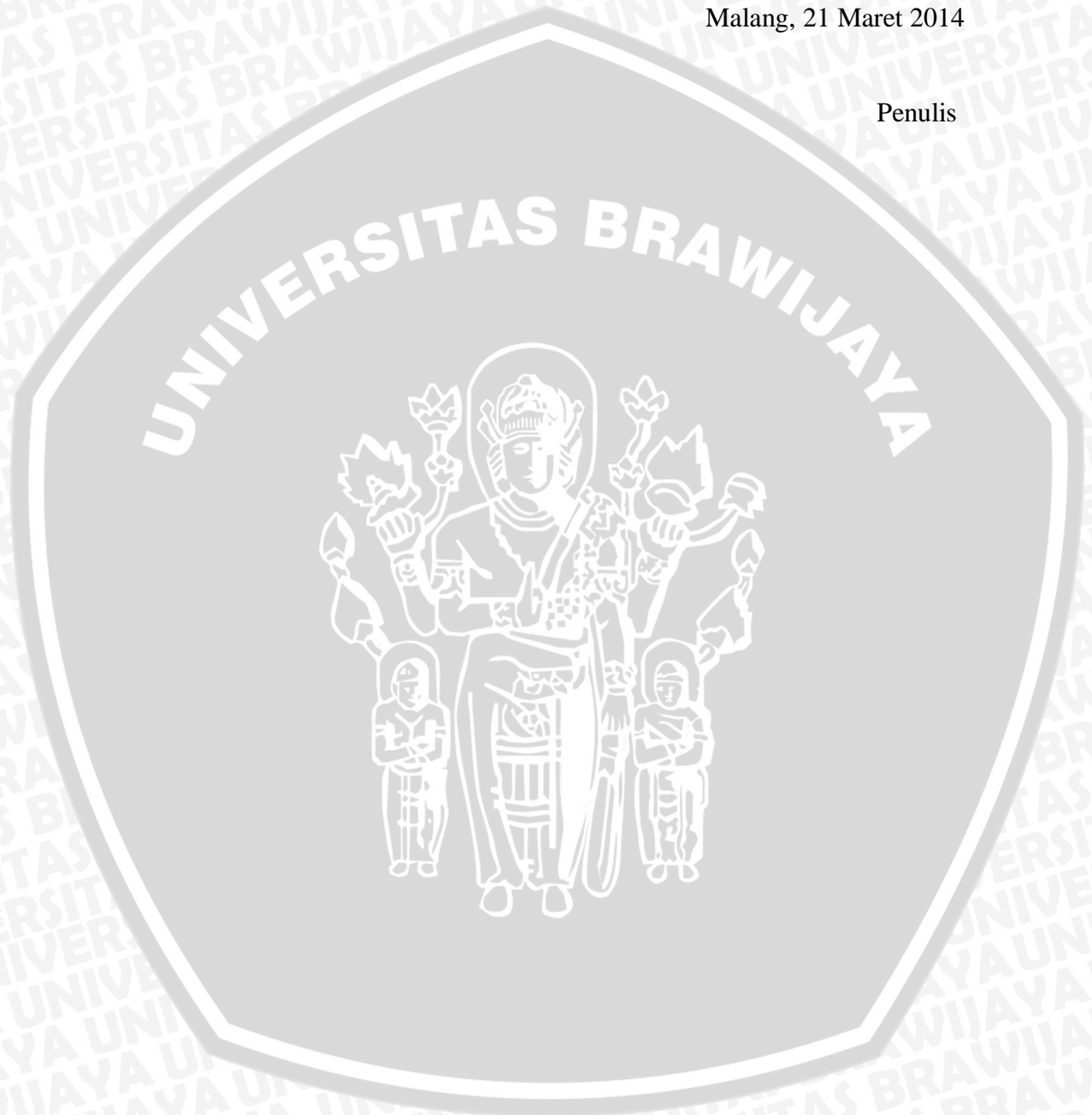
1. Bapak dan ibuku serta adikku tersayang Henda Alinsa dan keluarga besar yang dengan sabarnya membimbing, memberi dorongan semangat, kasih sayang, materi, moral dan mendoakan selama menempuh pendidikan di Universitas Brawijaya. Lutfi Aria Bagus Wardani yang tercinta beserta keluarga yang selau memberi semangat dan doa.
2. Prof. Dr. Ir. Kusmartono, MS., selaku Dekan Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya yang telah membimbing selama penulis menyelesaikan studi di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.
3. Dr. Ir. Sucik Maylinda, MS., selaku Ketua Program Studi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dan Ir. Herni Sudarwati, MS., yang telah membantu dalam proses administrasi.
4. Dr. Ir. Purwadi, MS selaku kepala bagian Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan yang telah membantu membimbing dalam pembuatan es krim dan membantu terselesaikannya Skripsi.
5. Dr. Ir. Imam Thohari, MP., selaku Dosen pembimbing utama yang memberikan bimbingan dan pengarahan dari awal penelitian hingga terselesaikannya Skripsi.
6. Dr. Ir. Lilik Eka Radiati, MS., selaku Dosen pembimbing pendamping yang telah banyak membantu dan membimbing, memberi saran dan arahan selama penyusunan sampai terselesaikannya Skripsi.
7. Dr. Ir. Sri Wahyuningsih, M.Si., Dr. Ir. Osfar Sjojfan, M.Sc., Dedes Amertaningtyas,S.Pt, MP., selaku Dosen penguji yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan dan saran selama proses revisi penulisan Skripsi.
8. Sahabatku tersayang sekaligus tim penelitian Lestari Kusumah Dewi yang selalu memberi *support* dan membantu dalam segala hal selama di Universitas Brawijaya. Semua teman-teman seperjuangan Fakultas Peternakan angkatan 2010 Hadi meta,

Wieldan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian serta teman-teman di kos PPA Girl (Nisa, Mifta, Tari, Silma, Suci dan Farida) terimakasih atas dukungan, bantuan dan motivasinya.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Malang, 21 Maret 2014

Penulis



repository.ub.ac.id

**EFFECT OF CILEMBU SWEET POTATO ON YOGHURT ICE CREAM
SYNBIOTIC IN TERMS OF VISCOSITY, *OVERRUN*, MELTING RATE AND
TOTAL PLATE COUNT (TPC)**

Henny Ika Wahyunny¹, Imam Thohari², and Lilik Eka Radiati²

¹*Student of Animal Husbandry Faculty, Brawijaya University, Malang*

²*Lecturer of Animal Product Technology Departement, Animal Husbandry Faculty,
Brawijaya University, Malang
email: hennyika@yahoo.co.id*

ABSTRACT

The purpose of this research was to find out the best concentration of Cilembu sweet potato in yoghurt ice cream synbiotic in terms of viscosity, *overrun*, melting rate, and Total Plate Count (TPC). Method use was design by Completely Randomized Design (CRD) using 4 treatments and 4 times replication. Concentration of treatments were P₀ (0%), P₁ (1%), P₂ (2%) and P₃ (3%). Variables analized were viscosity, *overrun*, melting rate and Total Plate Count (TPC). Data were subjected to analisis of variance (ANOVA), there were significantly influence would be continued by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Result of this research showed that concentration of Cilembu sweet potato gave significantly difference effect (P<0.01) on viscosity, *overrun*, melting rate and TPC. It can be concluded that the adding of Cilembu sweet potato 3% in yoghurt ice cream synbiotic gave the best result with score of viscosity 1154,78 cP, *overrun* was 24,90%, melting rate was 37,30 minutes/50g and TPC 2,02 log₁₀cfu/ml and gave the best quality of yoghurt ice cream synbiotic.

Keywords: Cilembu sweet potato, ice cream, prebiotic, probiotic, synbiotic, yoghurt

repository.ub.ac.id

PENGARUH TINGKAT PENGGUNAAN PATI UBI JALAR CILEMBU TERHADAP KUALITAS ES KRIM YOGHURT SINBIOTIK DITINJAU DARI VISKOSITAS, *OVERRUN*, KECEPATAN MELELEH DAN *TOTAL PLATE COUNT* (TPC)

RINGKASAN

Es krim yoghurt sinbiotik merupakan es krim yang terbuat dari bahan utama yoghurt yang mengandung Bakteri Asam Laktat (BAL) dan pati ubi jalar Cilembu yang mengandung oligosakarida sebagai sumber prebiotik yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri probiotik pada yoghurt. Es krim yoghurt sinbiotik bermanfaat bagi kesehatan yaitu membantu mikroflora dalam usus manusia, membantu menurunkan kadar kolesterol darah, mampu berperan sebagai pengganti antibiotik dan menstimulasi sistem imunitas tubuh.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Keju Bagian Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang, mulai bulan Januari 2014 sampai dengan Februari 2014. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terhadap kualitas es krim sinbiotik ditinjau dari viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC serta mengetahui perlakuan terbaik pada masing-masing variabel.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah es krim yoghurt sinbiotik yang dibuat dari yoghurt, pati ubi jalar Cilembu, *quick*, gula dan susu *full cream*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan yang diulang sebanyak empat kali. Adapun perlakuannya yaitu kontrol / tanpa penggunaan pati ubi jalar Cilembu (P_0), penggunaan pati ubi jalar Cilembu 1% (P_1), penggunaan pati ubi jalar Cilembu 2% (P_2) dan penambahan pati ubi jalar Cilembu 3% (P_3). Variabel yang diukur adalah viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's (UJBD). Penentuan perlakuan terbaik menggunakan indeks efektifitas.

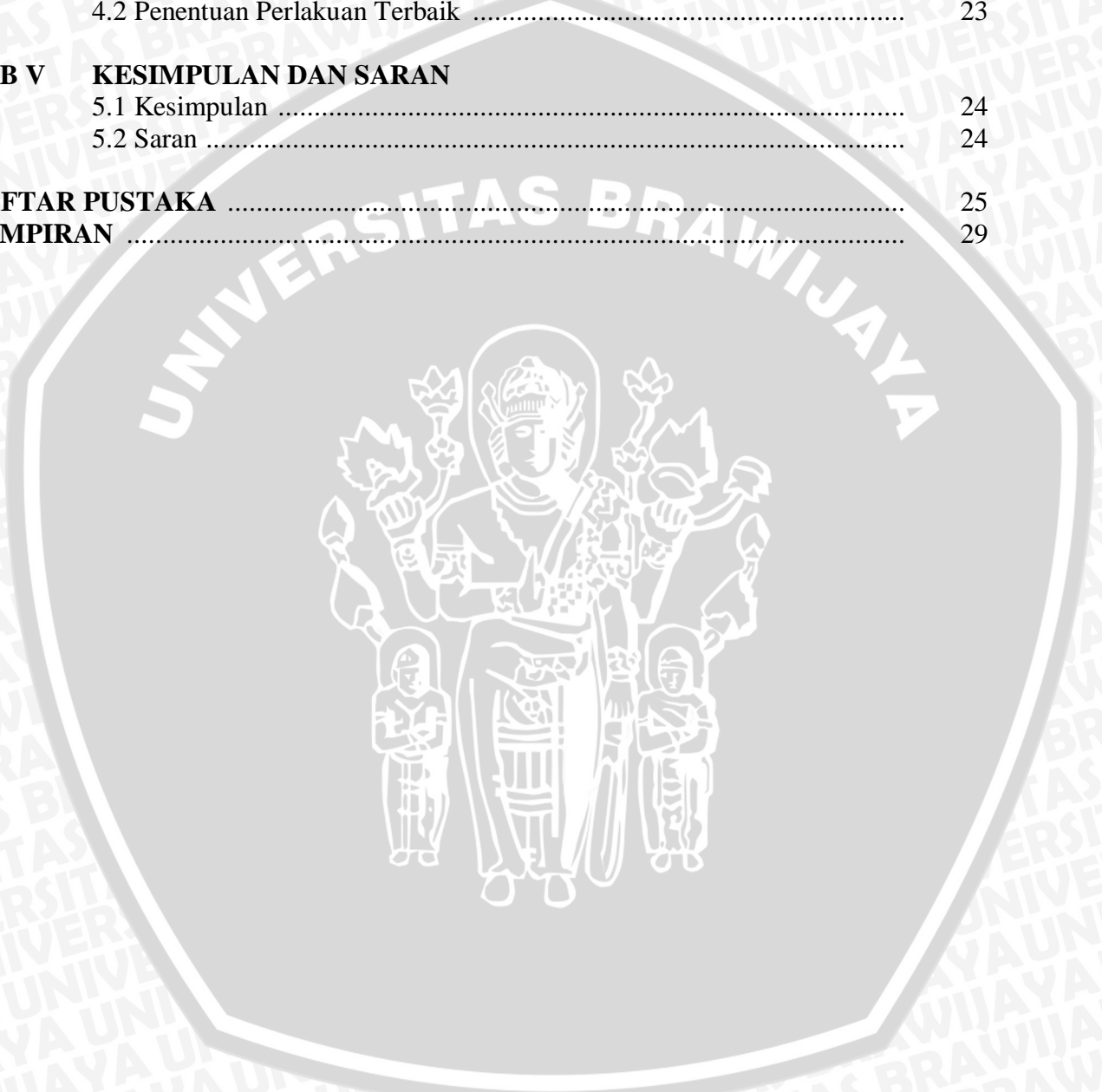
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu memberikan pengaruh perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$) terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata viskositas pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 dan P_3 masing-masing: 803,08; 882,88; 1071,75; dan 1154,78 cP; *overrun* 40,58; 35,77; 33,09; dan 24,90%; kecepatan meleleh 26,57; 29,92; 33,44; dan 37,30 menit/50g; *Total Plate Count* (TPC) mencapai jumlah optimal pada penambahan pati ubi jalar Cilembu sebanyak 3% (P_3).

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah viskositas, kecepatan meleleh dan TPC mengalami peningkatan sedangkan *overrun* mengalami penurunan dengan penambahan pati ubi jalar Cilembu. Tingkat penambahan pati ubi jalar Cilembu 3% merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan es krim yoghurt sinbiotik dengan viskositas 1154,78 cP, *overrun* 24,90%, kecepatan meleleh 37,30 menit/50g dan TPC 2,02 \log_{10} cfu/ml. Disarankan untuk mengkaji penambahan pati ubi jalar Cilembu dengan level yang lebih tinggi untuk meningkatkan kualitas es krim yoghurt sinbiotik dan perlu mengkaji penambahan prebiotik lain misalnya pisang, jagung untuk meningkatkan kualitas es krim yoghurt sinbiotik dan menganalisis nilai gizi dari es krim yoghurt sinbiotik.

DAFTAR ISI

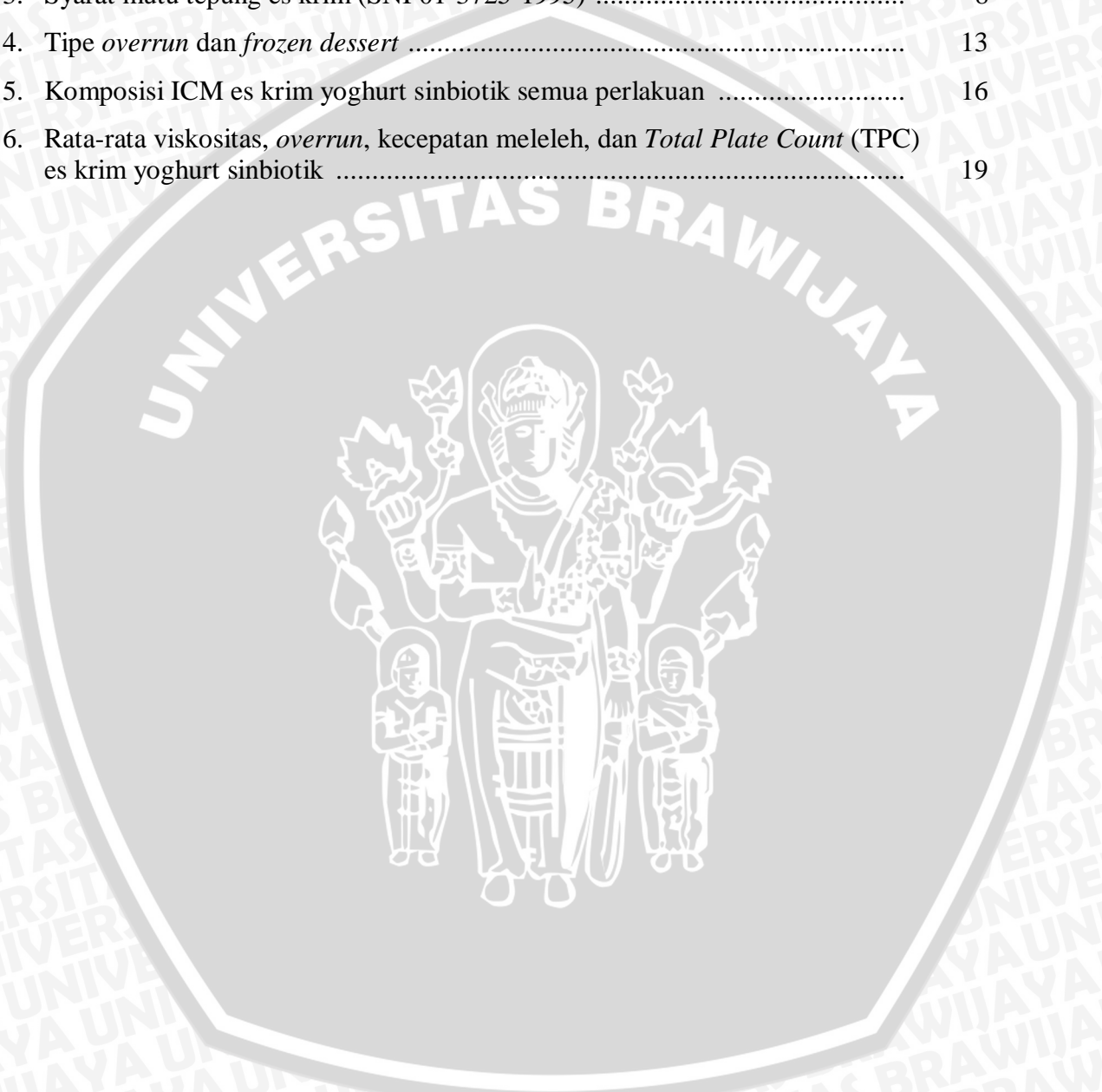
	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Kegunaan	3
1.5 Kerangka Pikir	3
1.6 Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pati Ubi Jalar Cilembu	4
2.2 Yoghurt	5
2.3 Es Krim Sinbiotik	6
2.4 Bahan Es Krim	8
2.4.1 Susu <i>Full Cream</i>	8
2.4.2 <i>Emulsifier dan Stabilizer</i>	9
2.4.3 Bahan Pemanis	9
2.5 Proses Pembuatan Es krim	10
2.5.1 Penyusunan Formula Es Krim	10
2.5.2 Pasteurisasi	10
2.5.3 Homogenisasi	10
2.5.4 Pembekuan dan Pembuihan	11
2.6 Kualitas Es Krim	11
2.6.1 Viskositas	11
2.6.2 <i>Overrun</i>	12
2.6.3 Kecepatan Meleleh	13
2.6.4 <i>Total Plate Count (TPC)</i>	14
BAB III MATERI DAN METODE	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Materi Penelitian	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.3.1 Prosedur Penelitian	15
3.4 Variabel Pengamatan	18
3.5 Analisis Data	18
3.6 Batasan Istilah	18

	Halaman
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Penambahan Pati Ubi Jalar Cilembu terhadap <i>Overrun</i> , Viskositas, Kecepatan Meleleh dan TPC Es Krim Yoghurt Sinbiotik .	19
4.1.1 Viskositas es krim yoghurt sinbiotik	19
4.1.2 <i>Overrun</i> es krim yoghurt sinbiotik	20
4.1.3 Kecepatan meleleh es krim yoghurt sinbiotik	21
4.1.4 <i>Total Plate Count</i> (TPC) es krim yoghurt sinbiotik	22
4.2 Penentuan Perlakuan Terbaik	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat mutu ubi jalar (SNI 01-4493- 1998)	5
2. Syarat mutu yoghurt (SNI 2981-2009)	6
3. Syarat mutu tepung es krim (SNI 01-3725-1995)	8
4. Tipe <i>overrun</i> dan <i>frozen dessert</i>	13
5. Komposisi ICM es krim yoghurt sinbiotik semua perlakuan	16
6. Rata-rata viskositas, <i>overrun</i> , kecepatan meleleh, dan <i>Total Plate Count</i> (TPC) es krim yoghurt sinbiotik	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prosedur pembuatan es krim yoghurt sinbiotik	17



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur uji viskositas dengan <i>viskometer</i> (Anonim, 1994)	29
2. Prosedur pengukuran <i>overrun</i> es krim (Idris, 2003)	30
3. Prosedur pengukuran kecepatan meleleh es krim (Nelson and Trout, 1965) ..	31
4. Prosedur pengujian <i>Total Plate Count</i> (TPC) (BSN,1992)	32
5. Prosedur untuk memilih perlakuan terbaik (de Garmo dkk., 1984)	33
6. Lembar penilaian urutan (<i>ranking</i>) pentingnya peranan variabel terhadap mutu Produk (Idris, 2005)	34
7. Analisis data viskositas es krim yoghurt sinbiotik	35
8. Analisis data <i>overrun</i> es krim yoghurt sinbiotik	37
9. Analisis data kecepatan meleleh es krim yoghurt sinbiotik	39
10a. Analisis data TPC ICM	41
10b. Analisis data TPC es krim yoghurt sinbiotik	43
11. Data ranking pentingnya peranan variabel terhadap mutu produk	45
12. Data nilai terbaik dan terjelek dari masing-masing variabel untuk masing-masing perlakuan	46
13. Gambar es krim yoghurt sinbiotik	47

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

BAL	: Bakteri Asam Laktat
cfu	: colony forming unit
cP	: Centipoise
db	: derajat bebas
DMRT	: Duncan Multiple Range Test
FK	: Faktor Koreksi
ICM	: Ice Cream Mix
JKT	: Jumlah Kuadrat Total
JKP	: Jumlah Kuadrat Perlakuan
JKG	: Jumlah Kuadrat Galat
KT	: Kuadrat Total
Ne	: Nilai efektifitas
Nh	: Nilai hasil
PCA	: Plate Count Agar
PPA	: Pondok Putri Ayu
r	: replacement (ulangan)
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
SK	: Sumber Keragaman
SNI	: Standart Nasional Indonesia
t	: treatment (perlakuan)
TPC	: Total Plate Count
UJBD	: Uji Jarak Berganda Duncan's



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Es krim adalah bahan makanan semi padat yang bahan bakunya terdiri dari susu segar yang dicampur dengan bahan-bahan lain. Menurut Lukman, Purwadi dan Padaga (2012) es krim merupakan olahan susu dengan penambahan komposisi *Ice Cream Mix* (ICM) yaitu krim, skim, penstabil, pengemulsi, pemanis dan penambah cita rasa sehingga dihasilkan produk dengan tekstur lembut, aroma dan cita rasa yang unik. Es krim juga mempunyai kandungan gizi yang baik karena terbuat dari susu segar yang kandungan protein dan lemaknya tinggi.

Es krim merupakan produk olahan susu yang banyak dikenal dan diminati oleh berbagai kalangan masyarakat. Pengembangan produk es krim perlu dilakukan dengan menciptakan inovasi-inovasi baru dengan menambahkan bahan makanan lain yang jumlahnya melimpah dan mempunyai manfaat kesehatan bagi yang mengkonsumsinya, salah satunya dengan menambahkan ubi jalar Cilembu yang dikombinasikan dengan yoghurt.

Yoghurt adalah produk olahan susu segar yang difermentasikan oleh Bakteri Asam Laktat (BAL). BAL yang terdapat di dalam yoghurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, bakteri tersebut merupakan probiotik. Ubi jalar berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi bakteri probiotik karena mengandung karbohidrat sederhana yaitu oligosakarida. Perpaduan antara probiotik dan prebiotik disebut sinbiotik. Es krim sinbiotik dibuat dengan cara menambahkan sumber probiotik dan prebiotik ke dalam ICM. Probiotik merupakan suplemen makanan berupa mikroba hidup yang menguntungkan bagi kesehatan inangnya sedangkan prebiotik merupakan bahan pangan tidak terdigesti yang memberikan efek kesehatan bagi tubuh dengan cara meningkatkan pertumbuhan probiotik dalam usus besar.

Pati merupakan sumber padatan yaitu amilopektin yang memiliki daya serap air yang besar sehingga meningkatkan viskositas (Hartati dan Prana, 2003). Pati tidak memiliki sifat pengembang, akan tetapi memiliki sifat pengisi, sehingga dengan penambahan pati dimungkinkan menurunkan nilai *overrun*. Menurut Risnoyatiningsih (2011) pati terdiri dari amilosa dan amilopektin. Pada amilopektin sebagian dari molekul-molekul glukosa di dalam rantai percabangannya saling berkaitan melalui gugus α -1,6.

Ikatan α -1,6 sangat sukar diputuskan. Hal ini menyebabkan pada saat proses pembuihan udara sulit masuk ke dalam es krim. Pati mempunyai sifat isolator terhadap panas lingkungan, sehingga penambahan pati dimungkinkan dapat menyebabkan kecepatan meleleh semakin lama. Menurut Oksilia, Syafutri dan Lidiasari (2012), daya leleh es krim berhubungan dengan tekstur dan kekentalan ICM. Kekentalan berhubungan dengan *overrun*, *overrun* mempengaruhi kecepatan meleleh es krim. Turunnya nilai *overrun* disertai dengan semakin tahannya es krim terhadap proses pelelehan dari suhu beku ke suhu ruang sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk melelehkan es krim. Pati ubi jalar Cilembu mengandung oligosakarida. Oligosakarida yang terkandung di dalam pati ubi jalar Cilembu merupakan sumber prebiotik. Menurut Nuraida, Hana, Dwiari dan Faridah (2008) oligosakarida pada ubi jalar dapat mendukung pertumbuhan *Lactobacillus* dan *Bifidobacteria* yang diketahui dapat bertahan dalam saluran pencernaan. Penambahan pati ubi jalar Cilembu dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan hidup bakteri probiotik dalam yoghurt, oleh sebab itu dengan penambahan pati ubi jalar Cilembu diharapkan dapat meningkatkan TPC yang didominasi oleh BAL. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang tepat untuk menghasilkan es krim yoghurt sinbiotik yang berkualitas ditinjau dari viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbedaan pengaruh tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC es krim yoghurt sinbiotik?
2. Berapa perlakuan terbaik penambahan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbedaan pengaruh tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC es krim sinbiotik.
2. Mengetahui perlakuan terbaik penambahan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terhadap viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC.

1.4 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan sebagai bahan informasi, masukan dan pertimbangan bagi masyarakat, industri pangan, serta sebagai bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut tentang pengembangan produk-produk es krim khususnya es krim yoghurt sinbiotik.

1.5 Kerangka Pikir

Es krim merupakan produk olahan susu segar dengan perpaduan komposisi ICM yaitu lemak, Bahan Kering Tanpa Lemak (BKTL), bahan pemanis, bahan penstabil dan bahan pengemulsi. Pengembangan produk es krim terus dilakukan untuk menciptakan pangan fungsional, salah satunya adalah es krim yoghurt sinbiotik. Es krim yoghurt sinbiotik dibuat dengan cara menjadikan yoghurt sebagai bahan baku yang di dalamnya terdapat BAL sebagai sumber probiotik dan pati ubi jalar Cilembu sebagai sumber prebiotik karena mengandung oligosakarida merupakan komponen non gizi yang tidak tercerna, akan tetapi bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri probiotik (Utami, Andriani dan Putri, 2010). Ubi jalar Cilembu merupakan salah satu bahan pangan yang banyak ditemukan di Indonesia yang berpotensi sebagai sumber prebiotik. Penambahan prebiotik pada dasarnya dimaksudkan untuk membantu bakteri probiotik dengan cara meningkatkan kemampuan hidup dalam sistem pencernaan. Oligosakarida merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* di dalam usus besar, sehingga dapat digolongkan sebagai prebiotik (Daud, Piliang, Wiryawan dan Setiyono, 2009). Sinbiotik merupakan produk kombinasi probiotik dan prebiotik yang secara sinergis menghasilkan pengaruh yang menguntungkan.

1.6 Hipotesis

Penambahan pati ubi jalar Cilembu memberikan perbedaan pengaruh peningkatan terhadap viskositas, kecepatan meleleh dan TPC es krim yoghurt sinbiotik, akan tetapi *overrun* es krim yoghurt sinbiotik mengalami penurunan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pati Ubi Jalar Cilembu

Tanaman ubi jalar merupakan tanaman yang mudah pemeliharaannya, tahan terhadap kekeringan, murah biaya perawatannya, terutama diusahakan sebagai tanaman palawija, sebagai tanaman gilir setelah padi (Risnoyatiningih, 2011). Tanaman ubi jalar mengandung karbohidrat yang tinggi. Karbohidrat dalam ubi jalar berpotensi mengalami perubahan pati menjadi gula selama penyimpanan dan komposisi karbohidrat tersebut menentukan rasa ubi (*eating quality*) dan sifat kecernaannya (Onggo, 2013).

Pati merupakan zat tepung dari karbohidrat dengan suatu polimer senyawa glukosa yang terdiri dari dua komponen utama yaitu amilosa yang merupakan pati dengan struktur pendek tidak bercabang dan amilopektin yang merupakan pati dengan struktur bercabang dan cenderung bersifat lengket (Iqrimah, Purwadi dan Radiati, 2013). Sifat amilosa dapat larut dalam air. Amilosa mempunyai struktur rantai yang lurus. Apabila kadar amilosa tinggi maka pati akan bersifat kering, kurang lekat, dan cenderung meresap air lebih banyak (higriskopis) sifat amilopektin tidak larut dalam air. Amilopektin mempunyai struktur rantai molekul yang bercabang. Pada amilopektin sebagian dari molekul-molekul glukosa di dalam rantai percabangannya saling berkaitan melalui gugus α -1,6. Ikatan α -1,6 sangat sukar diputuskan (Risnoyatiningih, 2011).

Pati tersusun atas granula-granula pada saat perendaman granula pati menyerap air sehingga granula membengkak. Pembekakan granula pati menyebabkan pati lebih mudah tergelatinisasi sehingga dapat meningkatkan nilai viskositas. Mekanisme pembekakan granula disebabkan granula amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang kurang kokoh. Atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif atom O dari gugus hidroksil lain. Bila suhu suspensi naik, ikatan hidrogen semakin lemah, sedangkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi meningkat dan memperlemah ikatan hidrogen antar molekul air. Pada granula pati yang membengkak, volume pengembangan mencapai 20-30 kalinya. Granula pati yang membengkak menyebabkan amilosa keluar dari granula yang mengakibatkan granula pecah sehingga terbentuk struktur gel kolodial (Anggraeni dan Yuwono, 2014).

Ubi jalar Cilembu mengandung oligosakarida merupakan komponen non gizi yang tidak tercerna, akan tetapi bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri probiotik (Utami, Andriani dan Putri, 2010). Beberapa prebiotik seperti oligosakarida telah diisolasi dari sumber alami.

Pangan yang berpotensi sebagai probiotik salah satunya ubi jalar (Nuraida, Hana, Dwiari dan Faridah, 2008). Oligosakarida merupakan salah satu sumber prebiotik yang dapat dijadikan sebagai nutrisi untuk bakteri probiotik. Oligosakarida merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* di dalam usus besar, sehingga dapat digolongkan sebagai prebiotik (Daud, Piliang, Wiryawan dan Setiyono, 2009). Menurut Sudarmadji, Haryono dan Suhardi (2007), bentuk yang paling umum dari oligosakarida adalah disakarida terdiri dari dua unit monosakarida. Contoh yang paling umum adalah sukrosa. Bahan monosakarida untuk makanan dan obat-obatan misalnya glukosa dan fruktosa sering dibuat dari jagung, ubi jalar dan lain-lain. Syarat mutu ubi jalar menurut SNI 01-4493-1998 dapat digolongkan menjadi 3 kelas mutu yaitu mutu I, II dan III dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu ubi jalar (SNI 01-4493-1998)

No.	Komponen Mutu	Mutu		
		I	II	III
1	Berat umbi g/umbi)	>200	100-200	75-100
2	Umbi cacat (per 50 biji) maks.	tidak ada	3 biji	5 biji
3	Kadar air (% bb min)	65	60	60
4	Kadar serat (% bb maks)	2	2,5	>3,0
5	Kadar pati (% bb min)	30	25	25

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1998

2.2 Yoghurt

Definisi yoghurt menurut SNI 2981-2009 merupakan produk fermentasi susu menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan (Badan Standardisasi Nasional, 2009). Bakteri yang dapat digunakan untuk fermentasi yoghurt ada lima, yaitu *Lactobacillus acidophilus* (*acidofilus*, atau disingkat A), *Bifidobacterium bifidum* (*bakteri bifidus*, disingkat B), *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus bulgaricus*. *Lactobacillus acidophilus* dan *Bifidobacterium bifidum* merupakan bakteri yang secara alami hidup pada usus manusia. Bakteri tersebut disebut juga bakteri probiotik, sehingga yoghurt disebut makanan probiotik (Widodo, 2002). Syarat mutu yoghurt menurut SNI 2981-2009 dapat dilihat pada Tabel 2.

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

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1	Keadaan		cairan kental-padat			cairan kental-padat		
1.1	Penampakan		normal/khas			normal/khas		
1.2	Bau		asam/khas			asam/khas		
1.3	Rasa		homogen			homogen		
1.4	Konsistensi							
2	Kadar lemak (b/b)	%	min. 3,0	0,6-2,9	maks. 0,5	min. 3,0	0,6-2,9	maks. 0,5
3	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	min. 8,2			min. 8,2		
4	Protein (Nx6,38) (b/b)	%	min. 2,7			min 2,7		
5	Kadar abu (b/b)	%	maks. 1,0			maks. 1,0		
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		
7	Cemaran Logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,3			maks. 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 20,0			maks. 20,0		
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0			maks. 40,0		
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,03			maks. 0,03		
8	Arsen	mg/kg	maks. 0,1			maks. 0,1		
9	Cemaran mikroba	APM/g						
9.1	Bakteri <i>Coliform</i>	atau koloni/g	maks. 10			maks. 10		
9.2	<i>Salmonella</i>		negatif/25 g			negatif/25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>		negatif/25 g			negatif/25 g		
10	Jumlah bakteri starter	koloni/g	min. 10 ⁷					

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2009

2.3 Es Krim Sinbiotik

Definisi Es krim menurut SNI 01-3713-1995 merupakan bahan makanan semi padat dibuat dengan cara pembekuan tepung es krim atau campuran dari susu, lemak hewani maupun nabati, gula dengan atau tanpa bahan makanan lain dan bahan makanan yang diizinkan. Komposisi es krim yang memenuhi syarat mutu es krim adalah lemak minimum 5%, gula dihitung sebagai sakarosa minimum 8%, protein minimum 2,7% dan jumlah padatan minimum 3,4% (Badan Standardisasi Nasional, 1995). Tahap pembuatan es krim

yaitu pasteurisasi, homogenisasi, pematangan es krim dengan penyimpanan dalam lemari es, serta pembekuan dan pengadukan (Saleh, 2004). Menurut Hartatie (2011), berdasarkan kandungan lemak dan komponen bahan kering tanpa lemak es krim dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu standar, premium dan superpremium. Es krim kategori super premium memiliki kadar lemak paling tinggi yaitu sekitar 17% dan memiliki BKTL paling rendah yaitu 9,25%. Es krim dengan kategori premium mengandung 15% lemak dan 10% bahan kering tanpa lemak, sedangkan es krim kategori standar memiliki kadar lemak 10% dan kadar BKTL 11%.

Probiotik merupakan preparat yang terdiri dari mikroba hidup yang dimasukkan ke dalam tubuh manusia secara oral, diharapkan mampu memberi pengaruh positif terhadap kesehatan manusia dengan cara memperbaiki sifat-sifat mikroba alami yang tinggal di dalam tubuh manusia. Teknik probiotik diterapkan untuk meningkatkan kesehatan saluran pencernaan serta sistem imunitas tubuh. Sumber probiotik biasanya di dapat dari Bakteri Asam Laktat (BAL). Alasan probiotik menggunakan BAL karena bakteri tersebut jarang sekali bersifat patogen (Winarno, 2004). Menurut Nurwantoro, Sutaryo, Hartanti dan Sukoco (2009), probiotik mempunyai efek menguntungkan bagi kesehatan diantaranya: menurunkan kasus intoleransi laktosa, menurunkan kadar serum kolesterol, mengurangi frekuensi terjadinya penyakit diare, mampu menekan terjadinya tumor dan kanker, mampu berperan sebagai pengganti antibiotik dan menstimulasi sistem imunitas tubuh.

Prebiotik merupakan bahan pangan yang mampu memacu pertumbuhan bakteri probiotik karena mempunyai sifat spesifik yang tidak terserap dan terhidrolisis pada sistem pencernaan, dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri menguntungkan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Mariana dan Susanti, 2012). Penambahan prebiotik ke dalam adonan es krim yoghurt probiotik menghasilkan es krim yoghurt sinbiotik yang bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan viabilitas bakteri probiotik dalam saluran pencernaan serta akan memberikan manfaat kesehatan dari mengkonsumsi es krim sinbiotik tersebut (Jannah, Thohari dan Purwadi, 2013). Standar mutu tepung es krim yang harus dipenuhi di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat mutu tepung es krim (SNI 01-3725-1995)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Penampakan	-	Normal
1.2	Bau	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Air	%b/b	Maksimum 5,0
3	Abu	%b/b	Maksimum 3,0
4	Protein	%b/b	Minimum 5,0
5	Lemak	%b/b	Minimum 12,0
6	Gula dihitung sebagai sukrosa	%b/b	Minimum 20,0
7	Bahan tambahan makanan		
7.1	Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01-0222-1995
7.2	Pemanis buatan	-	
7.3	Pemantap dan pengemulsi		Sesuai SNI 01-0222-1995
8	Cemaran logam		
8.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimum 0,3
8.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimum 20,0
8.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maksimum 40,0
8.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maksimum 40,0
8.5	Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimum 0,03
9	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maksimum 0,1
10	Cemaran mikroba		
10.1	Angka Lempeng total	koloni/g	Maksimum $5 \cdot 10^5$
10.2	Coliform	APM	Maksimum 10^2
10.3	<i>Salmonella</i>	Koloni/25 g	Negatif
10.4	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	Maksimum 10^2
10.5	<i>Listeria spp.</i>	Koloni/25 g	Negatif

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 1995

2.4 Bahan Es krim

2.4.1 Susu *Full Cream*

Susu *full cream* merupakan bagian susu yang mengandung lemak susu yang paling tinggi. Susu *full cream* mempunyai fungsi memberikan aroma susu dan mencegah pembentukan kristal yang terlalu besar pada es krim. Lemak susu dalam susu *full cream* dapat melembutkan es krim karena lemak yang ada tersebar merata dengan ukuran yang homogen dan relatif kecil (Rahmawati, Purwadi dan Rosydi, 2012). Efek positif dari susu *full cream* adalah secara alami mengandung berbagai senyawa aktif seperti *Conjugated Linoleic Acid* (CLA). Efek negatif susu *full cream* adalah kandungan kolesterol dan lemak jenuh dapat

menyebabkan hiperkolesterolemia. Hiperkolesterolemia merupakan meningkatnya kadar kolesterol serum darah dari kadar normal (Utami dan Sudrajat, 2011).

2.4.2 Emulsifier dan Stabilizer

Molekul *emulsifier* akan menggantikan membran protein, satu ujung molekul akan melarut di air, sedangkan ujung lainnya akan melarut di lemak. Lesitin merupakan molekul yang terdapat dalam kuning telur, adalah contoh *emulsifier* alami, selain itu, dapat digunakan mono atau di-gliserida atau polisorbat yang dapat mendispersikan globula lemak dengan lebih efektif (Hartatie, 2011).

Bahan penstabil merupakan bahan aditif yang ditambahkan dalam jumlah kecil untuk mempertahankan emulsi sekaligus memperbaiki kelembutan produk es krim, mencegah pembentukan kristal es yang besar pada es krim, memberikan keseragaman produk, memberikan ketahanan agar tidak meleleh atau mencair dan memperbaiki sifat produk (Rahmawati dkk., 2012).

Penelitian Widiyanto dan Yuniarta (2014) menyatakan bahwa CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) memiliki pembentukan viskositas terbaik dengan 2,13% karena CMC terdispersi pada fase cair mengikat sejumlah besar air dan membentuk kerangka gel yang mencegah molekul air bergerak bebas. Kekentalan meningkat karena molekul air banyak terperangkap dalam struktur 3 dimensi akibat ikatan silang yang dibentuk susunan heliks dan interaksinya. Air yang sebelumnya berada di luar granula dan bebas bergerak dengan adanya CMC maka tidak dapat bergerak bebas karena terserap dan terikat pada butiran CMC sehingga keadaan larutan menjadi lebih mantap akibat peningkatan viskositas.

2.4.3 Bahan Pemanis

Menurut Rahmawati dkk. (2012), gula menghalangi pembentukan kristal es selama pembekuan produk. Hal ini terjadi karena molekul gula menarik molekul air, sehingga mengganggu pembentukan kristal es. Gianti dan Evanuarini (2011) menyatakan bahwa pemberian gula 25 % menyebabkan aktifitas air dalam susu fermentasi akan berkurang, sehingga akan menyebabkan peningkatan viskositas.

Bahan pemanis yang umum digunakan dalam pembuatan es krim adalah gula pasir (sukrosa) dan gula bit. Bahan pemanis selain berfungsi memberikan rasa manis, juga dapat meningkatkan citarasa, menurunkan titik beku yang dapat membentuk kristal-kristal es krim yang halus sehingga meningkatkan penerimaan dan kesukaan konsumen. Penambahan bahan pemanis sekitar 12 sampai 16 gram per 100 gram campuran es krim akan menghasilkan es krim dengan tekstur yang halus. Laktosa (gula dari susu) juga merupakan sumber pemanis

selain gula yang ditambahkan dari luar. Laktosa berfungsi untuk menahan titik beku sehingga es krim masih mengandung air yang tidak membeku jika disimpan pada temperatur yang sangat rendah (-15 sampai -18°C) (Elisabeth, Widyaningsih dan Kariada, 2007)

2.5 Proses Pembuatan Es Krim

2.5.1 Penyusunan Formula Es Krim

Proses pembuatan es krim meliputi persiapan bahan, pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, pendinginan dan pengemasan. Tujuan dari pasteurisasi yaitu membunuh mikroorganisme patogen. Homogenisasi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan pada adonan. Pendinginan bertujuan untuk menghentikan pemanasan berlanjut (Hartatie, 2011). Prinsip pembuatan es krim yaitu dapat membentuk rongga udara pada ICM, sehingga diperoleh pengembangan *volume* es krim agar es krim menjadi lebih ringan dan tidak padat serta mempunyai tekstur yang lembut (Rahmawati dkk., 2012).

2.5.2 Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah proses pemanasan susu di bawah suhu didih susu dengan tujuan menghilangkan mikroba patogen yang membahayakan kesehatan manusia. Mikroba tahan panas dan sporanya tidak dapat dihilangkan, hanya pertumbuhannya yang dihambat dan yang akan dapat kembali berkembang apabila kondisi memungkinkan (Murdiati, Priadi, Rachmawati dan Yuningsih, 2004). Menurut Abubakar, Triyantini, Sunarlim, Setiyanto dan Nurjannah (2001), metode pasteurisasi yang umum dilakukan pada susu ada dua cara, yaitu: *Low Temperature Long Time* (LTLT) yakni pasteurisasi pada suhu rendah 62,8°C selama 30 menit, sedangkan metode lain ialah *High Temperature Short Time* (HTST), yakni pemanasan pada suhu tinggi 71,7°C selama 15 detik.

Mastuti (2007) menambahkan bahwa pasteurisasi pada susu perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan karena mikroba dan enzim, serta memberikan perlindungan yang maksimal terhadap penyakit yang dibawa oleh susu, dengan mengurangi seminimal mungkin kehilangan nilai nutrisinya dan untuk memperpanjang masa simpannya.

2.5.3 Homogenisasi

Homogenisasi pada adonan es krim biasanya dilakukan selama 10 menit (Trisnaningtyas, Legowo dan Kusrahayu, 2013). Menurut Elisabeth dkk. (2007), tujuan homogenisasi untuk memecah globula lemak sehingga ukurannya lebih kecil dan dapat menyebar rata sehingga dihasilkan es krim dengan tekstur yang tidak kasar, mempunyai citarasa yang merata, dan daya buih yang baik. Homogenisasi pada pembuatan es krim skala

repository.ub.ac.id

rumah tangga dapat menggunakan blender atau mixer. Homogenisasi sebaiknya dilakukan saat kondisi ICM masih hangat.

2.5.4 Pembekuan dan Pembuihan

Kristal es dalam yoghurt beku atau es krim relatif tidak stabil selama penyimpanan beku, akan berubah jumlah, ukuran dan bentuknya, hal ini dinamakan rekristalisasi. Rekristalisasi adalah reaksi yang paling berpengaruh dalam menentukan baik atau buruknya kualitas produk pangan yang dibekukan Widyastuti, Radiati dan Purwanto (2007). Proses pembekuan dapat menurunkan jumlah bakteri *L. acidophilus* pada es krim (Sahitya, *et al*, 2013).

Menurut Achmad, Nurwantoro dan Mulyani (2012), untuk mencapai *overrun* yang baik maka kondisi pembekuan harus diperhatikan. Biasanya pembekuan dikerjakan sampai mencapai suhu kurang lebih -10°C . Pembekuan harus cepat untuk mencegah terjadinya kristal-kristal yang kasar. Menurut Elisabeth dkk. (2007), proses pembekuan yang dikombinasi dengan proses agitasi bertujuan untuk memasukkan udara ke dalam ICM sehingga dihasilkan volume es krim dengan *overrun* yang sesuai standar es krim. Dalam skala rumah tangga, proses agitasi dapat dilakukan dengan menggunakan *mixer* berulang-ulang diselingi dengan proses pembekuan di dalam freezer.

2.6 Kualitas Es Krim

2.6.1 Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan es krim mempengaruhi mobilitas molekul air dalam ruang antar partikel di es krim menjadi semakin sempit atau lebar (Widiantoko dan Yuniarta, 2014). Sifat mengental pada ICM dapat dipengaruhi oleh bahan penyusunnya yaitu lemak dan BKTL. Proses homogenisasi dan bahan penstabil juga dapat meningkatkan kekentalan ICM (Oksilia dkk., 2012). Viskositas yogurt menggambarkan sifat cairan yang mempunyai resistensi terhadap suatu aliran yang dapat memberikan peningkatan kekuatan yang dapat menahan pergerakan relatif. Viskositas yogurt dipengaruhi jenis polimer dan produk metabolit lain seperti asam laktat (Manab, 2008).

Hartati dan Prana (2003) menyatakan bahwa pati terdiri atas dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin. Amilopektin memiliki daya serap air yang besar, sehingga menyebabkan kekentalan meningkat. Menurut Harianto, Thohari dan Purwadi (2013), viskositas dipengaruhi oleh konsentrasi dan Berat Molekul (BM) penstabil, semakin tinggi nilai BM dan konsentrasi penstabil, maka viskositas produk akan semakin meningkat. Manab

(2008) menambahkan bahwa viskositas susu dan yoghurt dipengaruhi oleh pH, kadar protein, jenis kultur strain, waktu inkubasi dan total padatan susu.

2.6.2 *Overrun*

Overrun dalam pembuatan es krim adalah persentase pengembangan *volume* yaitu kenaikan *volume* es krim antara sebelum dan sesudah pembekuan. *Overrun* dinyatakan dalam persentase (Achmad, Nurwantoro dan Mulyani, 2012). Es krim dengan *overrun* terlalu rendah menyebabkan es krim menjadi beku dan teksturnya terlalu keras dan lembek seperti puding, sedangkan es krim dengan *overrun* yang terlalu tinggi menyebabkan tekstur es krim terlalu lunak, tingkat kelelehannya terlalu tinggi dan memiliki rasa hambar (Suprayitno, Kartikaningsih dan Rahayu, 2001).

Campuran adonan es krim tidak boleh terlalu kental karena akan menyulitkan pengembangan sehingga memperkecil *overrun* (Hartatie, 2011). Adonan yang semakin kental menyebabkan tegangan permukaan menjadi lebih besar sehingga udara sulit menembus permukaan dan pengembangan es krim menjadi lebih rendah. *Overrun* es krim dapat mempengaruhi nilai gizi es krim. Nilai *overrun* yang tinggi menunjukkan pengembangan es krim yang lebih besar sehingga nilai gizi bahan-bahan yang ditambahkan menurun. Es krim dengan *overrun* rendah mengalami penurunan gizi yang lebih sedikit (Puspitarini dan Rahayuni, 2012).

Hasil penelitian Elisabeth dkk. (2007) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi substitusi susu skim dengan ubi jalar kukus dapat meningkatkan viskositas ICM sehingga semakin membatasi mobilitas molekul air karena ruang antar partikel di dalam ICM menjadi semakin sempit, sehingga udara yang masuk ke dalam ICM selama agitasi semakin sedikit dan nilai *overrun* yang dihasilkan semakin rendah. Menurut Widiantoko dan Yunianta (2014), *Overrun* es krim biasanya antara 70-80%, sedang untuk industri rumah tangga berkisar antara 35-50%. Apabila total padatan terlalu tinggi dapat meningkatkan kekentalan sehingga menghambat pengembangan adonan es krim dan menurunkan *overrun* seperti yang terjadi pada proporsi sari tempe : sari jahe = 9:1 dengan total padatan 38,92% dan *overrun* 33,25%. Achmad dkk. (2012) menambahkan bahwa faktor-faktor yang meningkatkan persentase *overrun* adalah penambahan kuning telur, suhu pasteurisasi yang cukup dan alat pembeku yang baik. Berbagai tipe *overrun* pada *Frozen Dessert* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tipe *overrun* pada *Frozen Dessert*

Produk	<i>Overrun</i> (%)
Es krim superpremium	20-40
Es krim premium	60-75
Es krim dalam kemasan	75-90
es krim dalam tangki	90-100
<i>Sherbet</i>	30-40
Es susu	25-30
Es krim lembut	30-50
<i>Milk shake</i>	10-15

Sumber: Marshall dan Arbutcke, 1996

2.6.3 Kecepatan Meleleh

Menurut Oksilia dkk. (2012), daya leleh es krim berhubungan dengan tekstur dan kekentalan ICM. Serat dalam bubur timun suri dapat meningkatkan kandungan padatan es krim dan adonan semakin kental. Hal ini disebabkan kemampuan serat mengikat air yang menyebabkan kadar air rendah dan es krim menjadi lebih padat, sehingga waktu pelelehan semakin lama.

Penambahan tepung porang dapat mengikat partikel es dalam adonan es krim yang membuat adonan menjadi semakin kental, daya ikat air semakin kuat dalam produk sehingga tidak cepat meleleh. (Harianto dkk., 2013). Peningkatan jumlah total padatan dapat menurunkan titik beku adonan sehingga air yang terperangkap semakin banyak dan mengurangi mobilitas air bebas. Peningkatan jumlah air bebas yang terperangkap akan menghasilkan es krim yang lambat meleleh (Muse and Hartel, 2004).

Penstabil jika didispersikan pada fase cair, maka akan mengikat sejumlah besar air dan membentuk kerangka *gel* yang dapat mencegah molekul air bergerak bebas dan membentuk selaput yang terbentuk akan melindungi komponen es krim dari pengaruh suhu luar dan membatasi mobilitas air pada emulsi. Peningkatan jumlah air bebas yang terperangkap akan menghasilkan es krim yang lambat meleleh (Widiantoko dan Yunianta, 2014). Waktu pelelehan sangat dipengaruhi oleh total bahan padat yang terkandung didalam es krim. Mutu es krim yang baik adalah apabila es krim yang meleleh mempunyai sifat yang serupa dengan adonan aslinya. Kualitas yang baik pada es krim adalah mempunyai lama waktu pelelehan sekitar 10–15 menit (Achmad dkk., 2012).

2.6.4 Total Plate Count (TPC)

TPC merupakan salah satu pemeriksaan mikrobiologi yang digunakan untuk melihat jumlah mikroba secara keseluruhan dalam susu. Kondisi kebersihan dari susu harus diperhatikan mulai dari lingkungan pemerahan sampai ke tangan konsumen dan hal tersebut dapat diketahui dari TPC (Suwito dan Andriani, 2012). Menurut Suwito (2010), pemeriksaan TPC dapat dilakukan dengan metode hitungan cawan.

Pada pengolahan es krim, viabilitas bakteri probiotik dapat mengalami penurunan karena proses pengadukan dan pembekuan (Banyuaji, Rahayu dan Utami, 2009). Adonan es krim selama berada di dalam *ice cream maker*, terjadi pengadukan yang dapat menyebabkan kerusakan fisik pada sel bakteri dan terjadi peningkatan paparan terhadap oksigen dan bakteri mati dengan cepat pada kisaran suhu -1°C sampai -5°C . Bahan pangan semakin cepat melewati suhu kritis, maka semakin sedikit sel bakteri yang mati. Pembekuan menyebabkan luka pada sel bakteri karena terjadi pembentukan kristal es yang berukuran besar (Srianta, Kusumawati dan Effendi, 2007).

Penurunan jumlah bakteri disebabkan es krim yoghurt sudah mengalami beberapa pengolahan dimulai dari pencampuran bahan, pengolahan ICM dalam *Ice Cream Maker*, pembekuan serta pengerasan (Jannah dkk., 2013). Menurut SNI 01-3713-1995, total cemaran mikroorganisme pada es krim adalah maksimum 2.0×10^5 CFU/gram. Cemaran mikroorganisme pada produk es krim dimungkinkan berasal dari alat pembuat es krim, bahan pengemas dan sanitasi ruang yang kurang baik (Sinurat, Perangirangin dan Wibowo, 2007).

BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian pembuatan es krim yoghurt sinbiotik, uji *overrun*, uji kecepatan meleleh dilaksanakan di Laboratorium Keju Bagian Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang dan analisis TPC dan viskositas dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2014.

3.2 Materi penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah es krim yoghurt sinbiotik yang terbuat dari yoghurt dengan bahan dasar susu segar yang diperoleh dari KUD Dau Malang, starter yoghurt yang diperoleh dari Rumah Yoghurt Junrejo, gula, *quick*, susu *full cream* diperoleh dari Toko disekitar Ketawanggede Malang, ubi jalar Cilembu diperoleh dari Karangploso Malang.

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan es krim yoghurt sinbiotik adalah termometer, *mixer* merk Phillips, *Ice cream maker*, *freezer*, penangas air, kompor gas, timbangan digital, sendok pengaduk, botol yang disertai penutupnya, tisu, baskom besar, kertas label dan *cup* plastik dan penutupnya. Peralatan yang digunakan untuk analisis laboratorium antara lain: cawan petri, *baker glass*, kertas label, *viskometer*, *stopwach*, sendok, pipet, tabung reaksi, inkubator. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah alkohol 70%, *aquades*, *Plate Count Agar* (PCA) dan *Buffer Pepton Water* (BPW).

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang dilakukan adalah

P_0 = Tanpa penambahan pati ubi jalar Cilembu (kontrol)

P_1 = Penambahan pati ubi jalar Cilembu sebanyak 1 W/V dari berat susu segar

P_2 = Penambahan pati ubi jalar Cilembu sebanyak 2 W/V dari berat susu segar

P_3 = Penambahan pati ubi jalar Cilembu sebanyak 3 W/V dari berat susu segar

3.3.1 Prosedur Penelitian

Proses pembuatan es krim yoghurt sinbiotik terdiri dari empat tahap, yaitu:

- a. Pembuatan pati ubi jalar Cilembu (Retnaningtyas dan Putri, 2014)
 1. Ubi jalar Cilembu sebanyak 1 kg dikupas kulitnya kemudian dicuci sampai bersih
 2. Ubi diparut dengan parutan
 3. Ditambahkan air 5 liter
 4. Parutan ubi yang telah ditambah air disaring dan diendapkan selama 12 jam
 5. Cairan dan endapan dipisahkan
 6. Endapan dikeringkan dibawah sinar matahari
 7. Hasil endapan yang dikeringkan dihaluskan dan diayak
 8. Pati ubi jalar Cilembu siap digunakan
- b. Pembuatan yoghurt sinbiotik (Ginting dan Pasaribu, 2005 yang telah dimodifikasi)
 1. Penimbangan susu segar dan pati ubi jalar Cilembu
 2. Pasteurisasi susu segar dengan penambahan pati ubi jalar Cilembu sesuai perlakuan pada suhu 72°C selama 15 detik
 3. Penurunan suhu hingga mencapai 40°C
 4. Inokulasi bakteri 2% dari berat susu segar dan dilakukan secara aseptis
 5. Fermentasi selama 24 jam
- c. Persiapan ICM (Padaga dan Sawitri, 2005 yang telah dimodifikasi)

Komposisi ICM es krim yoghurt sinbiotik dapat dilihat pada Tabel 5.

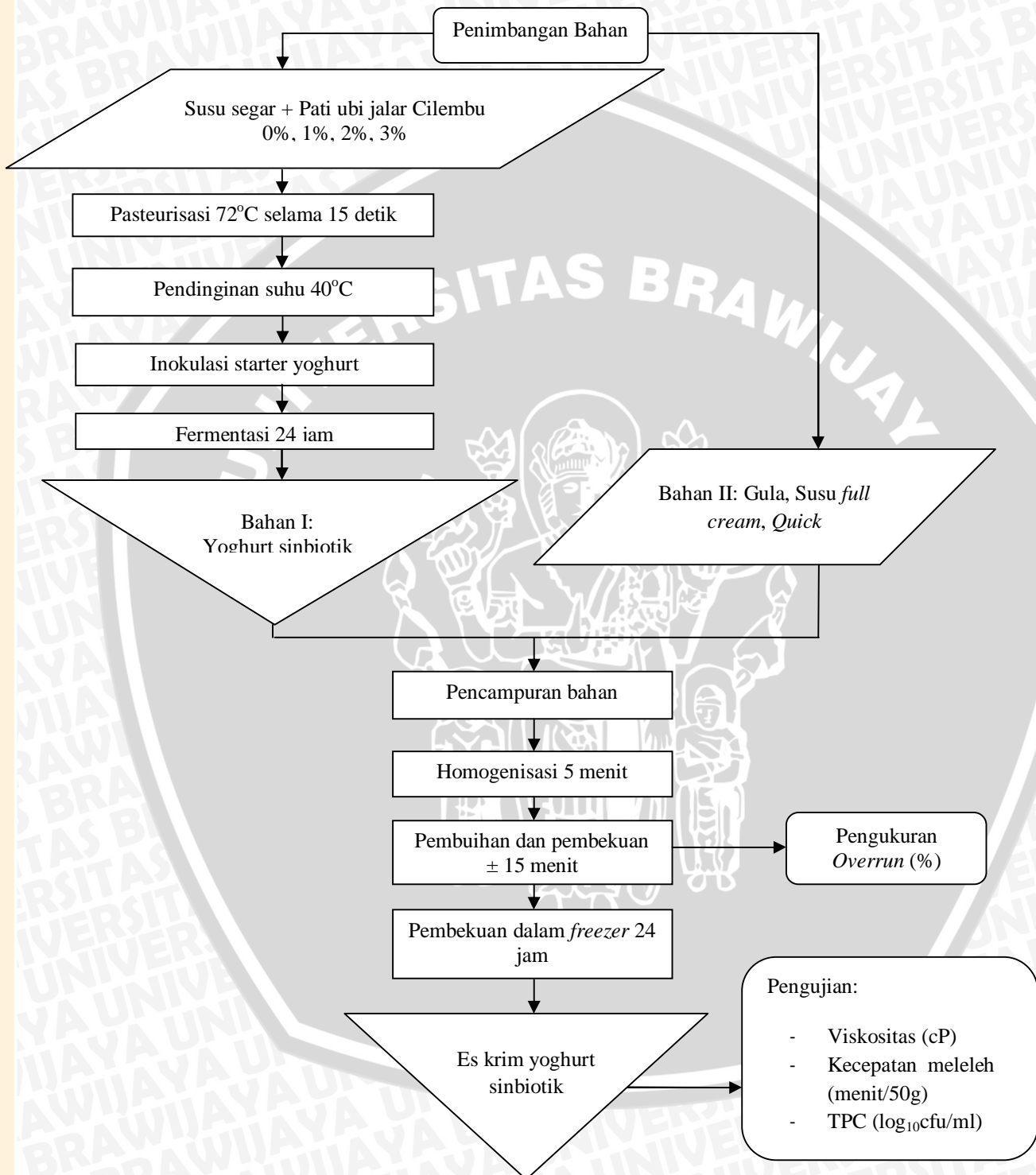
Tabel 5. Komposisi ICM es krim yoghurt sinbiotik semua perlakuan

Bahan	%	Komposisi			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
Yoghurt (ml)	66,66	1000	1000	1000	1000
Gula (g)	25	375	375	375	375
Susu <i>Full Cream bubuk</i> (g)	5	75	75	75	75
<i>Quick</i>	3,33	50	50	50	50
Pati ubi Cilembu (g)		0	10	20	30
Total Bahan	100	1500	1510	1520	1530

- d. Pembuatan es krim yoghurt sinbiotik (Padaga dan Sawitri, 2005 yang telah dimodifikasi)
 1. Penimbangan bahan-bahan ICM yaitu yoghurt sinbiotik, gula, susu *full cream*, *quick*.
 2. Pencampuran (homogen) bahan-bahan ICM dengan menggunakan *mixer* selama 5 menit, kemudian dilakukan pengujian TPC
 3. Pembuihan dan pembekuan menggunakan *ice cream maker* selama kurang lebih 15 menit. Diperoleh es krim kemudian dilakukan pengujian *overrun*

4. Pembekuan dalam *freezer* selama 24 jam kemudian dilakukan pengujian kecepatan meleleh, viskositas dan TPC.

Prosedur pembuatan es krim yoghurt sinbiotik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur pembuatan es krim yoghurt sinbiotik

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang diuji adalah:

- Pengujian viskositas, prosedur pengujian pada Lampiran 1.
- Pengujian *overrun*, prosedur pengujian pada Lampiran 2.
- Pengujian kecepatan meleleh, prosedur pengujian pada Lampiran 3.
- Pengujian TPC, prosedur pengujian pada Lampiran 4.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dengan menggunakan program *Microsoft excel*. Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Apabila ada perbedaan pengaruh yang nyata diantara perlakuan maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's (UJBD). Model matematik dari RAL adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = nilai yang diamati
 μ = nilai tengah populasi
 τ_i = pengaruh perlakuan ke- i
 ε_{ijk} = pengaruh galat
 $i = 1, 2, 3, 4$
 $j = 1, 2, 3, 4$

3.6 Batasan Istilah

- Es krim yogurt sinbiotik: es krim yang terbuat dengan mengkombinasikan bahan probiotik yaitu yoghurt dan bahan prebiotik.
- Probiotik : mikroorganisme hidup ditambahkan pada bahan pangan dengan tujuan memberikan efek yang menguntungkan bagi kesehatan manusia.
- Prebiotik : bahan pangan tidak terdigesti memberikan efek kesehatan bagi tubuh dengan cara memacu pertumbuhan probiotik
- Sinbiotik : produk kombinasi probiotik dan prebiotik, secara sinergis menghasilkan pengaruh yang menguntungkan
- Ubi jalar Cilembu : ubi jalar yang memiliki kandungan oligosakarida yang berfungsi sebagai prebiotik

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Penambahan Pati Ubi Jalar Cilembu terhadap *Overrun*, Viskositas, Kecepatan Meleleh dan TPC Es Krim Yoghurt Sinbiotik

Es krim yoghurt sinbiotik merupakan es krim yang dibuat dengan memadukan sumber probiotik yaitu yoghurt dan sumber prebiotik yaitu pati ubi jalar Cilembu. Rata-rata viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh dan TPC penggunaan pati ubi jalar Cilembu pada fermentasi es krim yoghurt sinbiotik dan hasil Uji Jarak Berganda Duncan's (UJBD) 1% pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata viskositas, *overrun*, kecepatan meleleh, dan TPC es krim yoghurt sinbiotik

Perlakuan	Rata-rata				
	Viskositas (cP)	<i>Overrun</i> (%)	Kecepatan meleleh (menit/50g)	TPC (log ₁₀ cfu/ml)	
				ICM	Es krim
P ₀	803,08±57,18 ^a	40,58±2,26 ^a	26,57±1,01 ^a	1,54±0,04 ^a	1,41±0,05 ^a
P ₁	882,88±56,05 ^a	35,77±0,69 ^b	29,92±0,80 ^b	1,71±0,04 ^b	1,62±0,07 ^b
P ₂	1071,75±69,2 ^b	33,09±0,78 ^b	33,44±1,48 ^c	1,93±0,05 ^c	1,90±0,05 ^c
P ₃	1154,78±75,70 ^b	24,90±1,90 ^c	37,30±0,92 ^d	2,05±0,04 ^d	2,02±0,04 ^c

Keterangan: superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

4.1.1 Viskositas es krim yoghurt sinbiotik

Tabel 6 menunjukkan semakin meningkat penambahan pati ubi jalar Cilembu menyebabkan viskositas es krim yoghurt sinbiotik semakin tinggi. Hasil analisis ragam pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa ada perbedaan pengaruh nilai viskositas yang sangat nyata (P<0,01) diantara perlakuan penambahan pati ubi jalar Cilembu dengan konsentrasi yang berbeda. Presentase penambahan pati ubi jalar Cilembu pada proses fermentasi es krim yoghurt sinbiotik diduga memiliki pengaruh yang paling besar terhadap peningkatan viskositas es krim. Terjadinya peningkatan viskositas disebabkan proses gelatinisasi oleh pati ubi jalar Cilembu. Menurut Winarno (2002), gelatinisasi terjadi karena pati berbentuk butiran yang mampu menyerap air sehingga butiran pati akan membengkak dan bersifat tidak kembali lagi pada posisi semula. Pembengkakan pada butiran pati terjadi bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik-menarik antar molekul pati di

dalam air, sehingga air masuk ke dalam butiran pati dan terjadi peningkatan viskositas. Hartati dan Prana (2003) menyatakan bahwa pati terdiri atas dua komponen yaitu amilosa dan amilopektin. Amilopektin memiliki daya serap air yang besar. Cahyadi (2006) menambahkan bahwa secara umum pati terdiri dari 25% amilosa dan 75% amilopektin. Jenis pati yang banyak mengandung amilopektin mempunyai kemampuan lebih besar terhadap kekentalan larutan pada keadaan panas, semakin tinggi penggunaan pati ubi jalar Cilembu pada setiap perlakuan maka kandungan amilopektin dalam es krim juga semakin tinggi, sehingga viskositas yang dihasilkan meningkat.

Viskositas dipengaruhi oleh komposisi ICM yaitu yoghurt, *quick* (bahan penstabil dan pengemulsi), susu *full cream*, dan gula (sukrosa). Menurut Harianto dkk. (2013), viskositas dipengaruhi oleh konsentrasi dan Berat Molekul (BM) penstabil, semakin tinggi nilai BM dan konsentrasi penstabil, maka viskositas produk akan semakin meningkat. Gianti dan Evanuarini (2011) menambahkan bahwa pemberian gula sebanyak 25% pada susu fermentasi akan menurunkan aktifitas air, sehingga akan menyebabkan peningkatan viskositas.

4.1.2 *Overrun* es krim yoghurt sinbiotik

Tabel 6 menunjukkan semakin meningkat penambahan pati ubi jalar Cilembu menyebabkan *overrun* es krim yoghurt menurun. Hasil analisis ragam pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa ada perbedaan pengaruh nilai *overrun* yang sangat nyata ($P < 0,01$) diantara perlakuan penambahan pati ubi jalar Cilembu dengan konsentrasi yang berbeda. Perbedaan *overrun* terjadi karena masing-masing perlakuan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangkap udara selama proses pembekuan. Menurut Istini dan Zatnika (2007) bertambahnya volume es krim disebabkan karena terbentuknya busa atau gelembung udara dalam campuran.

Pati ubi jalar Cilembu merupakan sumber bahan padatan karena mengandung amilosa dan amilopektin. Winarno (2002) menambahkan bahwa jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan untuk menyerap air juga sangat besar, hal ini menyebabkan peningkatan viskositas. Penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang semakin meningkat menyebabkan peningkatan viskositas es krim. Penurunan *overrun* diduga bertambahnya nilai viskositas seiring bertambahnya konsentrasi pati ubi jalar Cilembu. Viskositas yang tinggi akan mengurangi udara yang masuk yang menyebabkan *overrun* yang dihasilkan rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hartatie (2011) bahwa campuran adonan es krim tidak boleh terlalu kental karena akan menyulitkan pengembangan sehingga memperkecil *overrun*. Puspitarini dan Rahayuni (2012) menambahkan bahwa adonan yang

semakin kental menyebabkan tegangan permukaan menjadi lebih besar sehingga udara sulit menembus permukaan dan pengembangan es krim menjadi lebih rendah.

Pada penelitian ini perlakuan dengan perbedaan konsentrasi pati ubi jalar Cilembu mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mempertahankan peningkatan *overrun* es krim. Nilai viskositas yang tinggi pada penelitian ini terbukti dapat menghambat pemasukan udara dalam ICM selama pembuihan sehingga produk sulit mengembang. Kesulitan pengembangan ditunjukkan dengan *overrun* yang rendah pada P₃ (3%) yang hanya menghasilkan rata-rata *overrun* sebesar 24,895%. Hasil penelitian Elisabeth dkk. (2007) menyatakan bahwa semakin banyaknya penggunaan umbi ubi jalar kukus sebagai substitusi susu skim, nilai *overrun* cenderung semakin rendah. Penelitian tersebut, penggunaan ubi jalar 10% dan susu skim 0% menghasilkan *overrun* dengan rata-rata 22,22%.

4.1.3 Kecepatan meleleh es krim yoghurt sinbiotik

Hasil pengamatan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin meningkat penambahan pati ubi jalar Cilembu menyebabkan daya leleh es krim yoghurt semakin meningkat. Hasil analisis ragam pada Lampiran 9 menunjukkan bahwa ada perbedaan pengaruh nilai kecepatan meleleh yang sangat nyata ($P < 0,01$) diantara perlakuan penambahan pati ubi jalar Cilembu dengan konsentrasi yang berbeda. Hal ini diduga karena pati ubi jalar Cilembu mengandung karbohidrat atau bahan padatan yang tinggi sehingga meningkatkan kekentalan pada produk yang dihasilkan. Es krim dengan nilai koefisien kekentalan yang tinggi akan mempunyai daya tahan leleh yang lebih besar (Muse and Hartel, 2004).

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Elisabeth dkk. (2007), dengan semakin meningkatnya penambahan ubi jalar sampai dengan 10% es krim yang dihasilkan akan lebih tahan terhadap pelelehan. Achmad dkk. (2012) menambahkan bahwa waktu pelelehan sangat dipengaruhi oleh total bahan padat yang terkandung didalam es krim. Mutu es krim yang baik adalah apabila es krim yang meleleh mempunyai sifat yang serupa dengan adonan aslinya.

Kecepatan meleleh es krim sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan ICM. Rahmawati dkk. (2012) menyatakan bahwa bahan penstabil merupakan bahan aditif yang dapat memberikan ketahanan pada es krim agar tidak cepat meleleh. Widiyanto dan Yunianta (2014) menambahkan bahwa bahan penstabil jika didispersikan pada fase cair, maka penstabil akan mengikat air dalam jumlah besar dan membentuk kerangka gel yang dapat mencegah molekul air bergerak bebas dan membentuk selaput yang terbentuk akan melindungi komponen es krim dari pengaruh suhu luar dan membatasi mobilitas air pada emulsi. Peningkatan jumlah air bebas yang terperangkap akan

menghasilkan es krim yang lambat meleleh. Muse and Hartel (2004) berpendapat bahwa kecepatan meleleh es krim dipengaruhi oleh jumlah udara yang terperangkap dalam es, kristal es yang dimiliki, serta kandungan lemak di dalamnya.

Kecepatan meleleh dalam penelitian ini rata-rata 26-37 menit/50g. Menurut Achmad dkk. (2012), kualitas yang baik pada es krim adalah mempunyai lama waktu pelelehan sekitar 10–15 menit. Perbandingan dari kedua hal tersebut melihtakan waktu pelelehan penelitian ini terlalu lama. Penambahan pati ubi jalar Cilembu meningkatkan padatan dalam es krim, sehingga meningkatkan kekentalan menyebabkan daya ikat air semakin kuat dalam produk, sehingga tidak cepat meleleh. Menurut Oksilia dkk. (2012), daya leleh es krim berhubungan dengan tekstur dan kekentalan ICM. Kekentalan berhubungan dengan *overrun*. Turunnya nilai *overrun* disertai dengan semakin tahannya es krim terhadap pelelehan dari suhu beku ke suhu ruang sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk melelehkan es krim. Hasil pengamatan terhadap kecepatan meleleh es krim, tampak bahwa es krim dengan *overrun* rendah memiliki kecepatan meleleh yang cenderung lebih lama.

4.1.4 Total Plate Count (TPC) es krim yoghurt sinbiotik

Hasil pengamatan pada Tabel 6 menunjukkan semakin meningkatnya konsentrasi penambahan pati ubi jalar Cilembu menyebabkan TPC ICM maupun TPC es krim yoghurt sinbiotik semakin meningkat. Hasil analisis ragam pada Lampiran 10a dan 10b menunjukkan bahwa ada perbedaan pengaruh nilai TPC ICM dan TPC es krim yoghurt sinbiotik yang sangat nyata ($P < 0,01$) diantara perlakuan penambahan pati ubi jalar Cilembu dengan konsentrasi yang berbeda. Data hasil pengamatan dari TPC es krim yoghurt sinbiotik sudah ditransformasi ke dalam bentuk logaritma (satuan $\log_{10}\text{cfu/ml}$), rata-rata TPC ICM yaitu 1,54-2,05 $\log_{10}\text{cfu/ml}$, sedangkan TPC es krim berkisar antara 1,41-2,02 $\log_{10}\text{cfu/ml}$. Jumlah bakteri dari TPC ICM ke TPC es krim mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena banyaknya proses pengolahan yang dilakukan pada es krim yoghurt sinbiotik. Jannah dkk. (2013) menyatakan penurunan jumlah bakteri disebabkan es krim yoghurt sudah mengalami beberapa pengolahan dimulai dari pencampuran bahan, pengolahan ICM dalam *Ice Cream Maker*, pembekuan serta pengerasan. Srianta dkk. (2007) menambahkan bahwa adonan es krim selama berada di dalam *ice cream maker*, terjadi pengadukan yang dapat menyebabkan kerusakan fisik pada sel bakteri dan terjadi peningkatan paparan terhadap oksigen dan bakteri mati dengan cepat pada kisaran suhu -1°C sampai -5°C . Pembekuan menyebabkan luka pada sel bakteri karena terjadi pembentukan kristal es yang berukuran besar.

Peningkatan penggunaan pati ubi jalar Cilembu mampu meningkatkan jumlah bakteri pada ICM maupun es krim sinbiotik. Hal ini diduga pati ubi jalar Cilembu mengandung

prebiotik yang dapat membantu meningkatkan kemampuan hidup bakteri probiotik dalam yoghurt. Jumlah TPC pada es krim yoghurt sinbiotik pada penelitian ini dipengaruhi oleh keberadaan Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam yoghurt. Menurut Mariana dan Susanti (2012), prebiotik merupakan bahan pangan yang mampu memacu pertumbuhan bakteri probiotik karena mempunyai sifat spesifik yang tidak terserap dan terhidrolisis pada sistem pencernaan, dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri menguntungkan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

Hasil penelitian menunjukkan TPC es krim yoghurt sinbiotik dengan penambahan pati ubi jalar Cilembu sesuai dengan SNI 01-3713-1995 bahwa total cemaran mikroba pada es krim adalah maksimum $2,0 \times 10^5$ cfu/gram, total bakteri yang ada pada es krim yoghurt sinbiotik antara 1,41-2,02 \log_{10} cfu/ml. Hal ini menunjukkan bahwa TPC es krim yoghurt sinbiotik sudah memenuhi Standart Nasional Indonesia (SNI).

4.2 Penentuan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik penelitian ini didapat dengan membandingkan nilai produksi yang berbeda yaitu penambahan pati ubi jalar Cilembu pada proses fermentasi es krim yoghurt sinbiotik yang dilakukan dengan menggunakan indeks efektifitas. Prosedur pengukuran dan hasil perhitungan disajikan pada Lampiran 5 dan Lampiran 12. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan dari pengaruh perlakuan yang diberikan dan sebagai variabel yang digunakan (Idris, 2005).

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata ranking dalam menentukan perlakuan terbaik diketahui bahwa konsumen lebih menyukai produk es krim yoghurt sinbiotik dengan perlakuan penambahan pati ubi jalar Cilembu pada proses fermentasi sebanyak 3% (P_3), yaitu sebesar 0,69 dengan viskositas 1,154,78 cP, *overrun* 24,90%, kecepatan meleleh 37,30 menit/50g, dan TPC 2,02 \log_{10} cfu/ml. Hal ini diduga terkait dengan kelelahan es krim yang lebih lama yang disebabkan kandungan amilopektin yang merupakan padatan dalam pati ubi jalar Cilembu yang menyebabkan viskositas yang tinggi sehingga es krim tahan terhadap pelelehan.

Viskositas es krim pada P_3 sudah memenuhi standar karena nilainya lebih dari viskositas ICM, menurut Marshall dan Arbuckles (1996) ICM mempunyai viskositas 50-300 cP. *Overrun* es krim pada P_3 belum memenuhi standar, menurut Widiantoko dan Yuniarta (2014), *Overrun* es krim biasanya antara 70-80%, sedang untuk industri rumah tangga berkisar antara 35–50%. Kecepatan meleleh es krim pada P_3 terlalu lama, menurut Achmad dkk. (2012) kecepatan meleleh es krim yang baik 10-15 menit. TPC es krim pada P_3 sudah memenuhi SNI yaitu $2,0 \times 10^5$ cfu/gram.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- Penambahan pati ubi jalar Cilembu dalam pembuatan es krim yoghurt sinbiotik dapat meningkatkan viskositas, kecepatan meleleh dan TPC, akan tetapi nilai *overrun* es krim yoghurt sinbiotik mengalami penurunan.
- Tingkat penambahan pati ubi jalar Cilembu sebanyak 3% merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan es krim yoghurt sinbiotik dengan viskositas 1154,78 cP, *overrun* 24,90%, kecepatan meleleh 37,30 menit/50g, dan TPC 2,02 log₁₀cfu/ml.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk menambahkan pati ubi jalar Cilembu dengan level yang lebih tinggi untuk menghasilkan kualitas es krim yoghurt sinbiotik yang lebih baik, mengkaji tentang penambahan prebiotik lain misalnya pisang, jagung pada es krim yoghurt sinbiotik dan menganalisis nilai gizi dari es krim yoghurt sinbiotik.



DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Triyantini, R. Sunarlim, H. Setiyanto dan Nurjannah. 2001. Pengaruh Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap Mutu Susu Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 6 (1): 45-50.
- Achmad, F., Nurwantoro dan S. Mulyani. 2012. Daya Kembang, Total Padatan, Waktu Pelelehan dan Kesukaan Es Krim Fermentasi Menggunakan Starter *Saccharomyces cereviceae*. *Animal Agriculture Journal*.1 (2): 65-76.
- Anggraeni, Y.P. dan S.S. Yuwono. 2014. Pengaruh Fermentasi Alami pada Chips Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Terfermentasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (2): 59-69.
- Anonim. 1994. Petunjuk penggunaan Brookfield Viskometer Model LV. Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Brawijaya.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. Cara Uji Cemaran Mikroba. SNI 16-2897-1992. Jakarta.
- , 1995. Es krim. SNI 01-3713-1995. Jakarta.
- , 1998. Ubi Jalar. SNI 01-4493- 1998. Jakarta.
- , 2009. Yoghurt. SNI 2981-2009. Jakarta.
- Banyuaji, A., E.S. Rahayu dan T. Utami. 2009. Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* SNP 2 dalam Kapsul dan Aplikasinya dalam Es Krim. *Jurnal Agritech*. 29 (4): 167.
- Cahyadi, W. 2006. Analisis dan Aspek Kesehatan: Bahan Tambahan Pangan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Daud, M., W.G. Piliang, K.G. Wiryawan dan A. Setiyono. 2009. Pengujian secara *In Vitro* Oligosakarida dari Ekstrak Tepung Buah Rumbia (*Metroxylon sago Rottb.*) sebagai Sumber Prebiotik. *Jurnal Agripet*. 9 (2): 35-41.
- Elisabeth, D.A.A., M.A. Widyaningsih, dan I.K. Kariada. 2007. Pemanfaatan Umbi Ubi Jalar sebagai Bahan Baku Pembuatan Es Krim. *Jurnal Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali*.
- Gianti, I. dan H. Evanuarini. 2011. Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Fisik Susu Fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 6 (1): 28-33.
- Ginting, N. dan E. Pasaribu. 2005. Pengaruh Temperatur dalam Pembuatan Yoghurt dari Berbagai Jenis Susu dengan Menggunakan *Lactobacillus Bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*. *Jurnal Agribisnis Peternakan*. 1 (2): 73-77.

- Hariato, H., I. Thohari, dan Purwadi. 2013. Penambahan Tepung Porang (*Amorphopallus onchoptillus*) pada Es Krim Yoghurt ditinjau dari Sifat Fisik dan Total Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Hartatie, E.S. 2011. Kajian Formulasi (Bahan Baku, Bahan Pemanap) dan Metode Pembuatan terhadap Kualitas Es Krim. *Jurnal Gamma*. 7 (1): 20-26.
- Hartati N.S. dan T.K. Prana. 2003. Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung Beberapa Kultivar Talas (*Colocasia esculenta L.Schott*). *Jurnal Natur Indonesia*. 6 (1): 29-33.
- Idris, S. 2003. Pengantar Teknologi Pengolahan Susu. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Universitas Brawijaya.
- . 2005. Indeks Efektifitas: Suatu Pemikiran Tentang Alternatif untuk Memilih Perlakuan Terbaik pada Penelitian Pangan. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Universitas Brawijaya.
- Istini, S. dan A. Zatnika. 2007. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi *Semi-Refined Carrageenan* (SRC) sebagai Stabilisator terhadap Kualitas Es Krim. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 9 (1): 27-33.
- Iqrimah, N., Purwadi, L.E. Radiati. 2013. Penambahan Sari Tape Ketan Hitam dan Waktu Pemeraman pada Susu Kambing ditinjau dari pH, Viskositas dan Mutu Organoleptik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 8 (1): 9-18.
- Jannah, Y.R., I. Thohari, and Purwadi. 2013. Penambahan Tepung Porang (*Amorphopallus Onchoptillus*) pada Es Krim Yoghurt Ditinjau dari *Total Plate Count*, Tekstur, Rasa, Bau, Total Padatan, dan pH. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Lukman, H., Purwadi dan M.C.H, Padaga. 2012. Penambahan Gum Guar pada Pembuatan Es Krim Instan Ditinjau dari Viskositas, *Overrun* dan Kecepatan Meleleh. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Manab, A. 2008. Kajian Sifat Fisik Yogurt Selama Penyimpanan Pada Suhu 4°C. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 3 (1): 52-58.
- Mariana, E. dan H. Susanti. 2012. Pengaruh Suplementasi Tepung Terigu terhadap Pertumbuhan dan Laju Pengasaman Probiotik *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 4 (3): 14-19
- Marshall, R.T. and W.S. Arbuckle. 1996. *Ice Cream*. 5th Edition. Chapman and Hall Publishing, London.
- Mastuti, R. 2007. Kandungan Bakteri Susu Pasteurisasi dalam Kemasan Plastik yang Beredar Di Kota Malang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2 (2): 52-57.

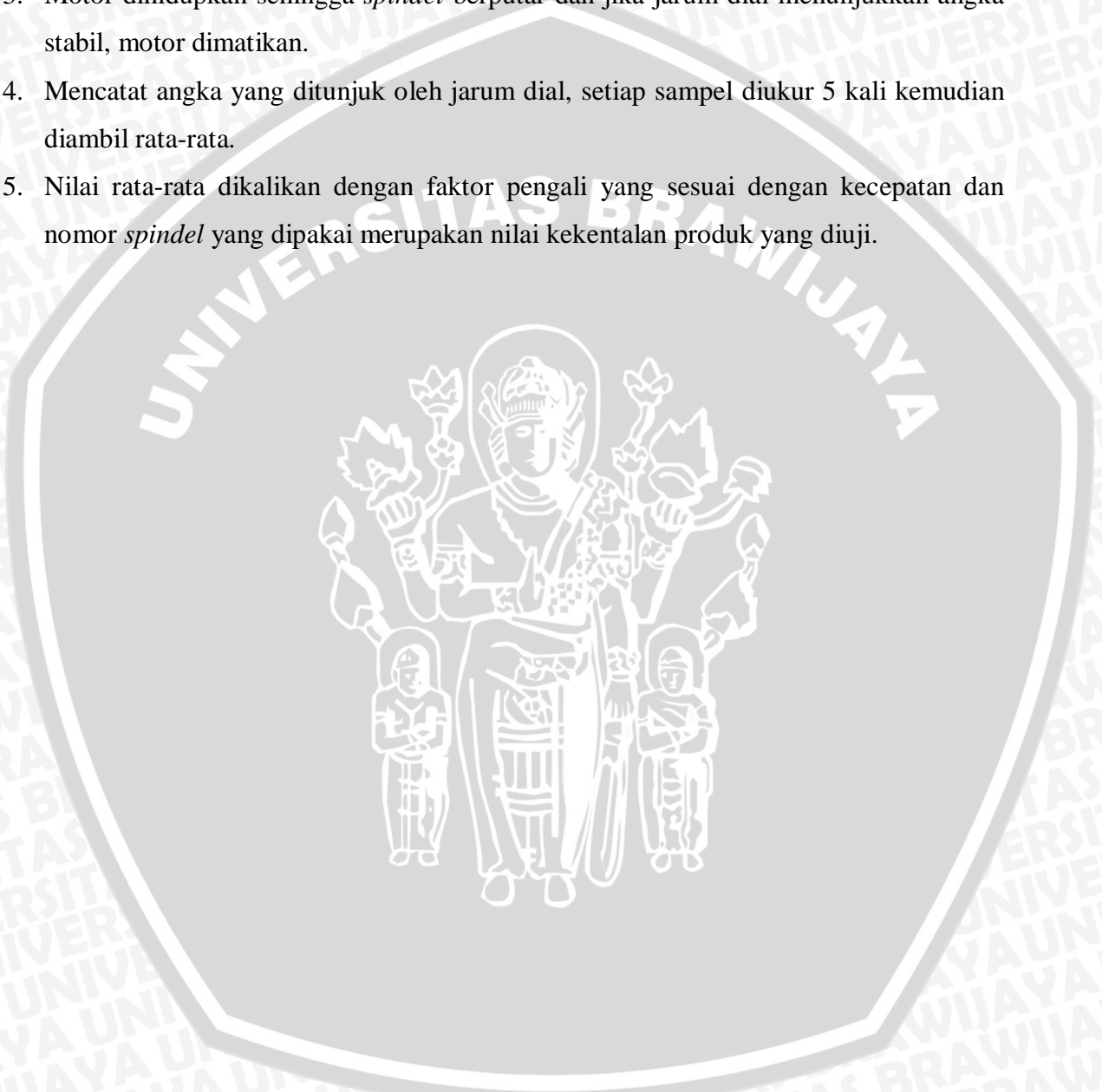
- Murdiati, T.B., A. Priadi, S. Rachmawati dan Yuningsih. 2004. Susu Pasteurisasi dan Penerapan HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*). JITV. 9 (3): 172-180.
- Muse, M.R. and R.W. Hartel. 2004. Ice Cream Structural Element that Affect Melting Rate and Hardness. *Journal Dairy Science*. 87 (1): 1-10.
- Nuraida, L., Hana, S.R., Dwiari, dan D.N. Faridah. 2008. Pengujian Sifat Prebiotik dan Sinbiotik Produk Olahan Ubi Jalar Secara *In Vivo*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 19 (2): 89-96.
- Nurwantoro, Sutaryo, D. Hartanti dan H. Sukoco. 2009. Viabilitas *Bifidobacterium bifidum*, Kadar Laktosa dan Rasa Es Krim Simbiotik pada Lama Penyimpanan Suhu Beku yang Berbeda. *Jurnal Indon. Tropical Animal Agriculture*. 34 (1): 16-21.
- Oksilia, M.I., Syafutri, dan E. Lidiasari. 2012. Karakteristik Es Krim Modifikasi dengan Formulasi Bubur Timun Suri (*Cucumis melo L.*) dan Sari Kedelai. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 23 (1): 17-22.
- Onggo, T.M. 2013. Perubahan Komposisi Pati dan Gula Dua Jenis Ubi Jalar "Cilembu" Selama Penyimpanan. *Jurnal Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran*.
- Puspitarini, R. dan A. Rahayuni. 2012. Kandungan Serat, Lemak, Sifat Fisik dan Tingkat Penerimaan Es Krim dengan Penambahan Berbagai Jenis Bekatul Beras dan Ketan. *Journal of Nutrition Collage*. 1 (1): 301-311.
- Rahmawati, R. D., Purwadi, dan D. Rosydi. 2012. Tingkat Penambahan Bahan Pengembang pada Pembuatan Es Krim Instan Ditinjau dari Mutu Organoleptik dan Tingkat Kelarutan. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya*.
- Retnaningtyas, D.A dan W.D.R. Putri. 2014. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Perlakuan STPP (Lama Perendaman dan Konsentrasi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (4): 68-77.
- Risnoyatiningih, S. 2011. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning menjadi Glukosa secara Enzimatis. *Jurnal Teknik Kimia*. 5 (2): 417-424.
- Sahitya, R.M., K.K. Reddy, M. Reddy and M. Rao. 2013. Evaluation Of Viability Of Co-Encapsulated Pre- And Certain Probiotics In Ice Cream During Frozen Storage. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*. 3(1): 141-147.
- Saleh, E. 2004. Teknologi Pengolahan Susu dan Hasil Ikutan Ternak. Program Studi Produksi Ternak Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sinurat, E., R. Perangirangin, dan S. Wibowo. 2007. Pengaruh Konsentrasi *Kappa*-Keraginan Pada Es Krim terhadap Tingkat Kesukaan Panelis. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2 (2): 1-9.

- Srianta, N. Kusumawati dan W. Effendi. 2007. Pengaruh Perbedaan Jumlah Santan dan Lama Penyimpanan Beku terhadap Viabilitas *Lactobacillus acidophilus* dalam Es Krim Nabati Probiotik. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 6 (2): 9-14.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, edisi kedua. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta
- Suprayitno, E.H., Kartikaningsih, dan S. Rahayu. 2001. Pembuatan Es Krim dengan Menggunakan Stabilisator Natrium Alginat dari *Sargassum sp.* *Jurnal Makanan Tradisional Indonesia*. 1 (3): 23-27.
- Suwito, W. 2010. Bakteri Yang Sering Mencemari Susu: Deteksi, Patogenesis, Epidemiologi, dan Cara Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian* 29 (3): 96-100.
- dan Andriani. 2012. Teknologi Penanganan Susu yang Baik dengan Mencermati Profil Mikroba Susu Sapi Di Berbagai Daerah. *Jurnal Pascapanen*. 9 (1): 35-44.
- Trisnaningtyas, R.Y., A.M. Legowo dan Kusrahayu. 2013. Pengaruh Penambahan Susu Skim pada Pembuatan *Frozen Yogurt* dengan Bahan Dasar Whey terhadap Total Bahan Padat, Waktu Pelelehan dan Tekstur. *Animal Agriculture Journal*. 2 (1): 217 – 224.
- Utami, R., M.A.M. Andriani, dan Z.A. Putri. 2010. Kinetika Fermentasi Yoghurt yang diperkaya ubi jalar (*Ipomea batatas*). *Jurnal Caraka Tani*. 25 (1): 50-55.
- Utami, K.D. dan Sudrajat. 2011. Efek Pemberian Susu *Full Cream* dengan Penambahan *Conjugated Linoleic Acid* (CLA) terhadap Jumlah dan Hitung Jenis Leukosit Tikus yang diberi Diet Tinggi Lemak. *Jurnal Bioprospek*. 8 (2): 38-47.
- Widiantoko R.K. dan Yunianta. 2014. Pembuatan Es Krim Tempe - Jahe (Kajian Proporsi Bahan dan Penstabil terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (1): 54-66.
- Widodo, W. 2002. *Bioteknologi Fermentasi Susu*. Pusat Pengembangan Bioteknologi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Widyastuti, E. 2011. *Probiotik dan Prebiotik*. Fakultas Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Brawijaya.
- , L.E. Radiati, dan A. Purwanto. 2007. Pengaruh Penambahan Gelatin Tipe B (*Beef Gelatine*) terhadap Daya Ikat Air, Kecepatan Meleleh, dan Mutu Organoleptik Yoghurt beku (*Frozen yoghurt*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi hasil Ternak*. 2 (2): 35-41.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- , 2004. *Keamanan Pangan*, Jilid 3. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.

Lampiran 1. Prosedur uji viskositas dengan *viskometer* (Anonim, 1994)

Prosedur pengukuran viskositas dengan *viskometer* es krim sebagai berikut:

1. *Spindel* dipasang pada lengan *spindel*.
2. *Spindel* dimasukkan ke dalam sampel yang diuji.
3. Motor dihidupkan sehingga *spindel* berputar dan jika jarum dial menunjukkan angka stabil, motor dimatikan.
4. Mencatat angka yang ditunjuk oleh jarum dial, setiap sampel diukur 5 kali kemudian diambil rata-rata.
5. Nilai rata-rata dikalikan dengan faktor pengali yang sesuai dengan kecepatan dan nomor *spindel* yang dipakai merupakan nilai kekentalan produk yang diuji.



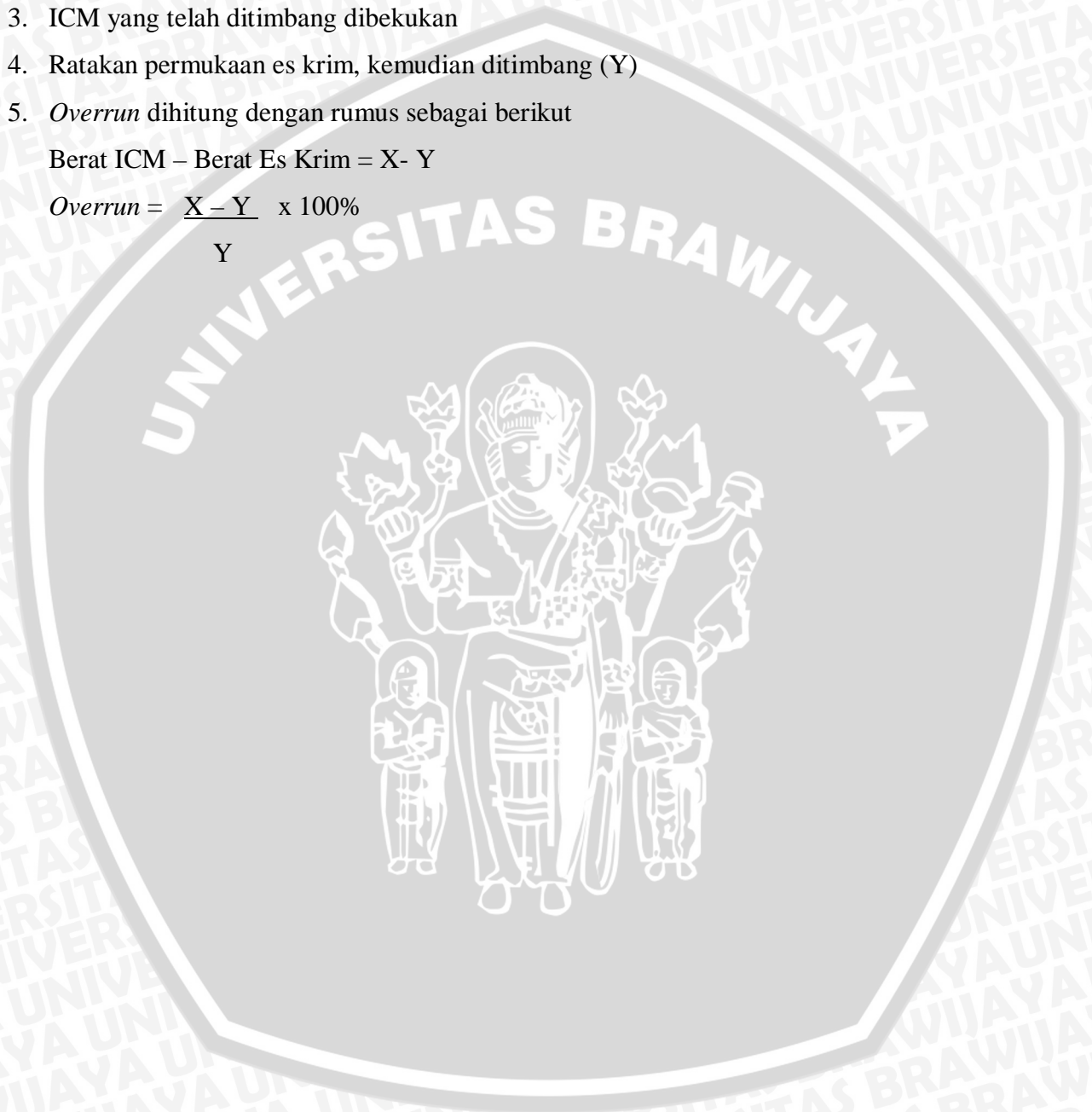
Lampiran 2. Prosedur pengukuran *overrun* es krim (Idris, 2003)

Prosedur pengukuran *overrun* es krim sebagai berikut:

1. Wadah es krim ditimbang
2. ICM dimasukkan ke dalam wadah sampai penuh rata, kemudian ditimbang (X)
3. ICM yang telah ditimbang dibekukan
4. Ratakan permukaan es krim, kemudian ditimbang (Y)
5. *Overrun* dihitung dengan rumus sebagai berikut

Berat ICM – Berat Es Krim = X- Y

$$\text{Overrun} = \frac{X - Y}{Y} \times 100\%$$



Lampiran 3. Prosedur pengukuran kecepatan meleleh es krim (Nelson and Trout, 1965)

Prosedur pengukuran kecepatan meleleh es krim, yaitu:

1. Diukur suhu dan kelembaban ruangan.
2. Diambil sejumlah es krim menggunakan sekop es krim sehingga diperoleh sampel dengan berat seseragam mungkin.
3. Sampel yang telah diambil diletakkan pada cawan petri pada suhu kamar dan dibiarkan sampel meleleh dengan sempurna.
4. Waktu yang diperlukan sampai semua sampel meleleh dicatat sebagai kecepatan (menit/50g)



Lampiran 4. Prosedur pengujian *Total Plate Count* (TPC) (Badan Standardisasi Nasional, 1992)

Penghitungan total mikroorganisme dilakukan dengan menggunakan metode hitungan cawan *Total Plate Count* (TPC) dengan metode tuang (*pour plate*). Dari pengenceran yang dikehendaki (P^{-4} , P^{-5} , dan P^{-6}) sebanyak 1 ml larutan tersebut dipipet secara duplo ke dalam cawan petri steril dengan menggunakan pipet steril 1ml. Kemudian ke dalam cawan Petri tersebut dimasukkan agar medium yaitu *Plate Count Agar* (PCA) yang telah didinginkan 47°C - 50°C sebanyak 12-15 ml kedalam cawan petri steril tersebut. Segera setelah penuangan dihomogenkan dengan menggerakkan mengikuti angka delapan dan diamkan hingga memadat. Cawan Petri di inkubasi terbalik pada suhu 37°C selama 24 jam. Jumlah bakteri ditentukan dengan metode hitungan cawan dan koloni yang tumbuh dihitung dengan *Standar Plate Count* (SPC).



Lampiran 5. Prosedur pengukuran untuk memilih perlakuan terbaik (de Garmo dkk., 1984)

Untuk memilih perlakuan terbaik dilakukan prosedur sebagai berikut:

1. Meminta pendapat kepada responden tentang urutan (*ranking*) pentingnya peranan variabel terhadap mutu produk, dengan menggunakan daftar isian dapat dilihat pada Lampiran 6.
2. Hasil *ranking* yang telah didapat ditabulasi, dijumlahkan, dan dirata-rata untuk mengetahui *ranking* masing-masing variabel.
3. Dari hasil *ranking* dihitung bobot variabelnya. Variabel dengan rata-rata tertinggi diberi bobot 1, sedangkan bobot variabel yang lain diperoleh dari hasil bagi antara masing-masing variabel dengan rata-rata variabel *ranking* ke-1.
4. Bobot normal dihitung dengan membagi bobot masing-masing variabel dengan jumlah bobot variabel.
5. Nilai efektifitas (N_e) dihitung dengan rumus:
$$N_e = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek}}$$
6. Dihitung Nilai hasil (N_h) dari semua variabel dengan mengalikan N_e dengan bobot normal masing-masing.
7. N_h dari semua variabel untuk masing-masing perlakuan kemudian dijumlahkan. Perlakuan dengan jumlah N_h tertinggi merupakan perlakuan terbaik.

Lampiran 6. Lembar penilaian urutan (*ranking*) pentingnya peanan variabel terhadap mutu produk (Idris, 2005)

Produk :

Responden :

Saudara diminta untuk mengemukakan pendapat tentang urutan (*ranking*) pentingnya keempat variabel berikut terhadap mutu produk dengan mencantumkan nilai 1-4, mulai dari peranannya kurang penting (1) sampai terpenting (4).

Atas partisipasi Saudara diucapkan terimakasih.

Variabel	Ranking
<i>Overrun</i> Kecepatan meleleh viskositas <i>Total Plate Count (TPC)</i>	

Catatan:

1. Berhubung ada 4 variabel, *rankings*nya 1-4 dari peranan yang kurang penting ke terpenting.
2. Nomor *ranking* untuk variabel yang diteliti tidak boleh sama.

Lampiran 7. Analisis data viskositas es krim yoghurt sinbiotik

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	800,90	780,00	882,60	748,80	3212,30	803,08±57,18
P ₁	858,90	817,00	943,20	912,40	3531,50	882,88±56,05
P ₂	1123,30	1071,50	1118,20	974,00	4287,00	1071,75±69,21
P ₃	1143,10	1052,20	1210,00	1213,80	4619,10	1154,78±75,70
Total					15649,90	

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{t \times r} = \frac{15649,90^2}{4 \times 4} = 15307460,63$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (800,90^2 + 780,00^2 + \dots + 1213,80^2) - 15307460,63 = 369537,86$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{r} - FK$$

$$= \frac{3212,30^2 + 3531,50^2 + 4287,00^2 + 4619,10^2}{4} - 15307460,63 = 318743,71$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 369537,86 - 318743,71 = 50794,15$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	318743,71	106247,90	25,10**	3,49	5,95
Galat	12	50794,15	4232,85			
Total	15					

Kesimpulan: (**) tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap viskositas es krim yoghurt sinbiotik (F_{hitung} > F_{0,01}).

Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pengaruh perlakuan terhadap viskositas es krim sinbiotik

Tabel Nilai Kritis Uji Duncan 1%

P	2	3	4
R(3, 12, 0.01)	4,32	4,55	4,66
NILAI DMRT 1%	162,27	170,91	175,04

R(3, 12, 0.01)

3 = Jumlah perlakuan – 1

12 = df ERROR

0,01 = Taraf Beda Nyata

$$\begin{aligned}
 \text{DMRT 1\% } 2 &= R \cdot \sqrt{KT \text{ Galat} / r} \\
 &= 4,32 \cdot \sqrt{4232,85 / 3} \\
 &= 162,27
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+ DMRT 1%	Notasi
P ₀	803,08	965,35	a
P ₁	882,88	1053,79	a
P ₂	1071,75	1246,79	b
P ₃	1154,78		b

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Lampiran 8. Analisis data overrun es krim yoghurt sinbiotik

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	37,57	40,14	42,58	42,03	162,32	40,58±2,26
P ₁	36,03	36,62	35,30	35,11	143,06	35,77±0,69
P ₂	33,45	33,93	32,84	32,13	132,35	33,09±0,78
P ₃	27,53	24,76	24,24	23,05	99,58	24,90±1,90
Total					537,30	

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{t \times r} = \frac{537,30^2}{4 \times 4} = 18043,40$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK = (37,57^2 + 40,14^2 + \dots + 23,05^2) - 18043,40 = 547,22$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{r} - FK = \frac{162,32^2 + 143,06^2 + 132,35^2 + 99,58^2}{4} - 18043,40 = 517,81$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 547,21 - 517,81 = 29,41$$

Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	517,81	172,60	70,44**	3,49	5,95
Galat	12	29,41	2,45			
Total	15					

Kesimpulan: (**) tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap *overrun* es krim yoghurt sinbiotik (F_{hitung} > F_{0,01}).

Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pengaruh perlakuan terhadap *overrun* es krim sinbiotik

Tabel Nilai Kritis Uji Duncan 1%

P	2	3	4
R(3, 12, 0.01)	4,32	4,55	4,66
NILAI DMRT 1%	3,90	4,11	4,21

R(3, 12, 0.01)

3 = Jumlah perlakuan - 1

12 = df ERROR

0,01 = Taraf Beda Nyata

$$\begin{aligned} \text{DMRT } 1\% &= R \cdot \sqrt{KT \text{ Galat} / r} \\ &= 4,32 \cdot \sqrt{2,45 / 3} \\ &= 3,90 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+ DMRT 1%	Notasi
P ₀	40,58	44,49	a
P ₁	35,77	39,88	b
P ₂	33,09	37,30	b
P ₃	24,90		c

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Lampiran 9. Analisis data kecepatan meleleh es krim yoghurt sinbiotik

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	26,12	27,33	25,35	27,47	106,27	26,57±1,01
P ₁	30,03	31,00	29,27	29,36	119,66	29,92±0,80
P ₂	35,25	32,50	34,00	32,00	133,75	33,44±1,48
P ₃	38,37	37,55	37,08	36,18	149,18	37,30±0,92
TOTAL					508,86	

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{t \times r} = \frac{508,86^2}{4 \times 4} = 16183,66$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK = (26,12^2 + 27,33^2 + \dots + 36,18^2) - 16183,66 = 269,29$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\left[\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^t Y_{ij} \right]^2}{r} - FK = \frac{106,27^2 + 119,66^2 + 133,75^2 + 149,18^2}{4} - 16183,66 = 255,24$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 269,29 - 255,24 = 14,05$$

Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	255,24	85,08	72,67**	3,49	5,95
Galat	12	14,05	1,17			
Total	15					

Kesimpulan: (**) tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kecepatan meleleh es krim yoghurt sinbiotik (F_{hitung} > F_{0,01}).



Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pengaruh perlakuan terhadap kecepatan meleleh es krim sinbiotik

Tabel Nilai Kritis Uji Duncan 1%

P	2	3	4
R(3, 12, 0.01)	4,32	4,55	4,66
NILAI DMRT 1%	2,70	2,84	2,91

R(3, 12, 0.01)

3 = Jumlah perlakuan - 1

12 = df ERROR

0,01 = Taraf Beda Nyata

$$\begin{aligned}
 \text{DMRT } 1\% &= R \cdot \sqrt{KT \text{ Galat} / r} \\
 &= 4,32 \cdot \sqrt{1,17 / 3} \\
 &= 2,70
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+ DMRT 1%	Notasi
P ₀	26,57	29,27	a
P ₁	29,92	32,76	b
P ₂	33,44	36,35	c
P ₃	37,30		d

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Lampiran 10a. Analisis data TPC ICM

Pelakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	1,52	1,56	1,49	1,59	6,16	1,54±0,04
P ₁	1,66	1,73	1,68	1,76	6,83	1,71±0,04
P ₂	1,90	1,96	1,89	1,98	7,73	1,93±0,05
P ₃	2,03	2,01	2,09	2,07	8,20	2,05±0,04
Total					28,92	

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{t \times r} = \frac{28,92^2}{4 \times 4} = 52,26$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK = (1,52^2 + 1,56^2 + \dots + 2,07^2) - 52,26 = 0,65$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{r} - FK = \frac{6,16^2 + 6,83^2 + 7,73^2 + 8,20^2}{4} - 52,26 = 0,62$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 0,65 - 0,62 = 0,02$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	0,62	0,21	114,63**	3,49	5,95
Galat	12	0,02	0,002			
Total	15					

Kesimpulan: (**) tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap TPC ICM (F_{hitung} > F_{0,01}).

Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pengaruh perlakuan terhadap TPC ICM

Tabel Nilai Kritis Uji Duncan 1%

P	2	3	4
R(3, 12, 0.01)	4,32	4,55	4,66
NILAI DMRT 1%	0,11	0,11	0,12

R(3, 12, 0.01)

3 = Jumlah perlakuan – 1

12 = df ERROR

0,01 = Taraf Beda Nyata

$$\begin{aligned} \text{DMRT 1\% } 2 &= R \cdot \sqrt{KT \text{ Galat}/r} \\ &= 4,32 \cdot \sqrt{0,002/3} \\ &= 0,11 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+ DMRT 1%	Notasi
P ₀	1,54	1.65	a
P ₁	1,71	1.82	b
P ₂	1,93	2.05	c
P ₃	2,05		d

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Lampiran 10b. Analisis data TPC es krim yoghurt sinbiotik

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-rata ± SD
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄		
P ₀	1,40	1,45	1,34	1,46	5,65	1,41±0,05
P ₁	1,53	1,65	1,61	1,70	6,50	1,62±0,07
P ₂	1,86	1,93	1,85	1,94	7,58	1,90±0,05
P ₃	2,00	1,97	2,07	2,04	8,07	2,02±0,04
Total					27,80	

Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{t \times r} = \frac{27,80^2}{4 \times 4} = 48,30$$

Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK = (1,40^2 + 1,45^2 + \dots + 2,04^2) - 48,30 = 0,92$$

Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{\left[\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij} \right]^2}{r} - FK = \frac{5,65^2 + 6,50^2 + 7,58^2 + 8,07^2}{4} - 48,30 = 0,89$$

Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP = 0,92 - 0,89 = 0,04$$

Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F _{hitung}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	3	0,89	0,30	96,32**	3,49	5,95
Galat	12	0,04	0,003			
Total	15					

Kesimpulan: (***) tingkat penggunaan pati ubi jalar Cilembu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap TPC es krim yoghurt sinbiotik ($F_{hitung} > F_{0,01}$).

Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pengaruh perlakuan terhadap TPC es krim sinbiotik

Tabel Nilai Kritis Uji Duncan 1%

P	2	3	4
R(3, 12, 0.01)	4,32	4,55	4,66
NILAI DMRT 1%	0,14	0,15	0,15

R(3, 12, 0.01)

3 = Jumlah perlakuan - 1

12 = df ERROR

0,01 = Taraf Beda Nyata

$$\begin{aligned}
 \text{DMRT 1\% } 2 &= R \cdot \sqrt{KT \text{ Galat}/r} \\
 &= 4,32 \cdot \sqrt{0,003/3} \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rata-rata	Rata-rata+ DMRT 1%	Notasi
P ₀	1,41	1,55	a
P ₁	1,62	1,77	b
P ₂	1,90	2,05	c
P ₃	2,02		c

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Lampiran 11. Data ranking pentingnya peranan variabel terhadap mutu produk

Panelis	Viskositas	Overrun	Kecepatan meleleh	TPC
1	1	4	3	2
2	2	3	4	1
3	3	2	4	1
4	1	4	3	2
5	2	3	4	1
6	1	3	4	2
7	1	3	2	4
8	3	2	4	1
9	1	3	2	4
10	1	4	3	2
Jumlah	16	31	33	20
Rata-rata	1,60	3,10	3,30	2,00
Ranking	IV	II	I	III
Bobot variabel	0,49	0,94	1,00	0,61



Lampiran 12. Data nilai terbaik dan terjelek dari masing-masing variabel untuk masing-masing perlakuan

Perlakuan	Viskositas	Overrun	Kecepatan Meleleh	TPC
P ₀	803,08*	40,58**	26,57*	1,41*
P ₁	882,88	35,77	29,92	1,62
P ₂	1071,75	33,09	33,44	1,90
P ₃	1154,78**	24,90*	37,30**	2,02**

Keterangan: * = nilai rata-rata terjelek
 ** = nilai rata-rata terbaik

Daftar nilai untuk menentukan perlakuan terbaik

Variabel	Bobot variabel	Bobot normal	P ₀		P ₁		P ₂		P ₃	
			Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh	Ne	Nh
Viskositas	0,49	0,16	0,00	0,00	0,23	0,04	0,76	0,12	1,00	0,16
Overrun	0,94	0,31	1,00	0,31	0,69	0,22	0,52	0,16	0,00	0,00
Kec.meleleh	1,00	0,33	0,00	0,00	0,31	0,10	0,64	0,21	1,00	0,33
TPC	0,61	0,20	0,00	0,00	0,35	0,07	0,80	0,16	1,00	0,20
Jumlah	3,03			0,31		0,42		0,66		0,69**

Keterangan: (**) penambahan pati ubi jalar Cilembu 3% adalah perlakuan terbaik



Lampiran 13. Gambar es krim yoghurt sinbiotik



Ubi jalar Cilembu dan Patinya



Yoghurt sinbiotik



Es krim yoghurt sinbiotik