

**OPTIMASI SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP
PENURUNAN JUMLAH BAKTERI *COLIFORM* PADA PRODUK ES
KRIM YANG TERCEMAR**

SKRIPSI

**Disusun oleh :
HASAN BASRI
062115029**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2019**

**OPTIMASI SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP
PENURUNAN JUMLAH BAKTERI *COLIFORM* PADA PRODUK ES
KRIM YANG TERCEMAR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pakuan Bogor

**Disusun oleh :
HASAN BASRI
062115029**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Optimasi Suhu Dan Lama Penyimpanan Terhadap
Penurunan Jumlah Bakteri *Coliform* Pada Produk Es Krim
Yang Tercemar.
Nama : Hasan Basri
NPM : 062115029

Menyetujui

Pembimbing II



Linda Jati K., M.Si.

Pembimbing I



Dra. Eka Herlina, M.Pd.

Mengetahui

Ketua Program Studi Kimia,



Ade Heri Mulyati, M.Si

Dekan Fakultas MIPA
Universitas Pakuan,



Dr. Prasetyorini, M.S

HASAN BASRI. 062115029. 2019. “OPTIMASI SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PENURUNAN JUMLAH BAKTERI COLIFORM PADA PRODUK ES KRIM YANG TERCEMAR” di bawah bimbingan **Dra. Eka Herlina, M.Pd dan Linda Jati K., M.Si**

RINGKASAN

Perkembangan industri es krim saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Untuk menghasilkan produk es krim yang berkualitas, es krim harus melalui berbagai pengujian. Salah satunya adalah pengujian bakteri *Coliform*, karena pencemaran bakteri *Coliform* merupakan masalah yang sering terjadi dalam industri es krim. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko pencemaran es krim oleh bakteri *Coliform* adalah pengendalian suhu pada proses penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan suhu dan lama penyimpanan yang optimal pada es krim, dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform*.

Metode penelitian meliputi preparasi tiga jenis sampel es krim. Jenis sampel es krim tersebut adalah *Fruit Sherbet*, *Water Ice*, dan *Milk Ice*. Ketiga jenis sampel berasal dari industri dan pasar sekitar industri. Lalu dilakukan penambahan suspensi bakteri *Coliform* pada sampel es krim. Setelah itu dilakukan penentuan suhu penyimpanan optimum dengan variasi suhu ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Penentuan waktu penyimpanan optimum dengan variasi waktu 0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari. Pengujian bakteri *Coliform* metode Angka Paling Mungkin (APM) di setiap variasi suhu dan waktu. Kemudian pengujian tambahan pada saat terjadi penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan yang meliputi, pengujian Organoleptik (uji segitiga bau/aroma dan warna), pengujian kadar lemak, pengujian total padatan (TDS), pengujian kadar logam Timbal (Pb) dan Arsen (As), pengujian kadar protein, dan pengujian kadar gula berdasarkan kualitas produk es krim pada SNI No. 01-3713-1995.

Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah bakteri *Coliform* yang ditambahkan ke dalam sampel es krim sebesar 2400 sel/ml. Proses pendinginan dengan perbedaan suhu penyimpanan ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) menunjukkan hasil yang sama baik sampel industri maupun sampel pasar. Hal tersebut menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang optimum adalah -20°C , karena lebih hemat energi. Sampel berjenis *water ice* mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan di hari ke 5 dari 2400 sel/ml turun menjadi 3 sel/ml, dengan persentase efektifitas sebesar 99,88%. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu atau lama penyimpanan yang optimum untuk es krim jenis *water ice* adalah 5 hari. Sedangkan untuk sampel es krim jenis lain tidak mengalami penurunan. Hasil pengujian tambahan seperti uji organoleptik, uji kadar lemak, uji kadar total padatan, uji kadar logam Pb dan As, uji kadar protein, dan uji kadar gula, semua pengujian sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

Kata kunci: Bakteri *Coliform*, APM, Es krim, Suhu, Waktu.

HASAN BASRI. 062115029. 2019. "OPTIMIZATION OF TEMPERATURE AND LONG STORAGE TO DECREASE TOTAL COLIFORM BACTERIA IN TAINTED ICE CREAM PRODUCT" under the guidance of Dra. Eka Herlina, M.Pd and Linda Jati K., M.Si

SUMMARY

In this time, ice cream industry have a big progress along with the development of advances in technology. For produce a quality ice cream product, ice cream must be through many testing. One of them is Coliform bacteria test. Because Coliform bacteria pollution is a problem that often occurs in the ice cream industry. One way that can be done to reduce the risk of ice cream contamination by Coliform bacteria is to control the temperature in the storage process. The purpose of this study was to determine the optimal temperature and storage time for ice cream, in reducing the number of Coliform bacteria.

Research methods include the preparation of three types of ice cream samples. The types of ice cream samples are fruit sherbet, water ice and milk ice. All three types of samples come from industry and markets around the industry. Addition of Coliform bacteria suspension to ice cream products that have known the number of Coliform bacteria. Determination of optimum storage temperature with temperature variations ($-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) and ($-35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Determination of optimum storage time with time variations of 0, 5, 10, 15, 20, 25, and 30 days. Coliform bacterial testing the Most Probably Number (MPN) method in each temperature and time variation. Then additional testing when there is a significant decrease in the number of Coliform bacteria which includes, Organoleptic testing (triangles of odor / odor and color testing), fat content testing, total dissolved solids testing (TDS), testing of Lead metal content (Pb) and Arsenic (As) , testing protein levels, and testing sugar levels based on the quality of ice cream products in SNI No. 01-3713-1995.

The analysis showed that the number of Coliform bacteria added to the ice cream sample was 2400 cells / ml. The cooling process with a difference in storage temperature ($-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) and ($-35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) showed the same results in both industrial samples and market samples. This shows that the optimum storage temperature is -20°C , because it is more efficient for energy. Water ice type samples significantly decreased the number of Coliform bacteria on day 5 from 2400 cells / ml down to 3 cells / ml, with an effectiveness percentage of 99.88%. This shows that the optimum storage time for water ice ice cream is 5 days. While for other types of ice cream samples did not decrease. Additional testing results such as organoleptic test, fat content test, total solid content test, Pb and As metal content test, protein content test, and sugar content test, all tests are in accordance with SNI No. 01-3713. 1995.

Keywords: *Coliform Bacteria, MPN , Ice Cream, Temperature, Time.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT , karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat merasakan masa-masa perkuliahan dan dapat menyelesaikan Makalah Skripsi yang berjudul **Optimasi Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Penurunan Jumlah Bakteri *Coliform* pada Produk Es Krim yang Tercemar**. Penulisan Makalah Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ibu Dr. Prasetyorini, M.S, selaku Dekan FMIPA, Universitas Pakuan Bogor.
- (2) Ibu Ade Heri Mulyati, M.Si , selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor.
- (3) Ibu Dra. Eka Herlina, M.Pd , selaku Pembimbing 1 Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor atas waktu, wawasan, arahan, serta bimbingannya.
- (4) Ibu Linda Jati K., M.Si , selaku Pembimbing 2 Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan Bogor atas waktu, wawasan, arahan, serta bimbingannya.
- (5) Seluruh dosen FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas ilmu yang telah diberikan dan seluruh staf Tata Usaha FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.
- (6) Bapak, Ibu, dan seluruh anggota keluarga Penulis yang telah banyak memberikan dukungan secara moril maupun materil selama penulis menjalani masa perkuliahan ini.
- (7) Seluruh sahabat khususnya sahabat di FMIPA Kimia 2015-2019 yang telah memberikan bantuan / dukungan, semangat, dan doa selama kuliah.
- (8) Seluruh staf QC Indolacto es krim yang telah memberi masukan dan dukungannya.

(9) Seluruh pihak yang telah berjasa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan oleh seluruh pihak dalam penyusunan makalah ini akan memperoleh balasan kebaikan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan adanya saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan alam dan memberikan manfaat bagi kita semua.

Bogor, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	ii
SUMMARY.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Tujuan.....	2
1.3.Hipotesis.....	2
1.4.Manfaat penelitian.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Es Krim.....	3
2.1.1. Bahan Penyusun Es Krim.....	4
2.1.2. Jenis-Jenis Es Krim.....	6
2.1.3. Proses Pembuatan Es Krim.....	8
2.2. Bakteri.....	10
2.2.1. Struktur Bakteri.....	10
2.2.2. Bentuk Bakteri.....	12
2.2.3. Pertumbuhan Bakteri.....	13
2.2.4. Perkembangbiakan Bakteri.....	16
2.2.5. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri.....	17
2.2.6. Bakteri Coliform.....	21
BAB III.....	23
BAHAN DAN METODE.....	23
3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	23
3.2. Bahan Dan Alat.....	23
3.3. Metode Penelitian.....	24
3.4.1. Proses Sampling.....	24
3.4.2. Pengujian Bakteri <i>Coliform</i> metode APM.....	25
3.4.3. Pengujian Organoleptik.....	26

3.4.4. Pengujian kadar Lemak cara Gerber	26
3.4.5. Pengujian Total Padatan menggunakan Moisture analyzer.....	27
3.4.6. Pengujian Kadar Protein metode Kjeldahl.....	27
3.4.7. Pengujian Kadar Gula Metode Luff Schoorl.....	28
3.4.8. Pengujian Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Arsen (As).....	29
3.4.9. Pembuatan Media dan Sterilisasi	31
BAB IV.....	33
HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Hasil Pembuatan Suspensi Bakteri <i>Coliform</i>	35
4.2. Hasil Pengujian Bakteri <i>Coliform</i> metode APM.....	36
4.3. Hasil Pengujian Tambahan.....	39
4.4. Hasil Pe	39
4.5. Hasil Kadar Total Padatan menggunakan Moisture analyzer.....	41
4.6. Hasil kadar Logam Pb Dan As.....	42
4.7. Hasil Kadar Protein Metode Kjeldahl.....	44
4.8. Hasil Kadar Gula Metode Luff Schoorl.....	45
BAB V.....	47
KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sampel Es Krim	33
Gambar 2. Sampel Industri.....	34
Gambar 3. Sampel Pasar.....	34
Gambar 4. Hasil Uji APM Biakan Bakteri <i>Coliform</i>	35
Gambar 5. Penurunan Jumlah Bakteri <i>Coliform</i> Sampel B1 dan B2 Hari Ke 5	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 6. Grafik Hasil Uji APM Sampel Industri.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. Penurunan Jumlah Bakteri <i>Coliform</i> Sampel Y1 dan Y2 Hari Ke 5	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 8. Grafik Hasil Uji APM Sampel Pasar.....	37
Gambar 9. Persiapan Uji Organoleptik (Uji Segitiga)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10. Proses Uji Kadar Lemak Metode Gerber	40
Gambar 11. Proses Uji Kadar Total Padatan	41
Gambar 12. Kurva Kalibrasi Logam Pb	43
Gambar 13. Kurva Kalibrasi Logam As.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Uji APM Biakan Bakteri Coliform	35
Tabel 2. Hasil Uji APM Sampel Industri	37
Tabel 3. Hasil Uji APM Sampel Pasar.....	39
Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik (Uji Segitiga)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. Hasil Uji Kadar Lemak Metode Gerber	40
Tabel 6. Hasil Uji Kadar Total Padatan.....	41
Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kadar Logam Pb.....	42
Tabel 8. Data Hasil Pengujian Kadar Logam As.....	43
Tabel 9. Hasil Pengujian Kadar Protein	45
Tabel 10. Hasil Pengujian Kadar Gula.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Metode Penelitian	50
Lampiran 2. Tabel SNI Es Krim No. 01-3713. 1995.....	51
Lampiran 3. Tabel APM / MPN.....	52
Lampiran 4. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	53
Lampiran 5. Form Uji Segitiga (<i>Triangle</i>) Es Krim	54
Lampiran 6. Foto Sampel Es krim.....	55
Lampiran 7. Tabel komposisi sampel es krim.....	56
Lampiran 8. Diagram Pembuatan Suspensi Bakteri Coliform.....	57
Lampiran 9. Diagram Pengujian Bakteri Coliform Metode APM / MPN.....	58
Lampiran 10. Diagram Pengujian Organoleptik	59
Lampiran 11. Diagram Pengujian Total Padatan.....	60
Lampiran 12. Diagram Pengujian Kadar Lemak cara Gerber.....	61
Lampiran 13. Diagram Pengujian Kadar Logam Pb dan As.....	62
Lampiran 14. Diagram Pengujian Kadar Gula.....	65
Lampiran 15. Diagram Pengujian Kadar Protein	68
Lampiran 16. Tabel Luff-Schorl.....	69
Lampiran 17. Data Perhitungan.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan industri pada saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Salah satunya adalah industri makanan. Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya produk-produk makanan yang beredar di masyarakat luas dengan berbagai bentuk, rasa, kemasan, dan lain-lain. Dalam memproduksi suatu produk, industri harus menjaga kualitas produk dengan baik. Dari mulai proses pembuatan hingga jatuh ke tangan konsumen. Untuk memenuhi kualitas tersebut industri harus memenuhi persyaratan dan aturan yang berlaku.

Es krim merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh industri makanan. Untuk menentukan kualitas produk es krim, es krim harus diuji secara fisika, kimia, dan mikrobiologi. Uji mikrobiologi pada es krim salah satunya adalah uji bakteri *Coliform*. Karena bakteri *Coliform* berbahaya bagi kesehatan manusia. Salah satu masalah yang sering muncul dalam pembuatan es krim adalah tercemarnya es krim oleh bakteri *Coliform*. Hal tersebut dapat diketahui melalui data tahun 2018, pabrik es krim X mengalami masalah pencemaran es krim oleh bakteri *Coliform* sebanyak 3 kali dengan total kerugian mencapai 350 Juta Rupiah.

Pencemaran bakteri pada produk es krim harus dihindari, maka bakteri harus dikendalikan. Pengendalian bakteri merupakan cara untuk menghambat, mencegah, dan menghentikan pertumbuhan bakteri (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Pertumbuhan bakteri dapat dicegah dengan mengatur kondisi lingkungan, agar bakteri tidak dapat tumbuh. Contohnya dengan cara pendinginan (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Temperatur dibawah titik beku (0°C), dapat merubah fluiditas membran sel dan mengganggu fungsi enzim bakteri (Bryan Raharja, dkk. Jurnal 2018). Akibat dari pembekuan, bakteri dapat mati secara tiba-tiba. Namun tergantung dari jenis bakteri tersebut. Setelah proses pembekuan, sel bakteri yang bertahan hidup akan mati secara berangsur-angsur jika disimpan dalam kondisi beku. Pada suhu dibawah titik beku, jumlah bakteri akan menurun relatif cepat (Rahayu dan

Nurwitri, 2012:92). Oleh karena itu, suhu dan lama penyimpanan dapat digunakan untuk mengetahui penurunan jumlah bakteri *Coliform* pada produk es krim yang tercemar.

Dalam penelitian ini digunakan 3 jenis sampel es krim. Jenis sampel es krim tersebut adalah *fruit sherbet*, *water ice*, dan *milk ice*. Ketiga jenis sampel tersebut berasal dari industri dan pasar sekitar industri. Kemudian dilakukan pencemaran secara sengaja ke dalam 3 jenis es krim tersebut dengan menambahkan suspensi bakteri *Coliform* yang sudah diketahui jumlah bakteri *Coliform*nya. Lalu didinginkan ke dalam *freezer* dengan variasi suhu pertama ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan suhu kedua ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Serta lama penyimpanan (0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari).

1.2.Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan suhu dan waktu yang optimal dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* pada produk es krim yang tercemar.

1.3.Hipotesis

Suhu dan waktu penyimpanan, akan mempengaruhi penurunan jumlah bakteri *Coliform* pada produk es krim yang tercemar.

1.4.Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi kepada industri es krim, tentang hubungan antara suhu dengan waktu untuk menurunkan jumlah bakteri *Coliform* dalam es krim yang tercemar. Sehingga mengurangi resiko kontaminasi produk es krim oleh bakteri *Coliform*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Es Krim

Es krim adalah makanan semi padat yang dibuat dengan cara pembekuan tepung es krim atau campuran susu, lemak hewani maupun nabati, gula dengan atau tanpa tambahan makanan lain dan bahan makanan yang diizinkan (SNI 01-3713-1995). Pengertian lain, es krim adalah produk susu beku dan padat yang dibuat dari campuran susu, gula, bahan pemantap, bahan penyedap rasa serta aroma dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lainnya (bahan pengemulsi dan pewarna) dan dikemas dalam plastik atau karton khusus (Eckles *et. al.*, 1980).

Pada awalnya es krim terbuat dari salju yang dicampur lemak susu, buah-buahan dan berbagai macam adonan sehingga lembut dan nikmat. Sejarah kemunculan es krim dipercaya berawal dari zaman kepemimpinan Kaisar Nero dari Romawi di tahun 64 M, dia menyantap salju halus bersama campuran buah-buahan dan madu. Ada juga yang mengatakan es krim ditemukan oleh bangsa China sekitar tahun 700 M. Hidangan dingin ini dijadikan persembahan bagi Kaisar Tang dari Dinasti Shang. Kaisar Tang yang merupakan seorang penggemar kuliner meminta para koki istana untuk membuat es krim dari campuran salju. Kisah lain menceritakan, es krim datang ketika adanya hubungan dagang antara China dengan Italia. Marcopolo, sang penjelajah lautan membawa resep es krim ke negaranya. Berbeda dengan resep aslinya, es krim Italia dikombinasikan dengan sirup dan campuran es. Es krim ala Italiano inilah yang kemudian dinikmati oleh kaum bangsawan Eropa dan menyebar ke seluruh dunia.

Di Amerika, es krim baru populer pada abad ke – 19. Seiring dengan penemuan mesin pembuat es krim, sebutan es krim berasal dari para kolonis Amerika, yang berawal dari kata “*Ice Cream*” (Marshall and Arbuckle, 1996). Orang yang pertama kali memproduksi es krim dengan skala besar adalah Jacob Fussel, dia membangun pabrik di Seven Valleys, Pennsylvania pada tahun 1851. Tahun 1870 dikembangkan mesin pendingin dan disempurnakan pada tahun 1926, sehingga produksi es krim dapat diperbaiki dan dipermudah.

Es krim mengandung gula, pemanis buatan, perasa, dan pewarna buatan yang diperbolehkan sebagai pengganti bahan alami. Campuran ini diaduk secara perlahan pada saat pendinginan dengan tujuan agar tidak terbentuk kristal es yang besar, sehingga didapatkan tekstur es krim yang halus. Es krim juga dapat dibuat dari susu kedelai dan juga susu kambing, biasanya es krim ini dibuat untuk orang yang alergi terhadap laktosa dan protein susu.

2.1.1. Bahan Penyusun Es Krim

Bahan-bahan utama yang diperlukan dalam pembuatan es krim antara lain air, lemak, bahan kering tanpa lemak (BKTL), bahan pemanis, bahan penstabil, dan bahan pengemulsi. Lemak susu (krim) merupakan sumber lemak yang paling baik untuk mendapatkan es krim berkualitas baik. Es krim yang baik harus memenuhi persyaratan komposisi umum Ice Cream Mix (ICM) atau campuran es krim (Harris, 2011).

a. Air

Air merupakan komponen terbesar dalam campuran es krim, berfungsi sebagai pelarut bahan-bahan lain dalam campuran. Komposisi air dalam campuran bahan es krim umumnya berkisar 55-64% (Eckles *et. al.*, 1998).

b. Lemak susu

Lemak susu adalah lemak yang berasal dari susu segar yang disebut krim. Lemak susu berfungsi untuk meningkatkan nilai gizi es krim, menambah cita rasa, menghasilkan karakteristik tekstur yang lembut, membantu memberikan bentuk padatan, serta memberikan sifat meleleh yang baik. Kadar lemak dalam es krim yaitu antara 10% sampai 16% (Harris, 2011). Selain itu lemak berperan serta dalam pembentukan globula lemak dan turut mempengaruhi besar kecilnya pembentukan kristal es (Goff, 2000).

c. Bahan kering susu tanpa lemak

Bahan kering susu tanpa lemak berfungsi untuk meningkatkan kandungan padatan di dalam es krim sehingga lebih kental. Bahan kering susu tanpa lemak juga penting sebagai sumber protein sehingga dapat meningkatkan nilai nutrisi es krim. Unsur protein dalam pembuatan es krim berfungsi untuk menstabilkan emulsi lemak setelah proses homogenisasi, menambah cita rasa, meningkatkan dan menstabilkan daya ikat air yang berpengaruh pada kekentalan dan tekstur es

krim yang lembut. Sumber bahan kering susu tanpa lemak antara lain susu skim, susu kental manis, dan bubuk whey. Kadar skim dalam es krim yaitu antara 9% sampai 12% (Harris, 2011). Campbell dan Marshall (1975) menyatakan bahwa bagian terbanyak dari bahan padatan susu bukan lemak adalah laktosa atau susu skim, protein dan garam mineral. Laktosa memberi rasa manis dan menurunkan titik beku.

d. Pemanis

Pemanis yang dapat digunakan dalam pembuatan es krim adalah sukrosa, gula bit, sirup jagung ataupun bahan pemanis lainnya yang diperbolehkan. Sukrosa atau gula komersial merupakan bahan pemanis yang sering digunakan. Tujuan pemberian pemanis adalah untuk memberikan kekentalan dan cara termurah untuk mencapai total padatan yang diinginkan sehingga dapat memperbaiki bentuk dan tekstur es krim, serta menurunkan titik beku (Walstra *and* James, 1984). Penambahan bahan pemanis sekitar 12% sampai 16% (Harris, 2011).

e. Penstabil (*Stabilizer*)

Penstabil atau yang biasanya disebut dengan *stabilizer* merupakan suatu senyawa yang biasanya digunakan untuk menstabilkan bentuk es krim, agar tidak mudah mencair. Contohnya adalah golongan gum polisakarida. Bahan penstabil yang umum digunakan dalam pembuatan es krim adalah CMC (carboxy methyl cellulose), gum arab, sodium alginat, karagenan dan agar (Marshall *and* Arbuckle, 1996). *Stabilizer* akan berfungsi untuk menambah viskositas dalam campuran es krim (Goff, 2000). Menurut Furia (1968), beberapa fungsi utama dari *stabilizer* adalah mengatur ukuran pembentukan dari kristal es selama pembekuan dan penyimpanan. Mencegah pertumbuhan kristal es yang kasar. Mencegah penyebaran atau distribusi yang tidak merata dari lemak. Mencegah pelelehan yang berlebih, yang berpengaruh terhadap bentuk, kelembutan dan kesegaran. Kadar penstabil dalam es krim yaitu antara 0% sampai 0,4% (Harris, 2011).

f. Pengemulsi (*Emulsifier*)

Emulsifier digunakan untuk menghasilkan adonan yang merata, memperhalus tekstur dan meratakan distribusi udara di dalam struktur es krim (Arbuckle, 1977). Paling sedikit sepertiga kuning telur terdiri dari lemak, tetapi yang menyebabkan daya *emulsifier* sangat kuat adalah kandungan lesitin yang terdapat dalam

kompleks lesitin-protein (Winarno, 1997). Kuning telur mempengaruhi tekstur dan meningkatkan kemampuan mengembang karena kompleks lesitin-protein (Arbuckle, 1977). Kuning telur mengandung lesitin yang dapat berfungsi sebagai pengemulsi yaitu bahan yang dapat menstabilkan emulsi. Emulsi yang stabil adalah suatu dispersi yang tidak mudah mengendap, dengan demikian *emulsifier* dapat mempengaruhi daya larut suatu bahan (Friberg *and* Larsson, 1997).

g. Pewarna

Pewarna adalah bahan yang digunakan untuk memperbaiki atau memberikan warna pada makanan. Ada dua jenis pewarna makanan, yaitu pewarna alami dan pewarna buatan. Contoh dari pewarna alami diantaranya karotenoid, pigmen bit merah, dan karamel warna coklat. Contoh pewarna buatan yang diizinkan adalah Brilliant blue, Tartazine, Brown SBC, Ponceau, dan lain-lain. Warna kuning dan merah merupakan yang paling banyak digunakan. Produk-produk makanan yang sering diwarnai adalah permen (*confection*), minuman ringan, *dessert powders*, sereal, es krim dan produk-produk susu.

h. Perasa

Zat perasa adalah senyawa-senyawa yang meningkatkan aroma dari komoditi makanan, Walaupun zat ini sendiri dalam konsentrasi penggunaannya tidak memiliki bau atau rasa yang khusus. Efek dari zat ini, tampak nyata pada rasa (*feelings*), volume, body atau kesegaran (*freshness*) (Belitz *and* Groosch, 1987).

2.1.2. Jenis-Jenis Es Krim

Secara umum ada beberapa jenis lain dari es krim diantaranya:

a. Soft Serve

Soft Serve merupakan es krim yang dijual langsung setelah dikeluarkan dari ageing tank dalam bentuk mix tanpa melalui tahap *hardening*. *Soft Serve* dikemas menggunakan *bag* dan *box*.

b. Fruit Sherbet

Fruit Sherbet merupakan produk beku yang terbuat dari jus buah, gula, bahan penstabil, sejumlah kecil lemak susu dan total padatan bukan susu. Keasaman *fruit sherbet* minimal 0,35%, asam yang ditambahkan umumnya adalah asam sitrat atau asam tartarat. Kadar lemak dalam es

krim ini minimal 1,5 %. Bentuk es krim *fruit sherbet* dikemas menggunakan stik kayu atau plastik, dan dibalut dengan *wrapper*.

c. *Water Ice*

Water Ice adalah suatu produk yang dibuat dari gula, sirup, air, dengan perasa jus buah yang diizinkan. *Water ice* mengandung asam buah tidak kurang dari 0,32%. Dalam proses pembuatannya, *water ice* dapat atau tidak menggunakan bahan penstabil atau pengemulsi (Tressler D.K, et al., 1968). Bentuk es krim *water ice* dikemas menggunakan stik kayu atau plastik, dan dibalut dengan *wrapper*.

d. *Ice Cream*

Es krim terbuat dari gula, air, bahan penstabil, lemak susu, bahan kering susu tanpa lemak, pengemulsi, perasa, dan pewarna. Kadar lemak es krim yang baik minimal mengandung 10% dan total padatan 37%. Bentuk es krim dikemas menggunakan wadah (container) ukuran 1000 ml, 800 ml, dan 350 ml . Ember 8000 ml, dan cone.

e. *Milk Ice*

Milk Ice adalah produk yang sejenis dengan es krim tapi dengan lemak dan padatan total yang lebih sedikit. Mengandung tidak kurang dari 0,5% penstabil, 0,2% pengemulsi, 2-7% lemak susu dan tidak kurang dari 11% berupa padatan total susu (Herschhdoerfer,SM,1986). Bentuk es krim *milk ice* dikemas menggunakan stik kayu atau plastik, dan dibalut dengan *wrapper*.

f. *Sorbet*

Es krim sorbet terbuat dari jus buah dengan penambahan gula atau pemanis dan kandungan air yang lebih sedikit dari es krim *sherbet*. Sehingga memiliki tekstur yang lebih kasar, akibat dari tekstur jus buah yang segar.

g. *Frozen Yoghurt*

Es krim *Frozen Yoghurt* terbuat dari mix yoghurt yang dibekukan. Memiliki kadar lemak yang rendah. Sehingga cocok untuk seseorang yang sedang melakukan diet.

2.1.3. Proses Pembuatan Es Krim

Menurut Desrosier (1977) tahapan yang dilakukan dalam pembuatan es krim yaitu pencampuran, pasteurisasi, homogenisasi, *ageing* dan pembekuan.

a. Pencampuran

Dalam tahap ini bahan baku dipersiapkan sesuai dengan formula yang telah ditentukan. Berdasarkan formula tersebut dilakukan perhitungan jumlah tiap-tiap bahan disesuaikan dengan jumlah yang dipesan. Pemesanan dilakukan atas pemesanan petugas dumping (bertugas mencampur bahan-bahan pembuat es krim dengan komposisi yang sesuai) berdasarkan jadwal produksi yang telah ditentukan. Bagian gudang akan mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan dan melakukan penimbangan yang dibantu serta diawasi oleh bagian dumping.

Sebelum dilakukan proses pencampuran, dilakukan terlebih dahulu proses pembuatan mix yang disebut dumping. Pemasukan bahan-bahan cair dan kering harus diperhatikan. Urutan bahan-bahan yang dimasukkan adalah minyak atau *Anhydrous Milk Fat* (AMF), *Skim Milk Powder* (SMP), gula, stabilizer, coklat bubuk dan garam. Selama dumping, akan terjadi sirkulasi mix pada suhu antara 60-70°C dengan tujuan untuk mengaduk mix agar tercampur rata dan meningkatkan suhu sampai suhu yang diinginkan .

Suhu yang diinginkan untuk pemanasan awal selama dumping berkisar 60-65°C. Pemanasan awal ini dimaksudkan untuk memudahkan pencampuran yang bersifat emulsi. Setelah proses dumping, mix akan dialirkan ke mixing tank untuk dilakukan proses pencampuran. Dalam mix tank ini, mix diaduk terus dengan bantuan agitator agar homogen dan suhunya stabil. Setelah bahan tercampur kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan filter untuk memisahkan partikel-partikel adonan yang dapat lolos. Proses regenerasi ini bertujuan untuk memanaskan mix agar suhunya meningkat sehingga dapat mempercepat proses pasteurisasi. Peningkatan suhu terjadi karena ada proses pemindahan panas dari mix yang telah dipasteurisasi ke mix yang akan di homogenasi. Campuran bahan yang akan dibekukan menjadi es krim disebut ICM (Idris, 1992).

b. Pasteurisasi

Mix yang telah dihomogenisasi akan dipasteurisasi. Hal tersebut bertujuan untuk membunuh semua mikroba patogen yang mungkin ada di dalam mix.

Pasteurisasi mix ini menggunakan sistem *High Temperature Short Time* (HTST) secara berkelanjutan. Suhu yang digunakan dalam sistem HTST berkisar antara 82-87°C dengan waktu yang relatif singkat yaitu sekitar 20 detik. Sistem HTST ini dilengkapi sebuah katup pengubah aliran (*Flow Diversion Valve* atau FDV). FDV dihubungkan dengan suatu instrumen yang bekerja berdasarkan suhu mix yang telah dipasteurisasi kemudian mix tersebut dialirkan ke lempeng untuk mengalami penurunan suhu. (Goff, 2000).

c. Homogenisasi

Tujuan proses homogenisasi adalah untuk memecah ukuran globula-globula lemak yang akan menghasilkan tingkat dispersi lemak yang tinggi (Webb *et al.*, 1980). Keuntungan homogenisasi adalah mengaduk semua bahan secara merata, memecah dan menyebar globula lemak, membuat tekstur lebih mengembang dan dapat menghasilkan produk yang lebih homogen (Desrosier, 1977). Selama homogenisasi, mix dialirkan melalui celah sempit dan ditumbuk oleh piston dengan tekanan 2000 psi, sehingga butiran-butiran kecil terbentuk selama proses homogenisasi. Mix mengandung butiran-butiran lemak berukuran kurang dari dua mikron.

d. Ageing

Menurut Eckles *et al.*, (1980) *ageing* merupakan suatu proses pendinginan campuran yang telah dihomogenisasi pada suhu di bawah 5 °C selama antara 4 sampai 24 jam. Waktu *ageing* selama 24 jam memberikan hasil yang terbaik pada industri skala kecil. Hal ini menyediakan waktu bagi lemak untuk menjadi dingin dan mengkristal. Selain itu kristalisasi lemak, adsorpsi protein, *stabilizer* dan *emulsifier* dalam globula lemak membutuhkan waktu beberapa jam terutama jika gelatin ditambahkan sebagai *stabilizer*.

e. Pembekuan

Menurut Potter (1986) proses pembekuan yang cepat disertai pemasukan udara berfungsi untuk membentuk cairan dan memasukkan udara ke dalam campuran es krim sehingga dihasilkan *overrun*. Proses pembekuan ini disertai dengan pengocokan yang berfungsi untuk membekukan cairan dan memasukkan udara ke dalam ICM sehingga dapat mengembang (Desrosier, 1977).

2.2. Bakteri

Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu (uniseluler) yang tidak mempunyai membran organel sel dan membran nukleus (prokariotik). Bakteri berukuran renik (mikroskopis), Umumnya berukuran 1 sampai 5 μm (Komala, 2015). Ukurannya bervariasi antara 0,12 sampai ratusan mikron.. Bentuk bakteri beraneka ragam, ada yang bulat, batang, dan spiral. Bakteri jumlahnya paling banyak dibandingkan dengan makhluk hidup lain dan tersebar luas dimana-mana. Bakteri ada yang menguntungkan dan ada pula yang merugikan. Bakteri umumnya tidak memiliki klorofil. Hidup bebas di alam, ada juga yang bersifat parasit.

2.2.1. Struktur Bakteri

Struktur bakteri terbagi menjadi dua yaitu struktur dasar dan struktur tambahan. Struktur dasar bakteri merupakan struktur yang dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri. Diantaranya adalah dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan. Struktur tambahan bakteri merupakan struktur yang dimiliki oleh jenis bakteri tertentu meliputi kapsul, flagelum, pilus, fimbria, klorosom, Vakuola gas dan endospora (Komala, 2015).

a. Dinding sel

Dinding sel berfungsi untuk melindungi sel dan memberi bentuk pada sel yang tersusun oleh peptidoglikan. Peptidoglikan terdiri dari 2 unit Amino yang mengandung karbohidrat . Asam N-acetylglucosamine dan N-acetyl-muramic peptidoglikan terjadi dalam beberapa lapisan yang dihubungkan dengan rantai sisi asam amino. Dinding sel gram negatif terdiri dari lipopolisakarida (lemak dan polisakarida) , peptidoglikan, phospholipid, dan lipoprotein. Dinding sel gram positif terdiri dari peptidoglikan dan asam teichoid (Komala, 2015). Bakteri gram positif, lapisan peptidoglikannya lebih tebal, sedangkan gram negatif lapisan lipopolisakaridanya lebih tebal.

b. Membran sel

Lapisan sel yang berada di bawah dinding sel adalah membran sel. Membran sel berfungsi sebagai transportasi nutrisi ke dalam sel, tempat keluar masuknya DNA selama replikasi, sebagai lokasi enzim yang

berfungsi pada sintesa dinding sel, dan tempat untuk membuang zat asing ke luar sel (Komala, 2015).

c. Sitoplasma

Sitoplasma terletak di dalam membran sel, merupakan masa gelatin dari protein, karbohidrat, lemak, asam nukleat, ion anorganik yang disatukan oleh air, Sitoplasma adalah substansi dasar bakteri dan pusat pertumbuhan biokimia, tebal, semitransparan dan elastis (Komala, 2015).

d. Ribosom

Ribosom adalah organel yang tersebar dalam sitoplasma, tersusun atas protein dan RNA.

e. Flagela

Flagela adalah alat untuk pergerakan bakteri. Flagela pada bakteri prokariotik bersifat permanen seperti helix dan mengandung protein pada serabut tipis (fibril), sedangkan flagela pada sel protozoa eukariotik adalah flexibel. Ada beberapa jenis flagela diantaranya monotrichous (1 flagel), lophotrichous (2 atau lebih di satu ujung), amphitrichous (mempunyai sejumlah flagel di kedua ujung), dan peritrichous (dikelilingi flagel) (Komala, 2015).

f. Kapsul

Kapsul adalah lapisan polisakarida dan protein yang menutupi seluruh permukaan bakteri. Melindungi sel dari lingkungan eksternal, melindungi dari dehidrasi dan kekurangan makanan. Jika kapsul kurang menempel pada sel biasanya membentuk lapisan glikokaliks yang mengandung serabut polisakarida (dextran) sebagai perlawanan bakteri terhadap permukaan jaringan (Komala, 2015).

g. Pili dan Fimbria

Pili (pilus) berbentuk seperti flagel pendek, kaku, bukan merupakan alat gerak. Pili digunakan untuk menembus permukaan jaringan organisme lain dan untuk transfer material genetik diantara bakteri. Pili yang berfungsi dalam transfer genetik dan berukuran lebih pendek disebut Fimbria (Komala, 2015).

h. Spora

Endospora (spora) terdapat di beberapa jenis bakteri gram positif dan terbentuk di dalam sel bakteri jika kondisi tidak menguntungkan bagi kehidupan bakteri. Endospora mengandung sedikit sitoplasma, materi genetik, dan ribosom. Dinding endospora yang tebal tersusun atas protein dan menyebabkan endospora tahan terhadap kekeringan, radiasi cahaya, suhu tinggi dan zat kimia. Jika kondisi lingkungan menguntungkan endospora akan tumbuh menjadi sel bakteri baru (Komala, 2015).

i. Plasmid

Plasmid adalah molekul kecil DNA yang berada dekat kromosom, berisi beberapa gen dan tidak berfungsi untuk pertumbuhan bakteri, tetapi jelas membawa faktor resisten, Plasmid dapat dipindahkan diantara sel bakteri pada saat terjadi rekombinasi, dan selama terjadi reproduksi sel (Komala, 2015).

j. Klorosom

Klorosom adalah struktur yang berada tepat dibawah membran plasma dan mengandung pigmen klorofil dan pigmen lainnya untuk proses fotosintesis. Klorosom hanya terdapat pada bakteri yang melakukan fotosintesis (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

k. Vakuola gas

Vakuola gas terdapat pada bakteri yang hidup di air dan berfotosintesis (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

2.2.2. Bentuk Bakteri

Bentuk dasar bakteri terdiri atas bentuk bulat (kokus), batang (basil), dan spiral (spirilia) serta terdapat bentuk antara kokus dan basil yang disebut kokobasil. Berbagai macam bentuk bakteri :

a. Bakteri Kokus

Bakteri kokus adalah bakteri yang berbentuk bulat. Ada beberapa jenis bakteri kokus diantaranya adalah monokokus, diplokokus, tetrakokus, sarkina, streptokokus, dan stapilokokus. Monokokus yaitu berupa sel bakteri kokus tunggal. Diplokokus yaitu dua sel bakteri kokus

berdempetan. Tetrakokus yaitu empat sel bakteri kokus berdempetan berbentuk segi empat. Sarkina yaitu delapan sel bakteri kokus berdempetan membentuk kubus. Streptokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan membentuk rantai. Stapilokokus yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan seperti buah anggur.

b. Bakteri Basil

Bakteri basil adalah bakteri yang berbentuk batang. Contohnya monobasil, diplobasil, dan streptobasil. Monobasil yaitu berupa sel bakteri basil tunggal. Diplobasil yaitu berupa dua sel bakteri basil berdempetan. Streptobasil yaitu beberapa sel bakteri basil berdempetan membentuk rantai.

c. Bakteri Spirilia

Bakteri spirilia adalah bakteri yang berbentuk spiral. Contohnya spiral, spiroseta, dan vibrio. Spiral yaitu bentuk sel bergelombang. Spiroseta yaitu bentuk sel seperti sekrup. Vibrio yaitu bentuk sel seperti tanda baca koma.

2.2.3. Pertumbuhan Bakteri

Penambahan jumlah sel atau massa sel bakteri merupakan ciri dari pertumbuhan bakteri. Dalam pertumbuhan bakteri terdapat istilah laju pertumbuhan dan waktu generasi. Laju pertumbuhan adalah penambahan jumlah atau massa bakteri per satuan waktu, sedangkan waktu generasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh satu sel bakteri untuk membelah menjadi dua sel bakteri (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Pertumbuhan bakteri mengikuti deret geometri dengan kelipatan dua secara eksponensial. Setiap bakteri memiliki waktu generasinya masing-masing tergantung dari jenis bakteri tersebut. Secara umum pertumbuhan bakteri dibagi kedalam empat fase, yaitu fase lag, fase log, fase stasioner, dan fase kematian (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

a. Fase Lag (Fase Adaptasi)

Fase lag adalah waktu yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menyesuaikan diri dari lingkungannya. Ketika sel dalam fase statis

dipindahkan ke media baru, sel akan melakukan proses adaptasi. Proses adaptasi tersebut meliputi sintesis enzim baru yang sesuai dengan medianya dan pemulihan terhadap metabolit yang bersifat toksik (misalnya asam, alkohol, dan basa) pada waktu di media lama (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Pada fase lag tidak terdapat pertambahan jumlah sel. Akan tetapi, terjadi pertambahan volume sel, karena pada fase statis biasanya sel melakukan pengecilan ukuran sel. Akan tetapi, fase lag dapat dihindari (langsung ke fase log), jika sel di media lama dalam kondisi fase log dan dipindah ke media baru yang sama komposisinya dengan media lama (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

b. Fase Logaritma (Fase Eksponensial / Fase perbanyakan)

Fase log / logaritma adalah kondisi ketika bakteri dapat bertambah banyak dengan konstanta tetap selama waktu tertentu (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Setelah sel memperoleh kondisi ideal dalam pertumbuhannya, sel melakukan pembelahan. Karena pembelahan sel merupakan persamaan eksponensial, maka fase tersebut disebut fase eksponensial. Pada fase logaritma jumlah sel meningkat sampai pada batas tertentu (tidak terdapat pertambahan jumlah sel), sehingga memasuki fase statis (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Pada fase logaritma laju pertumbuhan, waktu generasi, dan jumlah sel bakteri dapat diperkirakan setelah waktu tertentu. Dengan mengikuti rumus atau perhitungan :

$$\frac{dX}{dt} = kX_t$$

$$\ln X_t = \ln X_0 + k_t$$

Dimana :

X_t = jumlah sel pada waktu t

X_0 = jumlah sel pada waktu 0

k = konstanta laju pertumbuhan

t = waktu yang diperlukan

Rumus di atas dapat dibuat antilogaritmanya, sehingga menjadi :

$$X_t = X_0 e^{kt}$$

Jika diasumsikan populasi meningkat dua kali lipat, berarti $X_t/X_0 = 2$ dan bila $X_t/X_0 = 2$ dimasukkan kedalam rumus di atas, akan didapat persamaan, sebagai berikut:

$$X_t = X_0 e^{kt}$$

$$X_t/X_0 = e^{kt}$$

$$X_t/X_0 = 2$$

$$2 = e^{k(t-gen)} \quad t\text{-gen} = \text{waktu generasi}$$

$$k = \frac{\ln 2}{t - gen}$$

$$k = 0,693 / t_{gen} \quad \text{jika } 1/t_{gen} = \mu \quad \mu = \text{laju pertumbuhan}$$

$$\text{maka : } k = 0,693 \mu \quad \text{atau } \mu = k/0,693$$

Apabila nilai tersebut dimasukkan kedalam rumus $\ln X_t - \ln X_0 = kt$, perhitungan dapat disederhanakan menjadi berikut:

$$\ln X_t - \ln X_0 = kt$$

$$\log X_t - \log X_0 = kt/2,303 \quad \text{karena } \ln X = 2,303 \log X$$

karena $k = 0,693\mu$ maka

$$\log X_t - \log X_0 = 0,693\mu t/2,303$$

$$\mu = (\log X_t - \log X_0)/0,301t$$

Dimana μ adalah laju pertumbuhan atau pembelahan sel persatuan waktu, dan waktu yang digunakan adalah jam.

Sumber perhitungan : Rahayu dan Nurwitri (2012)

Sebagai contoh perhitungan dengan menggunakan rumus sebelumnya adalah sebagai berikut. Jika pada awal waktu inkubasi terdapat bakteri sebanyak 10^3 sel/ml dan setelah 5 jam inkubasi ternyata jumlah bakteri yang terdapat dalam populasi adalah sebanyak 10^7 sel/ml, berdasarkan data tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui laju pertumbuhan bakteri dan waktu generasinya. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\mu = (\log X_t - \log X_0)/0,301t$$

$$\mu = (\log 10^7 - \log 10^3)/0,301t$$

Laju pertumbuhannya adalah :

$$\mu = 4/(0,301 \times 5) = 2,6578 \text{ generasi/jam}$$

Karena $\mu = 1/t_{\text{gen}}$ maka $t_{\text{gen}} = 1/\mu$

Sehingga dapat dihitung waktu generasinya adalah :

$$t_{\text{gen}} = 1/2,6578 = 0,37625 \text{ jam/generasi atau 22 menit}$$

Sumber perhitungan : Rahayu dan Nurwitri (2012)

Pada fase logaritma sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya. Pada fase ini produk senyawa yang diinginkan oleh manusia terbentuk, karena senyawa tersebut merupakan senyawa yang disekresi oleh sel bakteri. Beberapa senyawa yang diinginkan pada fase logaritma adalah etanol, asam laktat dan asam organik lainnya, asam amino, asam lemak, dan lainnya.

c. Fase Statis (Fase Stasioner)

Fase statis adalah kondisi ketika laju pertumbuhan bakteri sebanding dengan laju kematian bakteri (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Sehingga jumlah bakteri berada dalam keadaan konstan. Beberapa populasi dari bakteri dapat bertahan hidup dengan mempertahankan aktifitas metabolisme dan biosintesisnya, namun sudah tidak dapat lagi tumbuh. Hal tersebut disebabkan oleh nutrisi yang terkandung dalam medium akan habis dan telah digunakan secara maksimal pada saat fase logaritma / eksponensial.

d. Fase Kematian (Fase Decline)

Fase kematian adalah kondisi ketika laju kematian semakin tinggi, bahkan terdapat penurunan jumlah populasi secara signifikan (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Hal tersebut diakibatkan oleh habisnya seluruh nutrisi, oksigen dan air mulai menipis, dan juga terakumulasinya limbah metabolisme yang terkandung di dalam medium. Pada fase ini beberapa bakteri yang memiliki kapsul dan yang membentuk spora dapat bertahan selama beberapa hari, bulan, bahkan tahun tergantung dari jenisnya.

2.2.4. Perkembangbiakan Bakteri

Bakteri biasanya berkembang biak secara aseksual (vegetatif = tidak kawin) dengan membelah diri. Pembelahan sel tersebut disebut dengan pembelahan biner, yaitu setiap sel membelah menjadi dua sel (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Bakteri bisa juga berkembang biak secara seksual, yaitu dengan pertukaran materi genetik dari satu bakteri ke bakteri lainnya. Di dalam ilmu biologi, pertukaran materi genetik disebut juga rekombinasi genetik atau rekombinasi DNA. Rekombinasi genetik dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu Transformasi, Transduksi, dan Konjugasi (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Transformasi adalah pemindahan sedikit materi genetik dari satu sel bakteri ke sel bakteri lainnya. Transduksi adalah pemindahan materi genetik dari satu sel bakteri ke sel bakteri lainnya melalui perantara organisme lain (bakteriofage). Konjugasi adalah pemindahan materi genetik berupa plasmid melalui kontak sel dengan membentuk struktur penghubung seperti jembatan diantara dua sel bakteri. Biasanya terjadi pada bakteri gram negatif.

2.2.5. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Dalam proses pertumbuhan, bakteri membutuhkan kondisi khusus yang dapat membuat pertumbuhan secara optimum. Oleh karena itu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Pada kondisi yang optimum bakteri akan tumbuh lebih cepat (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Ada dua jenis faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri, yaitu Karakteristik pangan dan kondisi lingkungan. Karakteristik pangan meliputi aktivitas air (a_w), nilai pH (keasaman), kandungan zat gizi dan keberadaan senyawa antimikroba. Kondisi lingkungan yang terdiri dari suhu, keberadaan oksigen dan kelembaban (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

a. Aktivitas Air

Aktivitas air (a_w) adalah jumlah air bebas yang terkandung di dalam pangan yang dapat digunakan oleh bakteri untuk pertumbuhannya (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Untuk mengetahui nilai a_w pada pangan, dapat dihitung dengan membagi tekanan uap air pangan dengan tekanan uap air murni. Jadi air murni memiliki nilai a_w sama dengan 1. Nilai a_w juga dapat diperoleh dengan membagi %RH pada saat pangan mengalami keseimbangan kadar air dibagi dengan 100. Sebagai contoh, jika suatu jenis pangan mempunyai $a_w = 0.70$, maka pangan tersebut mempunyai keseimbangan kadar air pada RH 70%, atau dengan kata lain pada RH 70% kadar air pangan tetap (yang menguap = yang terserap).

Dalam proses pertumbuhan, bakteri membutuhkan kadar a_w minimal yang terkandung dalam lingkungannya. Jika tidak memenuhi a_w minimal tersebut, bakteri tidak bisa tumbuh atau berkembang biak. Salah satu cara untuk mengawetkan pangan adalah dengan menurunkan a_w bahan pangan tersebut. Contohnya pengeringan dan penambahan bahan pengikat air seperti gula, garam, pati, serta gliserol (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Bakteri pada umumnya membutuhkan a_w sekitar 0,91 atau lebih untuk pertumbuhannya. Akan tetapi beberapa bakteri tertentu dapat tumbuh pada a_w 0,75 (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Bahan pangan yang memiliki a_w diatas 0,95 diantaranya adalah bahan yang belum diolah seperti ikan, daging, dan telur. oleh karena itu bakteri merupakan penyebab utama kebusukan bahan pangan tersebut. Bahan pangan kering pada umumnya lebih awet karena nilai a_w nya 0,60 – 0,85 . Contohnya seperti biji-bijian dan kacang-kacangan kering, tepung dan buah-buahan kering. (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Beberapa pangan yang memiliki konsentrasi garam dan gula yang tinggi seperti ikan asin, dendeng, madu, kecap, sirup, dan permen memiliki nilai a_w dibawah 0,60. Sehingga tahan terhadap kerusakan oleh bakteri dan dapat disimpan dalam suhu ruang dengan jangka waktu yang lama.

b. pH

Nilai pH akan mempengaruhi fungsi enzim dan proses transport nutrisi dari luar ke dalam sel. Berdasarkan rentang pHnya, bakteri dibedakan menjadi tiga jenis yaitu asidofilik (pH optimum 2,0) , netrofilik (pH optimum 7,0) , dan alkalinofilik (pH optimum 12,0) (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Umumnya bakteri tumbuh baik pada pH netral dan pH 4,6 – 7,0. Hal ini merupakan kondisi optimum pertumbuhan bakteri. Pangan berdasarkan nilai pHnya dibedakan menjadi tiga jenis yaitu, pangan berasam rendah, pangan asam, dan pangan berasam tinggi (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Pangan berasam rendah adalah pangan yang mempunyai nilai pH 4,6 atau lebih, contohnya daging, ikan, susu, telur dan sayuran. Pangan ini mudah rusak oleh bakteri, bahkan oleh bakteri pathogen yang berbahaya. Pangan asam adalah pangan yang mempunyai rentang pH 3,7 – 4,5. Contohnya beberapa sayuran dan

buah-buahan. Pangan berasam tinggi adalah pangan yang mempunyai pH dibawah 3,7 contohnya sayur asem, acar, dan lain-lain (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Penurunan pH dapat digunakan sebagai salah satu prinsip pengawetan pangan dalam mencegah pertumbuhan bakteri. Prinsip ini dapat dilakukan dengan menambahkan asam ke dalam pangan seperti pembuatan acar atau asinan.

c. Kandungan Gizi (Nutrisi)

Bahan pangan pastinya mengandung berbagai zat gizi yang dibutuhkan oleh bakteri untuk pertumbuhannya. Zat gizi tersebut diantaranya protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Beberapa bahan makanan memiliki nilai a_w , nilai pH, kondisi lingkungan, dan kandungan gizi yang sangat baik untuk pertumbuhan bakteri. Contoh bahan pangan tersebut adalah daging, susu, telur dan ikan. Karena kondisinya sangat mendukung dan optimum untuk pertumbuhan bakteri, maka bahan pangan seperti itu mudah rusak dan busuk.

d. Senyawa Antimikroba

Adanya bahan pengawet atau senyawa antimikroba yang terkandung di dalam pangan, dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Bahan pengawet atau senyawa antimikroba pada pangan berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi tiga golongan yaitu, senyawa antimikroba alami, senyawa antimikroba tambahan, dan senyawa antimikroba hasil fermentasi (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Senyawa antimikroba di dalam bahan pangan ada yang terdapat secara alami. Contohnya asam pada buah-buahan, dan beberapa senyawa pada rempah-rempah. Senyawa antimikroba yang sengaja ditambahkan ke dalam bahan pangan, contohnya Nitrit untuk menghambat bakteri pada kornet sapi dan sosis. Garam natrium klorida untuk menghambat bakteri pada ikan asin. Asam cuka (asam asetat) untuk menghambat bakteri pada asinan. Senyawa antimikroba hasil fermentasi yang terbentuk oleh bakteri selama proses fermentasi pangan contohnya adalah Asam laktat dan bakteriosin. Bakteriosin adalah senyawa antimikroba yang dibentuk oleh bakteri asam laktat selama pembuatan produk-produk susu fermentasi seperti yogurt, yakult, dan lain-lain.

e. Suhu

Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri adalah suhu. Setiap bakteri membutuhkan suhu yang optimum dan suhu tertentu untuk pertumbuhannya. Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhan, bakteri dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu *psikrofilik*, *mesofilik*, *termofilik* (Rahayu dan Nurwitri, 2012). *Psikrofilik* adalah bakteri yang mempunyai kisaran pertumbuhan pada suhu 0 – 20° C. *Mesofilik* adalah bakteri yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan 20 – 45° C. *Termofilik* adalah bakteri yang mempunyai suhu pertumbuhannya diatas 45° C (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Beberapa bakteri perusak pangan adalah bakteri *mesofilik*, yang tumbuh baik pada suhu ruang. Bakteri pathogen memiliki suhu optimum pertumbuhan sekitar 37° C, suhu tersebut merupakan suhu tubuh manusia (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Oleh karena itu, tubuh manusia sangat mudah terserang oleh bakteri pathogen.

Bakteri perusak dan bakteri pathogen umumnya dapat tumbuh pada kisaran suhu 4– 66° C. Hal tersebut menunjukkan bahwa, kisaran suhu tersebut merupakan suhu yang kritis untuk penyimpanan pangan. Sehingga pangan tidak boleh disimpan terlalu lama. Pangan harus disimpan pada suhu dibawah 4° C atau diatas 66° C (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

f. Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen, bakteri dibedakan ke dalam empat kelompok yaitu *Aerob*, *Anaerob*, *Anaerob fakultatif*, dan *Mikroaerofil* (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Bakteri *Aerob* adalah bakteri yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Bakteri *Anaerob* bakteri yang dapat tumbuh tanpa adanya oksigen. Bakteri *Anaerob fakultatif* yaitu bakteri yang dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen. Bakteri *Mikroaerofil* yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen pada konsentrasi yang lebih rendah dari konsentrasi oksigen normal di udara (Rahayu dan Nurwitri, 2012).

Sebagian besar bakteri penyebab kerusakan pangan merupakan bakteri *Aerob*. Namun ada juga bakteri penyebab kerusakan pangan yang bersifat *anaerob fakultatif* dan *Anaerob*. Contohnya bakteri yang hidup pada saluran pencernaan manusia. Karena sebagian besar penyebab kerusakan pangan adalah bakteri

Aerob, maka salah satu cara untuk menghentikannya adalah dengan mengemas bahan pangan dengan cara menghilangkan udara atau biasa kita sebut dengan proses *vacuum*.

g. Kelembaban Udara (RH)

Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Jika pangan disimpan di dalam ruangan lembab (RH tinggi) maka pangan akan mudah menyerap air sehingga nilai aktivitas air (a_w) meningkat. Kenaikan nilai a_w akan mengakibatkan bakteri mudah tumbuh dan menyebabkan kerusakan pangan (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Sebaliknya pangan yang disimpan didalam ruangan yang mempunyai RH rendah akan kehilangan air sehingga menjadi kering pada permukaannya. Oleh karena itu salah satu cara penyimpanan yang baik, terutama untuk produk-produk kering (a_w rendah), adalah dengan menyimpan di dalam ruangan yang kering (RH rendah) atau membungkusnya dalam kemasan yang kedap uap air.

2.2.6. Bakteri Coliform

Bakteri *Coliform* adalah bakteri yang bersifat *anaerob fakultatif* atau *anaerob*, tidak membentuk spora, berbentuk batang, termasuk gram negatif, dan dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35°- 37°C (Knechtges, 2011). Contoh bakteri *Coliform* adalah *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Listeria*, *Salmonella*, dan *Shigella* (Batt, 2014). Bakteri *Coliform* adalah golongan bakteri intestinal (hidup di dalam saluran pencernaan manusia) (Treyens, 2009).

Penggolongan bakteri *Coliform* terbagi menjadi dua yaitu *Coliform fekal* dan *Coliform non fekal*. Contoh bakteri *Coliform fekal* yaitu bakteri *Escherichia coli* yang berasal dari tinja manusia. Contoh bakteri *Coliform non fekal* yaitu *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang berasal dari tanaman atau hewan yang sudah mati. Keberadaan bakteri *Coliform* sering digunakan untuk menilai dan menentukan keamanan mikrobiologi dari pasokan air, makanan mentah yang belum diolah, atau makanan yang sudah diolah (Acton, 2013). Jika terdapat bakteri *Coliform* yang teridentifikasi di dalam pangan, hal tersebut menunjukkan bahwa pangan berbahaya untuk dikonsumsi (Batt, 2014).

Bakteri *Coliform* dapat tumbuh secara baik diberbagai substrat, karena mampu memanfaatkan berbagai jenis karbohidrat dan senyawa organik lain untuk dijadikan sebagai sumber energi dan beberapa komponen nitrogen sederhana sebagai sumber nitrogen (Knechtges, 2011).

Penyebaran bakteri *Coliform* biasanya melalui kebersihan makanan yang telah kita konsumsi. Makanan tersebut harus diperhatikan berasal dari sumber yang terjamin dari sisi bahan baku, proses pembuatan, dan lingkungannya. Namun penyebaran bakteri *Coliform* bisa juga terjadi melalui kontaminasi antar tangan manusia dan lalat. (Batt, 2014).

Bakteri *Coliform* dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan. Infeksi tersebut disebabkan oleh bakteri *E. coli*, contohnya *E. coli* enteropatogenik dan *E. coli* enterotoksigenik yang dapat menyebabkan diare (Arnia & Efrida, 2013). Contoh bakteri *Coliform* lain adalah *Klebsiella* yang dapat menyebabkan infeksi saluran pernafasan dan saluran kemih. Dan bakteri *Citrobacter* yang dapat menginfeksi saluran pencernaan (Arnia & Efrida, 2013).

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 30 hari dan dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2019 di laboratorium Mikrobiologi dan laboratorium Fisika-Kimia PT. Indolakto Ice Cream Manufacturing (C2) , Cicurug , Kab. Sukabumi , Jawa Barat.

3.2. Bahan Dan Alat

Contoh Es Krim yang sudah ditambahkan suspensi bakteri *Coliform*, Larutan *Buffer Peptone Water* (BPW), *Media Lactose Brot* (LB), *Media Brilian Green Lactose Brot* (BGLB), Air Aquades steril, Alkohol 70 % , Spirtus, dan Suspensi bakteri *Coliform*. Contoh es krim yang belum ditambahkan suspensi bakteri *Coliform*. Larutan Neusal dan aquadest. Campuran selen (4 gram serbuk selen, 3 gram CuSO_4 , 190 gram Na_2SO_4), H_2SO_4 pekat, Indikator PP, NaOH 30%, H_2BO_3 5%, HCl 0,1N, Indikator BCG : MM (1:1), dan NaOH 0,1N. Pb-asetat ½ Basa, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10%, Preakasi Luff, H_2SO_4 25%, KI 20%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N, dan Indikator Kanji. HNO_3 pekat, HNO_3 4N, HNO_3 1:1, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, dan H_3AsO_4 .

Freezer, *Termometer*, sarung tangan kain, *Waterbath*, Neraca Digital, Pembakar Spirtus, Penyemprot Alkohol, Botol Schot, Tabung Ulir, Pipet , *Laminer Air Flow* (LAF), *Autoclaf*, Inkubator, APD (Masker, Sarung Tangan Karet, Hair Net), Piala Gelas 400 ml, Tisu, Plastik, Label, dan Gunting. Wadah, Formulir Parameter Organoleptik, Pulpen dan Gelas. Neraca Analitik, Butyrometer, *Waterbath*, dan *Centrifuge. Moisture Analyzer*, Kertas Pad, Pengaduk, dan Piala Gelas 50 ml. Labu Kjeldahl, Pembakar Teklu, Corong, Kaki Tiga, Ruang Asam, Destilator, Kondensator, Erlenmeyer, Labu Ukur 100 ml, Pipet Tetes, Pipet Volum 10 ml , Piala Gelas 1000 ml, Buret 50 ml, Penyangga Buret, dan Labu Semprot. Labu Ukur 250 ml, Gelas Ukur 50 ml, Kulkas, Kertas Saring Berabu, Batu Didih, Erlenmeyer Asah, dan Refluks. Piala Gelas 500 ml, Piala Gelas 100 ml, Gelas Ukur 10 ml, Kaca Arloji, Kasa Asbes, Labu Ukur 50 ml, SSA, Labu Ukur 1000 ml, dan Kalkulator.

3.3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan tiga jenis es krim yang berasal dari industri dan berasal dari pasar di sekitar industri. Pertama-tama dilakukan proses pendinginan sampel es krim yang telah ditambahkan suspensi bakteri *Coliform* dan diketahui jumlah bakteri *Coliform*nya, ke dalam *freezer* dengan variasi suhu pertama ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan suhu kedua ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Serta lama penyimpanan (0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari). Kemudian dilakukan analisis uji penduga dan uji penguat mikrobiologi bakteri *Coliform* metode Angka Paling Mungkin (APM) di hari tertentu sesuai titik uji yang telah ditetapkan. Lalu pada saat terjadi penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan, dilakukan pengujian Organoleptik (uji segitiga meliputi bau/aroma dan warna), pengujian total padatan (TDS), pengujian kadar logam, pengujian kadar gula, kadar lemak, dan pengujian kadar protein. Lalu selanjutnya adalah analisis data.

Penambahan suspensi bakteri *Coliform* yang telah diketahui jumlah bakterinya secara sengaja, dimaksudkan untuk mengontrol banyaknya pertumbuhan bakteri dan untuk mempermudah pengamatan dalam penurunan jumlah bakteri. Digunakan variasi suhu ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) berdasarkan suhu rendah maksimum yang dapat dicapai oleh *freezer* skala rumah dan *freezer* skala Industri. Variasi lama penyimpanan, berdasarkan kebutuhan jumlah data yang diinginkan (7 data / 7 titik uji) yang dilakukan dalam waktu 30 hari. Untuk pengujian Organoleptik (uji segitiga meliputi bau/aroma dan warna), pengujian total padatan (TDS), pengujian kadar logam, pengujian kadar gula, kadar lemak, dan pengujian kadar protein berdasarkan kualitas produk es krim pada SNI No. 01-3713-1995.

3.4.1. Proses Sampling

Digunakan tiga jenis es krim yang berasal dari industri dan berasal dari pasar di sekitar industri. Tiga jenis sampel es krim yang memiliki karakteristik berbeda, dikupas secara aseptik. Dicairkan dalam plastik steril dan dimasukkan ke dalam botol schot 250 ml steril. Lalu ditambahkan suspensi bakteri *Coliform* yang telah diketahui jumlah koloni atau sel bakteri *Coliform*nya sebanyak 1 ml. Kemudian diberikan kode masing-masing, yaitu A1, B1, C1, A2, B2, dan C2 untuk sampel yang berasal dari industri. Kemudian kode X1, Y1, Z1, X2, Y2, dan Z2 untuk

sampel yang berasal dari pasar sekitar industri. Sampel yang memiliki kode 1 akan dimasukkan ke dalam *freezer* dengan variasi suhu pertama ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Sampel yang memiliki kode 2 akan dimasukkan ke dalam *freezer* dengan variasi suhu kedua ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Semua sampel disimpan selama 0, 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari.

3.4.2. Pengujian Bakteri *Coliform* metode APM

Contoh es krim yang sudah memiliki kode, sudah ditambahkan suspensi bakteri *Coliform* dan berada di dalam botol schot 250 ml steril, dilapisi oleh plastik dan dimasukkan ke dalam *waterbath* dengan suhu 40°C . Ditunggu hingga 10-15 menit hingga es krim mencair. Setelah contoh es krim mencair, disanitasi menggunakan tisu yang telah dibasahi alkohol 70%. Ditimbang sebanyak 25 g contoh ke dalam larutan BPW 225 ml (1: 9) di dalam botol schot (pengenceran 10^{-1}). Lalu dipipet masing-masing 1 ml ke dalam 3 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Sisa contoh pengenceran 10^{-1} di timbang sebanyak 25 g contoh ke dalam larutan BPW 225 ml (1: 9) di dalam botol schot (pengenceran 10^{-2}). Setelah itu dipipet masing-masing 1 ml ke dalam 3 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Sisa contoh pengenceran 10^{-2} di timbang sebanyak 25 g contoh ke dalam larutan BPW 225 ml (1: 9) di dalam botol schot (pengenceran 10^{-3}). Kemudian dipipet masing-masing 1 ml ke dalam 3 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Untuk blanko dipipet 1 ml Larutan steril BPW 225 ml ke dalam 1 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Untuk uji sterilitas disiapkan 1 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Untuk uji efektifitas dipipet 1 ml suspensi bakteri kedalam 1 tabung ulir yang berisi 9 ml media LB steril dan tabung durham. Semua tabung ulir dimasukkan ke dalam inkubator bersuhu 37°C selama 24 jam. Semua pengerjaan di lakukan dekat dengan api (pembakar spirtus) secara aseptik, dan di lakukan di LAF. Setelah inkubasi selama 24 jam, diamati hasil inkubasi. Kemudian hasil inkubasi dipipet masing-masing 1 ml kedalam masing-masing tabung ulir berisi tabung durham dan media BGLB 9 ml. Lalu di inkubasi kembali selama 24 jam. Dilakukukan uji sterilitas dan uji efektifitas pada media BGLB. Lalu diamati hasil inkubasi dan dikonversikan ke tabel APM / MPN.

Bila media dalam tabung ulir jernih seperti blanko, maka *Coliform* negatif. Bila keruh, maka *Coliform* positif. Bila media dalam tabung ulir keruh dan terdapat gas pada tabung Durham, maka *Coliform* positif. Blanko seharusnya bernilai negatif karena tidak berisi contoh dan hanya berisi larutan BPW steril. Begitupula pada uji sterilitas yang hanya berisi media LB steril, seharusnya bernilai negatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa BPW dan media LB yang digunakan benar-benar steril. Sedangkan untuk uji efektifitas seharusnya bernilai positif. Karena hal tersebut menunjukkan bahwa media LB atau BGLB yang digunakan efektif untuk menumbuhkan bakteri yang diinginkan.

3.4.3. Pengujian Organoleptik

Ketiga jenis sampel es krim dibuka kemasannya dan dimasukkan kedalam wadah. Kemudian diberi kode pada setiap wadah. Disiapkan formulir uji organoleptiknya. Lalu diberikan kepada tiap panelis, secara satu-persatu dan diberikan arahan kepada setiap panelis. Posisi duduk tiap panelis diberi jarak yang cukup atau diberi penyekat bila perlu. Diberikan penilaian oleh tiap panelis dalam hal warna dan aroma. Kemudian diolah data hasil penilaian tiap panelis.

3.4.4. Pengujian kadar Lemak cara Gerber

Contoh es krim yang sudah memiliki kode, sudah ditambahkan suspensi bakteri *Coliform* dan berada di dalam botol shot 250 ml steril, dilapisi oleh plastik dan dimasukkan ke dalam *waterbath* dengan suhu 40°C . Ditunggu hingga 10-15 menit hingga es krim mencair. Setelah contoh es krim mencair, disanitasi menggunakan tisu yang telah dibasahi alkohol 70%. Lalu Sampel ditimbang sebanyak ± 5 gram ke dalam kuvet. Kuvet dihubungkan dengan alat butyrometer dan ditambahkan ± 12 ml larutan neusal. Dipanaskan didalam *waterbath* dengan suhu 60 – 65°C, kemudian dikocok dengan kuat agar sampel larut sempurna. Ditambahkan aquades yang hangat ke dalam butyrometer agar kadar lemak dapat terbaca pada skala, setelah itu dihomogenkan kembali. Lalu dihomogenkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 1100 rpm selama 3 menit. Lalu dibaca kadar lemak pada skala butyrometer.

3.4.5. Pengujian Total Padatan menggunakan Moisture analyzer

Contoh es krim yang sudah memiliki kode, sudah ditambahkan suspensi bakteri *Coliform* dan berada di dalam botol schot 250 ml steril, dilapisi oleh plastik dan dimasukkan ke dalam *waterbath* dengan suhu 40°C . Ditunggu hingga 10-15 menit hingga es krim mencair. Setelah contoh es krim mencair, disanitasi menggunakan tisu yang telah dibasahi alkohol 70%. Dibuka *cover Moisture Analyzer*, dimasukkan kertas pad sebagai media sampel ke dalamnya. *Cover* ditutup, tunggu sampai alat pengering kertas pad berubah menjadi *zero setting*. *Cover Moisture Analyzer* dibuka, sampel diteteskan atau dioleskan sedikit-demi sedikit sebanyak $\pm 0,5$ gram. *Cover* ditutup kembali dan ditunggu sampai hasil analisisnya keluar.

3.4.6. Pengujian Kadar Protein metode Kjeldahl

Ditimbang sampel es krim yang sudah diencerkan ± 1 gram, dimasukkan ke dalam labu kjedahl yang telah berisi batu didih. Kemudian ditambahkan dengan 1 gram campuran selen. Setelah itu dimasukkan ke dalam ruang asam dan ditambahkan dengan 25 ml H₂SO₄ pekat melalui dinding labu secara perlahan. Labu disimpan dengan posisi 45°. Lalu dipanaskan dengan menggunakan api kecil terlebih dahulu , sampai terbentuk arang. Setelah meghitam atau mengarang, api diperbesar hingga mendidih (dekstruksi), hingga terbentuk larutan jernih kuning kehijauan. Lalu larutan didinginkan.

Setelah dingin, larutan dimasukan kedalam labu ukur 100 ml secara perlahan dan hati-hati. Labu kjedahl dibilas dengan aquadest, bilasannya dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Setelah itu labu ukur dihimpitkan dengan aquadest dan dihomogenkan. Lalu dipipet sebanyak 10 ml larutan hasil dekstruksi ke dalam alat destilasi. Ditambahkan indikator PP 2-3 tetes dan 10 ml NaOH 30%. Ditempatkan 25 ml H₂BO₃ 5% atau HCl 0,1N yang telah dibubuhi indikator BCG : MM (1:1) dalam erlenmeyer. Kemudian erlenmeyer tersebut dipasang ke alat destilasi. Hidupkan air penyulingan (kondensor). Disulingkan hingga volume penampung ± 3 kali volume semula (± 75 ml). Bilas ujung pipa dengan air suling, dan matikan alat destilasi.

Untuk penampung H_2BO_3 larutan dititrasi dengan HCl 0,1N hingga diperoleh TA warna merah. Untuk penampung HCl larutan dititrasi dengan NaOH 0,1N hingga TA warna hijau. Kemudian Lakukan Blanko.

Perhitungan penampung HCl :

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{Vb} - \text{Vs}) \text{ N p} \times \text{bst N} \times \text{fp}}{\text{mg contoh}} \times 100\%$$

Kadar Protein = % N \times FK (6,25)

Perhitungan penampung H_2BO_3 :

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{VP} \times \text{N p} \times \text{bst N} \times \text{fp})}{\text{mg contoh}} \times 100\%$$

Kadar Protein = % N \times FK (6,25)

3.4.7. Pengujian Kadar Gula Metode Luff Schoorl

a. Preparasi Sample

Ditimbang ± 10 g sampel es krim yang telah dicairkan. Dimasukan ke dalam labu ukur 250 ml, diencerkan dengan aquadest, ditambahkan ± 5 ml Pb-asetat $\frac{1}{2}$ basa. Uji kelebihan Pb^{2+} dengan beberapa tetes $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10%. diendapkan dengan menambahkan ± 15 ml $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10%. Diseka, dihimpitkan, dan dihomogenkan. Disimpan di lemari es selama ± 30 menit untuk mengendapkan endapan. Disaring dengan kertas saring berabu. (larutan induk 1).

b. Kadar Gula Sebelum Inversi

Dipipet 10 ml larutan induk 1, dimasukan ke dalam erlenmeyer asah. Ditambahkan 25 ml preparasi Luff secara terukur, 15 ml aquadest, dan beberapa butir batu didih. Kemudian direfluks, pada menit ke 3 harus sudah mendidih dan setelah mendidih tunggu 10 menit. Lalu dinginkan segera, jangan dikocok. Ditambahkan ± 25 ml H_2SO_4 25% dan 15 ml KI 20%. Jangan dikocok. Kemudian dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N hingga larutan berwarna kuning muda / krem. Ditambahkan ± 1 ml Indikator Kanji. Dititrasi kembali dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N hingga larutan jernih dan endapan putih susu. Dilakukan duplo dan blanko.

c. Kadar Gula Setelah Inversi

Dipipet 50 ml larutan induk 1, dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml, dan ditambahkan ± 5 ml HCl 25%. Dipanaskan dengan suhu 60° - 70° C selama 10 menit. Didinginkan, ditambahkan indikator PP, dinetralkan dengan NaOH 30% hingga merah muda seulas. Dihimpitkan dan dihomogenkan (larutan induk 2).

Dipipet ± 5 ml larutan induk 2, dimasukkan kedalam erlenmeyer asah, ditambahkan 25 ml prekasi Luff secara terukur, 20 ml aquadest, dan beberapa butir batu didih. Kemudian direfluks, pada menit ke 3 harus sudah mendidih dan setelah mendidih tunggu 10 menit. Lalu dinginkan segera, jangan dikocok. Ditambahkan ± 25 ml H₂SO₄ 25% dan 15 ml KI 20%. Jangan dikocok, hati-hati, melewati dinding. Kemudian dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1N hingga larutan berwarna kuning muda / krem. Ditambahkan ± 1 ml Indikator Kanji. Dititrasi kembali dengan Na₂S₂O₃ 0,1N hingga larutan jernih dan endapan putih susu. Dilakukan duplo.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Gula Pereduksi} = \frac{\text{mg glukosa} \times \text{fp}}{\text{mg sampel}} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Gula setelah inversi} = \frac{\text{mg glukosa} \times \text{fp}}{\text{mg sampel}} \times 100 \%$$

Kadar sukrosa = % setelah inversi - % sebelum inversi

Kadar gula total = % sebelum inversi + % kadar sukrosa

3.4.8. Pengujian Kadar Logam Timbal (Pb) Dan Arsen (As)

a. Preparasi Sampel

Sampel es krim diencerkan di dalam *waterbath*, lalu dimasukkan kedalam piala gelas 500 ml dan dihomogenkan. Sampel diambil sebanyak ± 50 ml, dan dimasukkan ke dalam piala gelas 100 ml. Ditambahkan HNO₃ pekat sebanyak 5 ml. Kemudian piala gelas ditutup menggunakan kaca arloji. Lalu dipanaskan perlahan-lahan hingga volume 15-20 ml dan hingga larutan jernih. Bila larutan belum jernih, maka tambahkan kembali HNO₃ pekat sebanyak 5 ml dan panaskan kembali. Bila sudah jernih, bilas kaca arloji dengan aquadest dan perhatikan air bilasan harus jatuh ke dalam piala gelas. Setelah itu dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, diencerkan menggunakan aquadest, dihimpitkan, dan dihomogenkan

(sampel original). Dipipet 10 ml sampel original ke dalam labu ukur 100 ml, ditambahkan HNO₃ 4 N sebanyak 5 ml, diencerkan menggunakan aquadest, dihimpitkan, dan dihomogenkan (sampel pengenceran). Sampel siap diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA.

Perhitungan :

$$\text{Logam As/Pb (mg/L)} = \frac{\text{Abs} - \text{intersept}}{\text{slope}} \times fp$$

b.Pembuatan Larutan induk Pb 100 ppm

Ditimbang \pm 0,16 gram Pb(NO₃)₂, dimasukan kedalam labu ukur 1000 ml. Ditambahkan HNO₃ 1:1 sebanyak 1 ml. Kemudian ditambahkan 10 ml HNO₃ pekat, dilarutkan, diencerkan dengan aquadest, dihimpitkan, dan dihomogenkan (1000 ppm). Dipipet sebanyak 10 ml, dimasukan kedalam labu ukur 100 ml. Lalu ditambahkan HNO₃ 4 N sebanyak 5 ml, diencerkan menggunakan aquadest, dihimpitkan, dihomogenkan (100 ppm).

c.Pembuatan Larutan induk As 10 ppm

Dipipet sebanyak 1 ml larutan induk H₃AsO₄ 1000 ppm, dimasukan ke dalam labu ukur 100 ml. Diencerkan dengan aquadest dan ditambahkan HNO₃ 4 N sebanyak 5 ml. Dihimpitkan hingga tanda batas (10 ppm).

d.Pembuatan Deret Standar Pb

Standar induk Pb 100 ppm dimasukan kedalam buret, kemudian dibuat deret standar 0, 0,5, 1, 2, 5, dan 8 ppm. Dengan memasukan 0, 0,5, 1, 2, 5, dan 8 ml standar induk 100 ppm ke dalam setiap labu ukur 100 ml. Lalu ditambahkan HNO₃ 4 N sebanyak 5 ml, diencerkan menggunakan aquadest, dihimpitkan dan dihomogenkan. Deret standar siap diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA.

Perhitungan :

$$\text{Logam Pb (mg/L)} = \frac{\text{Abs} - \text{intersept}}{\text{slope}} \times fp$$

e. Pembuatan Deret Standar As

Standar induk As 10 ppm dimasukkan ke dalam buret, kemudian dibuat deret standar 0, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, dan 0,8 ppm. Dengan memasukkan 0, 0,5, 1, 2, 5, dan 8 ml standar induk 10 ppm ke dalam setiap labu ukur 100 ml. Lalu ditambahkan HNO₃ 4 N sebanyak 5 ml, diencerkan menggunakan aquadest, dihomogenkan dan dihomogenkan. Deret standar siap diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA.

Perhitungan :

$$\text{Logam As (mg/L)} = \frac{\text{Abs} - \text{intersept}}{\text{slope}} \times fp$$

3.4.9. Pembuatan Media dan Sterilisasi

a. Pembuatan BPW (*Buffer Peptone Water*)

Ditimbang ± 20 g serbuk BPW ke dalam piala gelas 1000 ml. Kemudian dilarutkan menggunakan air aquades steril hingga larut dan hingga volume 1000 ml. Ditimbang ± 225 g larutan BPW ke dalam botol schot 250 ml dan tutup dengan rapat. Disterilkan larutan BPW 225 ml dalam botol schot menggunakan autoclaf dengan suhu 121°C, selama 15-20 menit.

b. Pembuatan Media BGLB (*Brilian Green Lactose Brot*)

Ditimbang ± 40 g serbuk media BGLB ke dalam piala gelas 1000 ml. Kemudian dilarutkan menggunakan air aquades steril hingga larut dan hingga volume 1000 ml. Dipipet sebanyak 9 ml media BGLB ke dalam masing-masing tabung ulir. Ditutup dengan rapat masing-masing tabung ulir. Kemudian disterilkan menggunakan autoclaf dengan suhu 121°C, selama 15-20 menit.

c. Pembuatan Media LB (*Lactose Brot*)

Ditimbang ± 13 g serbuk media LB ke dalam piala gelas 1000 ml. Kemudian dilarutkan menggunakan air aquades steril hingga larut dan hingga volume 1000 ml. Dipipet sebanyak 9 ml media LB ke dalam masing-masing tabung ulir. Ditutup dengan rapat masing-masing tabung ulir. Kemudian disterilkan menggunakan autoclaf dengan suhu 121°C, selama 15-20 menit.

d. Sterilisasi Alat Dan Bahan

Semua peralatan dan bahan yang akan digunakan harus disterilkan terlebih dahulu. Ada dua cara dalam sterilisasi. Sterilisasi kering dan sterilisasi basah. Sterilisasi kering biasanya digunakan untuk mensterilkan peralatan yang tahan suhu tinggi. Sterilisasi kering menggunakan oven dengan suhu 160°-180°C dalam waktu 2 jam. Sedangkan sterilisasi basah biasanya digunakan untuk mensterilkan media atau bahan yang berbentuk cairan, dengan suhu 121°C, 15 psi / 1 atm, selama 15-20 menit.

e. Pembuatan Larutan Neusal

Ditimbang ± 60 g trisodium sitrat ke dalam piala gelas 1000 ml. Ditimbang ± 60 g sodium salisilat, dicampurkan. Ditambahkan ± 320 ml aquadest. Piala gelas tersebut dimasukan ke dalam *waterbath* suhu 90°C, diaduk hingga larut. Dinginkan hingga suhu kamar, ditambahkan ± 30 g isoamil alkohol, ditambahkan ± 14 g preaksi twen 80, dan diaduk. Ditambahkan 240 ml alkohol 99%, 280 ml aquadest yang mengandung 0,2 g metilen blue. Diaduk, dimasukan kedalam labu ukur 1000 ml, dan dilarutkan hingga tanda tera.

f. Pembuatan Larutan Luff Schoorl

Ditimbang $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ Sebanyak 25 g ke dalam piala gelas 400 ml , kemudian dilarutkan dengan aquadest sebanyak 100 ml. Ditimbang 50 g asam sitrat ke dalam piala gelas 400 ml, kemudian ditambahkan 50 ml aquadest. Ditimbang 388 g soda murni ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ke dalam piala gelas 1000 ml, dilarutkan dengan 300 ml air mendidih. Kemudian larutan asam sitrat dituangkan ke dalam larutan soda secara hati-hati sambil diaduk. Lalu ditambahkan larutan CuSO_4 dan diaduk. Diamkan hingga suhu ruang, jika sudah dingin ditambahkan air hingga 1 liter, dan dihomogenkan. Bila keruh, diamkan kemudian disaring.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, digunakan tiga jenis es krim yang berbeda dan berasal dari dua tempat pengambilan sampel yang berbeda. Tiga jenis es krim yang digunakan adalah *Fruit Sherbet*, *Water Ice*, dan *Milk Ice*. Dapat dilihat pada Gambar 1. Bentuk dari ketiga es krim tersebut adalah es krim stik dengan bahan kemasan yang sama. Sampel es krim yang digunakan berbeda jenis, karena agar mewakili jenis-jenis es krim yang terdapat di pasaran. Selain itu sampel es krim yang digunakan memiliki bentuk yang sama dengan kemasan yang sama, hal tersebut dikarenakan agar sampel memiliki kondisi yang sama. Karena jika sampel yang digunakan berbeda bentuk dan berbeda kemasannya, dikhawatirkan dapat mempengaruhi proses dan hasil analisis.

Sampel pertama didapatkan langsung dari industri pembuatan es krim. Untuk sampel yang kedua didapatkan dari pasar di sekitar area industri. Digunakan sampel yang berasal dari dua sumber yang berbeda dikarenakan agar terdapat sampel pembandingan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Sampel Es Krim

Keterangan :

Kode A : Es krim jenis *Fruit Sherbet* sampel industri

Kode B : Es krim jenis *Water Ice* sampel industri

Kode C : Es krim jenis *Milk Ice* sampel industri

Kode X : Es krim jenis *Fruit Sherbet* sampel pasar

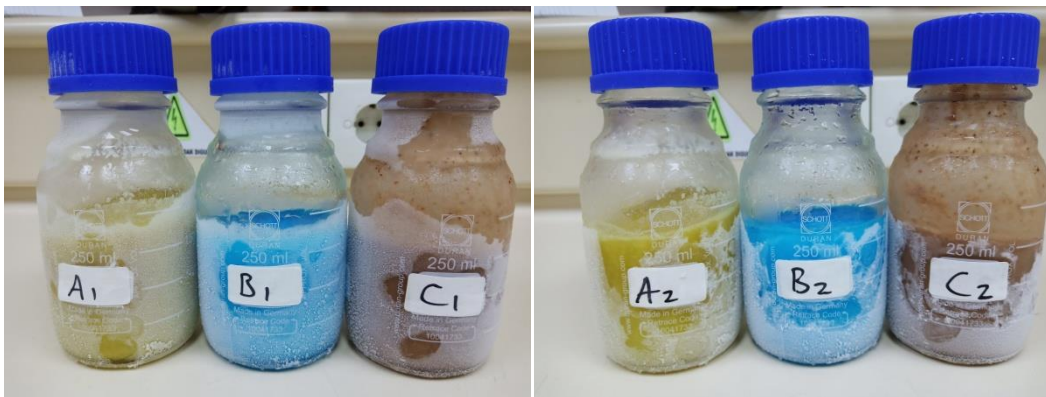
Kode Y : Es krim jenis *Water Ice* sampel pasar

Kode Z : Es krim jenis *Milk Ice* sampel pasar

Kode 1 : Perlakuan penyimpanan pada suhu ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$)

Kode 2 : Perlakuan penyimpanan pada suhu ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$)

Pada saat preparasi sampel, semua sampel dikupas secara aseptis dan dimasukkan ke dalam plastik steril. Kemudian sampel dicairkan di dalam *waterbath* dengan suhu 40°C . Lalu sampel dimasukkan ke dalam botol schot 250 ml steril secara aseptis dan diberi kode pada botol. Setelah itu sampel siap untuk dimasukkan ke dalam masing-masing freezer dengan suhu ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$). Dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Untuk keterangan kode sampel dapat dilihat pada keterangan Gambar 1.



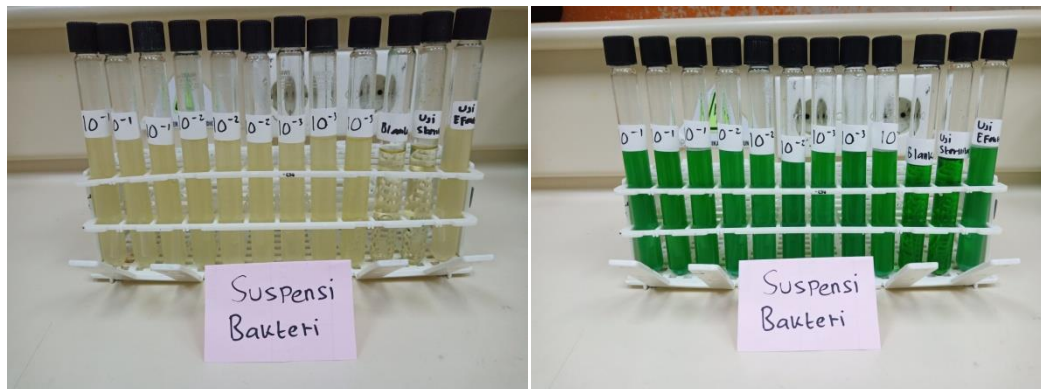
Gambar 2. Sampel Industri



Gambar 3. Sampel Pasar

4.1. Hasil Pembuatan Suspensi Bakteri *Coliform*

Suspensi bakteri *Coliform* dibuat dengan cara mengambil 1 mata ose koloni bakteri *Coliform*. Kemudian dimasukkan ke dalam media LB dengan tujuan peremajaan bakteri. Lalu diinkubasi selama 24 jam di suhu 37°C. Setelah itu dilakukan pengujian bakteri *Coliform* untuk mengetahui jumlah bakteri yang terdapat dalam suspensi tersebut. Penambahan suspensi bakteri *Coliform* secara sengaja, dan telah diketahui jumlah bakterinya, dikarenakan untuk mengontrol banyaknya pertumbuhan bakteri dan untuk mempermudah pengamatan dalam penurunan jumlah bakteri. Dapat dilihat pada Gambar 4, pada saat pengamatan hasil, bakteri *Coliform* akan bernilai positif jika media dalam tabung ulir keruh dan mengandung gas / gelembung pada tabung durham. Bakteri *Coliform* akan bernilai negatif apabila media dalam tabung ulir jernih dan sama dengan blanko. Berikut merupakan Gambar dan Tabel hasil analisis uji bakteri *Coliform* dalam media LB (uji penduga) dan media BGLB (uji penguat) :



Gambar 4. Hasil Uji APM Biakan Bakteri *Coliform*

Tabel 1. Hasil Uji APM Biakan Bakteri *Coliform*

Tabung ke-	Pengenceran			Blanko	Uji Sterilitas	Uji Efektifitas
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³			
Tabung 1	+	+	+	-	-	+
Tabung 2	+	+	+			
Tabung 3	+	+	+			
Jumlah tabung positif	3	3	3			

Dapat dilihat pada Tabel 1, dari hasil analisis terdapat 3 tabung positif bakteri *Coliform* pada pengenceran 10^{-1} , 3 tabung positif pada pengenceran 10^{-2} , dan 3 tabung positif pada pengenceran 10^{-3} (3:3:3). Hasil tersebut jika dikonversikan ke dalam Tabel APM yang terdapat pada Lampiran 3, memiliki nilai 2400. Maka artinya suspensi bakteri mengandung bakteri *Coliform* sebanyak 2400 sel/ml. Hasil blanko negatif, hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi kontaminasi dari lingkungan pada saat proses analisis dan tidak terjadi kontaminasi pada media yang digunakan. Hasil uji sterilitas negatif, hal tersebut menunjukkan bahwa media yang digunakan benar-benar steril. Hasil uji efektifitas positif, hal tersebut menunjukkan bahwa media yang digunakan dalam kondisi baik dan dapat ditumbuhi oleh bakteri *Coliform*.

4.2. Hasil Pengujian Bakteri *Coliform* metode APM

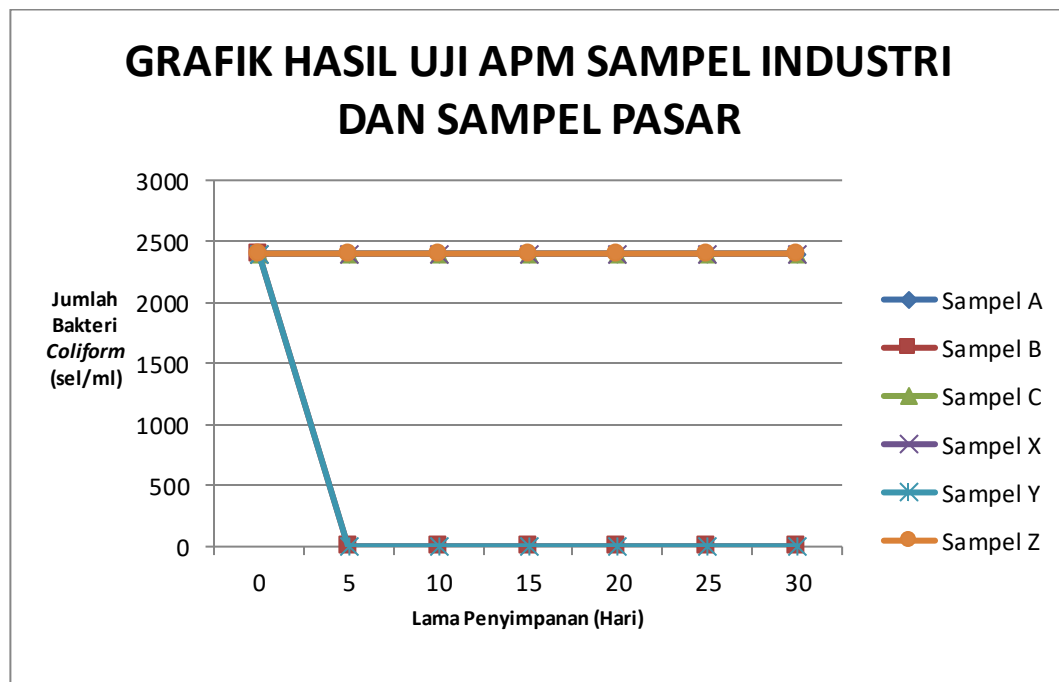
Ada dua cara untuk melakukan pengujian bakteri *Coliform*, yaitu dengan metode hitungan cawan / cara tuang dan metode APM / MPN. Pada penelitian ini digunakan pengujian bakteri *Coliform* metode APM. Metode APM dinilai lebih baik dibandingkan dengan metode cara tuang, karena lebih sensitif dan dapat mendeteksi bakteri *Coliform* dalam jumlah yang sangat rendah di dalam sampel (Jenie dan Srikandi,1989). Uji kuantitatif bakteri *Coliform* metode APM secara lengkap terdiri dari tiga tahap, yaitu uji penduga, uji penguat, dan uji lengkap (Jenie dan Srikandi,1989).

Pada penelitian ini dilakukan pengujian Bakteri *Coliform* hingga ke tahap uji penguat. Karena sampel yang digunakan mengandung susu. Susu biasanya mengandung bakteri asam laktat. Pada uji penduga media yang digunakan adalah LB, adanya bakteri asam laktat pada sampel dapat memberikan pembacaan uji positif yang salah, karena bakteri asam laktat dapat memfermentasi laktosa dan membentuk gas (Jenie dan Srikandi,1989). Pada uji penguat media yang digunakan adalah BGLB. BGLB merupakan media selektif yang mengandung garam bile, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif termasuk bakteri asam laktat tetapi tidak menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif termasuk *Coliform* (Jenie dan Srikandi,1989).

Berikut merupakan tabel dan gambar hasil perhitungan jumlah bakteri *Coliform* pada sampel es krim industri dan sampel pasar :

Tabel 2. Hasil Uji APM Sampel Industri Dan Sampel Pasar

WAKTU (HARI)	0		5		10		15		20		25		30	
SUHU KODE	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C	-20°C	-35°C
A	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
B	2400	2400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
X	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Y	2400	2400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Z	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400



Gambar 5. Grafik Hasil Uji APM Sampel Industri Dan Sampel Pasar

Dari Tabel 2 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa sampel es krim yang memiliki jenis *water ice* (kode B dan Y), mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan di hari ke 5, dari 2400 sel/ml menjadi 3 sel/ml. Persentase efektifitas penurunannya mencapai 99,88% , untuk perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 17. Sedangkan untuk sampel lainnya yang memiliki jenis dan kode

berbeda belum mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena pada sampel es krim yang berjenis *water ice*, memiliki faktor lain yang dapat mempengaruhi penurunan jumlah bakteri *Coliform* selain faktor suhu. Faktor tersebut adalah adanya kandungan asam dan adanya kandungan gula yang tinggi. Komposisi sampel es krim yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 7. Kandungan asam pada es krim *water ice* yaitu 0,26%, sedangkan untuk es krim jenis lainnya tidak mengandung asam. Lalu untuk kandungan gula pada es krim *water ice* yaitu 19%. Sedangkan kandungan gula pada es krim lainnya yaitu 16% untuk sampel es krim *Fruit sherbet* (kode A dan X), dan 14% untuk sampel es krim *milk ice* (kode C dan Z). Asam dan gula merupakan contoh dari senyawa antimikroba tambahan berdasarkan sumbernya. Sehingga secara teori setelah es krim berjenis *water ice*, yang akan mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara berurutan adalah es krim berjenis *Fruit sherbet*, kemudian es krim berjenis *milk ice*. Namun dibutuhkan waktu penelitian yang lebih lama untuk mendapatkan hasil tersebut.

Sampel yang berasal dari industri dan dari pasar di sekitar industri, menunjukan hasil yang sama, baik disimpan dalam suhu -20°C maupun -35°C . Hal tersebut menunjukan bahwa tidak adanya pengaruh dari proses pendistribusian produk dari industri ke area pasar. Selama proses pendistribusian tersebut tidak terjadi kontaminasi dari lingkungan ke dalam produk. Karena kondisi produk yang tertutup rapat dan terjaga oleh kemasan. Selain itu kesamaan hasil ini juga menunjukan bahwa tidak adanya pengaruh suhu pada *freezer* kedua (-35°C), meskipun memiliki selisih -15°C lebih dingin dibandingkan dengan *freezer* pertama (-20°C). Oleh karena itu hasil optimasi suhu menunjukan bahwa, suhu -20°C merupakan suhu yang optimal dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* pada produk es krim yang tercemar karena lebih hemat energi. Kemudian hasil optimasi waktu atau lama penyimpanan menunjukan bahwa, lama penyimpanan yang optimal dalam menurunkan jumlah bakteri *Coliform* pada produk es krim yang tercemar khususnya yang berjenis *water ice* adalah 5 hari.

4.3. Hasil Pengujian Tambahan

Tabel 3. Hasil Uji Lanjutan Sampel B

PENGUJIAN	Standar SNI Es Krim No.01-3713. 1995	Hasil
ORGANOLEPTIK	Normal	Normal
TOTAL PADATAN	Min. 3,4%	20,15%
LOGAM Pb	Maks. 1,0 ppm	Tidak terdeteksi
LOGAM As	Maks. 0,5 ppm	Tidak terdeteksi
KADAR GULA	Min. 8,0%	18,77%

Uji organoleptik pada penelitian ini melibatkan 10 orang panelis semi terlatih. Uji organoleptik metode segitiga dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang kecil dari produk yang diuji. Pada uji segitiga tiga sampel yang memiliki kode disajikan secara acak dan bersamaan, namun dapat juga secara berurutan. Pada uji segitiga, dua dari tiga sampel merupakan sama dan yang ketiga berbeda. Panelis diminta memilih satu yang berbeda diantara tiga sampel yang tersedia. Dalam uji ini tidak ada pembandingan, selain itu pada penyajian sampel harus diperhatikan keseragaman ketiga sampel, baik penampilan, bentuk, atau ukurannya. Untuk panelis tidak boleh ragu dalam penilaiannya.

Pada pengujian sampel es krim B, semua panelis menjawab dengan jawaban yang salah. Jika dipersentasekan sekitar 100% panelis menjawab salah. Hal tersebut menyimpulkan bahwa sampel es krim B tersebut sangat sulit untuk dibedakan. Karena tidak terdapat perbedaan yang jelas, atau dengan kata lain, sampel B masih dalam kondisi normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel es krim B masih masuk ke dalam SNI Es Krim No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2. Adanya bakteri *Coliform* yang terkandung di dalam sampel, tidak mempengaruhi kualitas warna dan aroma pada sampel es krim B.

4.4. Hasil Pe

Lemak merupakan trigliserilida atau ester dari gliserol dan asam-asam lemak. Lemak merupakan salah satu komponen utama penyusun makanan. Lemak merupakan sumber cadangan makanan dan pemberi asupan energi yang cukup

besar. Pada pengujian kadar lemak metode Gerber ini, prinsip yang digunakan adalah pemisahan berdasarkan sifat kelarutan, dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 5. Proses Uji Kadar Lemak Metode Gerber

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Lemak Metode Gerber

No	Jenis Sampel Es Krim	Standar SNI Es Krim No.01-3713. 1995	Hasil (%)
1	Sampel A	Minimal 5%	2,1
2	Sampel B		-
3	Sampel C		4,1

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa, sampel es krim A dan C tidak masuk ke dalam spesifikasi standar SNI No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2. Hal tersebut terjadi karena pada komposisi es krim A dan C memang dirancang tidak ditambahkan lemak lebih dari 5%. Komposisi jenis es krim dapat dilihat pada Lampiran 7. Spesifikasi kadar lemak es krim jenis *Sherbet* yaitu maksimal 3%. Sedangkan untuk spesifikasi kadar lemak es krim jenis *Milk Ice* yaitu maksimal 4,5%. Jika kadar lemak kedua jenis es krim tersebut lebih dari 5%, maka kedua jenis es krim tersebut sudah masuk ke dalam jenis es krim yang berbeda, yaitu jenis *ice cream*. Untuk es krim jenis *water ice* tidak dilakukan pengujian kadar lemak, karena es krim tersebut tidak mengandung lemak. Adanya bakteri *Coliform* yang terkandung di dalam sampel, tidak mempengaruhi kualitas kadar lemak pada sampel es krim. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa, kadar lemak kedua sampel es krim sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

4.5. Hasil Kadar Total Padatan menggunakan Moisture analyzer

Kadar total padatan menunjukkan banyaknya materi, bahan, atau senyawa berbentuk padat yang terkandung di dalam sampel. Kadar total padatan secara tidak langsung menunjukkan banyaknya nutrisi yang terkandung di dalam sampel selain air. Prinsip dari pengujian kadar total padatan ini adalah pemanasan dengan menghilangkan air yang terkandung di dalam sampel, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 6. Proses Uji Kadar Total Padatan

Tabel 5. Hasil Uji Kadar Total Padatan

No	Jenis Sampel Es Krim	Standar SNI Es Krim No.01-3713. 1995	Hasil (%)
1	Sampel A	Minimal 3,4%	24,66
2	Sampel B		20,15
3	Sampel C		27,21

Dari Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa semua sampel es krim, masuk ke dalam standar SNI No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel es krim yang diuji masih mengandung banyak nutrisi dan senyawa padat lainnya. Adanya bakteri *Coliform* yang terkandung di dalam sampel, tidak mempengaruhi kualitas kadar total padatan pada sampel es krim. Oleh karena itu

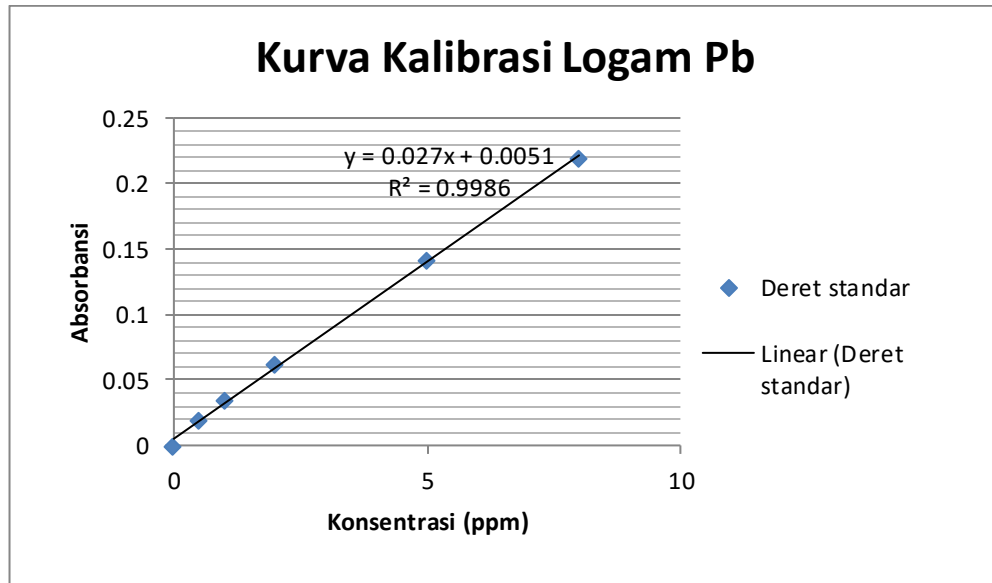
dapat disimpulkan bahwa, kadar total padatan ketiga sampel es krim sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

4.6. Hasil kadar Logam Pb Dan As

Setiap bahan makanan harus terbebas dari cemaran logam berbahaya seperti logam Pb (Timbal) dan As (Arsen). Jika kita mengkonsumsi makanan atau minuman yang tercemar oleh logam-logam berbahaya, maka akan menimbulkan berbagai penyakit dan bahkan bisa menimbulkan kematian. Pengujian kadar logam dalam sampel es krim ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas produk es krim berdasarkan standar SNI No. 01-3713. 1995. Bila es krim mengandung cemaran logam, hal tersebut dapat disebabkan oleh pencemaran bahan baku seperti susu atau pada saat proses produksi. Pencemaran bahan baku susu dapat disebabkan oleh tercemarnya pakan ternak sapi, lalu dikonsumsi oleh sapi tersebut. Sehingga sapi menghasilkan susu yang tercemar oleh logam berbahaya.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kadar Logam Pb

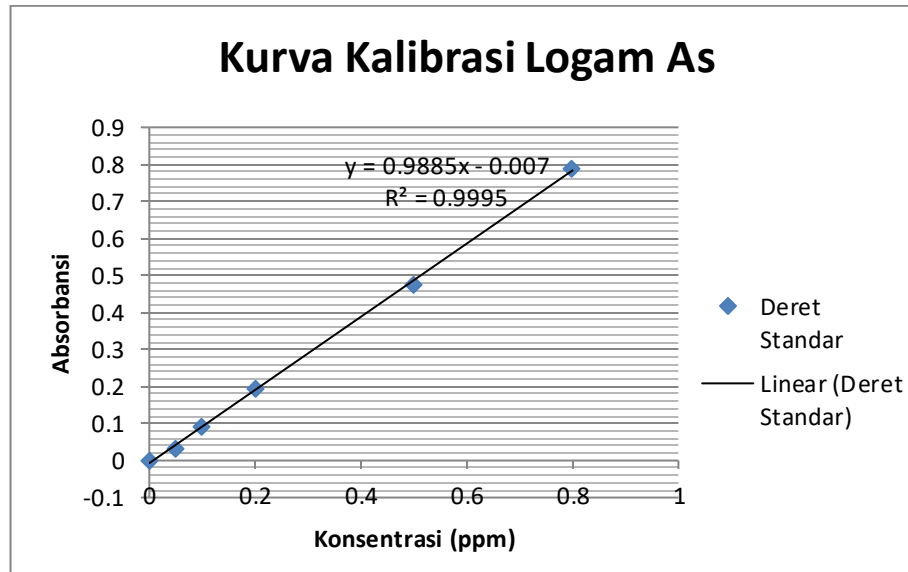
No	vol. Std. Induk	konsentrasi (ppm)	absorbansi
1	0	0	0
2	0,5	0,5	0,0187
3	1	1	0,0352
4	2	2	0,0615
5	5	5	0,1423
6	8	8	0,2193
7	Sampel A		-0,0071
8	Sampel B		-0,0069
9	Sampel C		-0,0084
	intersept	$5,13 \times 10^{-3}$	
	slope	0,0270	
	R	0,9993	



Gambar 7. Kurva Kalibrasi Logam Pb

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kadar Logam As

No	vol. Std. Induk	konsentrasi (ppm)	absorbansi
1	0	0	0
2	0,5	0,5	0,0340
3	1	1	0,0910
4	2	2	0,1970
5	5	5	0,4790
6	8	8	0,7880
7	Sampel A		-0,0083
8	Sampel B		-0,0077
9	Sampel C		-0,0063
	intersept	$-7,0 \times 10^{-3}$	
	slope	0,9885	
	R	0,9997	



Gambar 8. Kurva Kalibrasi Logam As

Dari Tabel 7 dan Tabel 8 di atas dapat diketahui bahwa ketiga sampel es krim memiliki nilai negatif. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar logam Pb dan As di dalam sampel es krim terlalu kecil sehingga tidak dapat terdeteksi oleh alat SSA. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kadar logam Pb dan As dalam ketiga sampel es krim tidak terdeteksi dan sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.7. Hasil Kadar Protein Metode Kjeldahl

Protein merupakan zat organik yang terdiri dari rantai asam amino yang saling terikat membentuk suatu polipeptida dan merupakan zat utama seluruh sel hidup, baik tumbuhan maupun hewan. Penentuan jumlah protein dalam makanan umumnya dilakukan berdasarkan penentuan kandungan nitrogen yang ada pada sampel. Cara penentuan ini dikembangkan oleh Kjeldahl (1883). Dalam penentuan kadar protein seharusnya hanya nitrogen yang berasal dari protein saja yang ditetapkan, akan tetapi secara teknik hal ini sulit dilakukan. Mengingat jumlah kandungan nitrogen dalam senyawa lain (selain protein dalam sampel) biasanya sedikit, maka penentuan jumlah nitrogen total ini ditetapkan untuk mewakili jumlah protein yang ada. Protein dalam makanan berguna sebagai cadangan makanan dalam tubuh. Pengujian kadar Protein dalam sampel es krim

ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas produk es krim berdasarkan standar SNI No. 01-3713. 1995.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Protein

No	Jenis Sampel Es Krim	Standar SNI Es Krim No.01-3713. 1995	Hasil (%)
1	Sampel A	Minimal 2,7%	5,73
2	Sampel B		-
3	Sampel C		9,82

Dari Tabel 9 di atas dapat diketahui bahwa kedua sampel es krim , masuk ke dalam standar SNI No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel es krim yang diuji masih mengandung kadar protein yang tinggi. Untuk sampel es krim B tidak dilakukan pengujian kadar protein, karena jenis es krim tersebut tidak mengandung protein. Adanya bakteri *Coliform* yang terkandung di dalam sampel, tidak mempengaruhi kualitas kadar protein pada sampel es krim. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa, kadar protein kedua sampel es krim sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

4.8. Hasil Kadar Gula Metode Luff Schoorl

Gula (sakarosa) yang akan diuji dalam sampel es krim, termasuk gula nonproduksi. Karena tidak mengandung gugus aldehid bebas. Untuk dapat bereaksi, maka harus dirubah menjadi gula pereduksi melalui proses hidrolisis dengan bantuan asam. Gula adalah asupan energi yang sangat diperlukan oleh tubuh. Gula merupakan komponen utama dalam pembuatan es krim. Beberapa jenis bakteri *Coliform* membutuhkan gula dalam bentuk monosakarida sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Salah satu contohnya adalah bakteri *enterobacter* yang membutuhkan glukosa sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Namun dalam konsentrasi yang tinggi, gula dapat bersifat sebagai senyawa antimikroba. Oleh karena itu, beberapa makanan yang memiliki kandungan gula yang sangat tinggi akan lebih tahan dari kontaminasi bakteri. Sehingga dapat memperpanjang umur simpan atau *expire date*. Pengujian kadar

Gula dalam sampel es krim ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kualitas produk es krim berdasarkan standar SNI No. 01-3713. 1995.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kadar Gula

No	Jenis Sampel Es Krim	Standar SNI Es Krim No.01-3713. 1995	Hasil (%)
1	Sampel A	Minimal 8,0%	15,09
2	Sampel B		18,77
3	Sampel C		13,78

Dari Tabel 10 di atas dapat dilihat bahwa ketiga jenis es krim yang digunakan sebagai sampel, masuk ke dalam standar SNI No. 01-3713. 1995. Spesifikasi standar SNI Es Krim No. 01-3713. 1995 dapat dilihat pada Lampiran 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel es krim yang diuji masih mengandung kadar gula yang tinggi. Adanya bakteri *Coliform* yang terkandung di dalam sampel, tidak mempengaruhi kualitas kadar gula pada sampel es krim. Bahkan kandungan kadar gula yang tinggi pada sampel B, mampu menurunkan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan pada hari ke 5. Dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 7. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa, kadar gula ketiga sampel es krim sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan hasil jumlah bakteri *Coliform* yang ditambahkan ke dalam sampel es krim sebesar 2400 sel/ml. Proses pendinginan dengan perbedaan suhu penyimpanan ($-20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) dan ($-35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$) menunjukkan hasil yang sama baik sampel industri maupun sampel pasar. Hal tersebut menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang optimum adalah -20°C , karena lebih hemat energi. Sampel berjenis *water ice* mengalami penurunan jumlah bakteri *Coliform* secara signifikan di hari ke 5 dari 2400 sel/ml turun menjadi 3 sel/ml, dengan persentase efektifitas sebesar 99,88%. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu atau lama penyimpanan yang optimum untuk es krim jenis *water ice* adalah 5 hari. Sedangkan untuk sampel es krim jenis lain tidak mengalami penurunan. Hasil pengujian tambahan seperti uji organoleptik, uji kadar lemak, uji kadar total padatan, uji kadar logam Pb dan As, uji kadar Protein, dan uji kadar gula, semua pengujian sesuai dengan standar SNI No. 01-3713. 1995.

5.2. Saran

- Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang lama penyimpanan optimum, disarankan untuk melakukan penelitian selama lebih dari 30 hari.
- Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penambahan jenis sampel es krim lainnya.

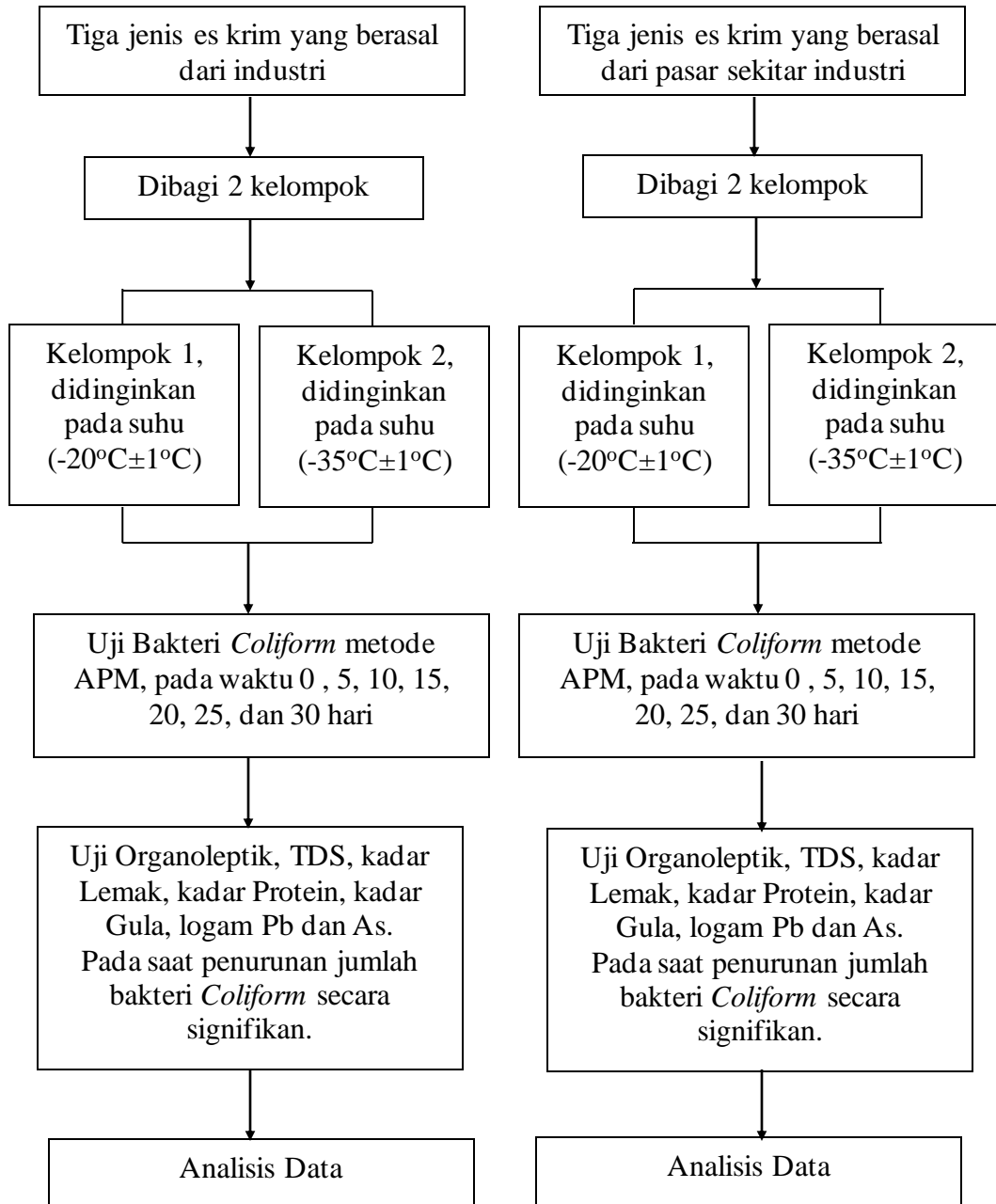
DAFTAR PUSTAKA

- Acton, Q.A., 2013. *Advances in Gammaproteobacteria Reasearch and Application* 2013th ed., Scholarly Edition, 2013.
- Arbuckle, W.S. 1977. *Ice Cream Third Edition*. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Arnia, dan Efrida, 2013. *Identifikasi Kontaminasi Bakteri Coliform pada Daging Sapi Segar yang Dijual di Pasar Sekitar Kota Bandar Lampung*. Medical Journal of Lampung University.43-50.
- Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Batt, C.A., 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology* 2nd ed. C. of A. P. F. Microbiology, ed., Academic Press.
- Belitz, H. D. dan Grosch, W. 1987. *Food Chemistry 2nd Ed*. Heidelberg: Spring Verlag.
- Champbell, J. R. and R. T. Marshall. 1975. *The Science of Providing Milk for Men*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Destrosier, N. W. and Tessler, D. K. 1977. *Fundamental of Food Freezing*. New York: The AVI Publishing Co. Inc.
- Eckles, C. H., W. B. Combs, And H. Macy. 1980. *Milk and Milk Products*. New York: Mc Graw Hill Co. Inc.
- Friberg, S. E. and K. Larsson. 1997. *Food Emulsions 3th Edition, Rivesed and Expanded*. New York: Marcell Dekker.
- Furia, E. 1968. *CRC Handbook of Food Science, 2nd edition Vol.1*. New York: CRC Press.
- Gaspertsz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Goff, H. D. 2000. *Controlling Ice Cream Structure by Examining Fat Protein Interactions*. Australia: J. Dairy Technology.
- Harris, A. 2011. *Pengaruh Substitusi Ubi Jalar (Ipomea batatas) dengan Susu Skim Terhadap Pembuatan Es Krim*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Herschdoerfer. 1986. *Quality Control in The Food Industry 2nd edition*. London: Academic Press.

- Idris, S. 1992. *Pengantar Teknologi Pengolahan Susu, Animal Husbandary Project*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Knechtges, P.L., 2011. *Food Savety Teory and Practice*, East Carolina : University, Jones & Bartlett.
- Marshall, R. T. and W. S. Arbuckle. 1996. *Ice Cream, 5th edition*. New York: International Thomson Publishing.
- Jenie, Betty S. L. & Srikandi Fardiaz. 1989. *Uji sanitasi dalam industri pangan*. Bogor : UPT Produksi Media Informasi IPB.
- Komala, Oom. 2015. *Mikrobiologi*. Bogor : Khalifah Mediatama.
- Potter, N. N. 1986. *Food Science*. West Port: The AVI Publishing Co. Inc.
- Putri, Aprilia M. 2018. Identifikasi Keberadaan Bakteri Coliform dan Total Mikroba dalam Es Dung-dung di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Media Gizi Indonesia* vol.13 no.1 hlm.41-48, Januari-Juni 2018.
- Raharja, Bryan. 2018. Efek Iradiasi Gamma dan Penyimpanan Dingin terhadap Total Mikroorganisme dan Daya Patah Kwetiau. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* vol.14 no.1 Juni 2018.
- Rahayu, W. P. & C. C. Nurwitri. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor : IPB Press.
- SNI No. 01-3713. 1995. *Es Krim*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tressler, D. K., W. B. Van Arsdel, dan M. J. Cpley. 1968. *The Freezing Preservation of Food*. Westport: The AVI Publishing Company. Inc.
- Treyens, C., 2009. Bacteria And Private Wells. , pp.19–22.
- Walstra, P. and R. James. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Wardhani, Sri M. D. 2016. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphilococcus Aureus pada Makanan Sosis Siap Santap di Medan. *Tesis Magister fakultas kesehatan masyarakat*.
- Webb, B. H., A.H. Johnson, and J.A. Alford. 1980. *Fundamental of Dairy Chemistry, 2nd edition*. Westport: The AVI Publishing Co. Inc.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pusaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Metode Penelitian



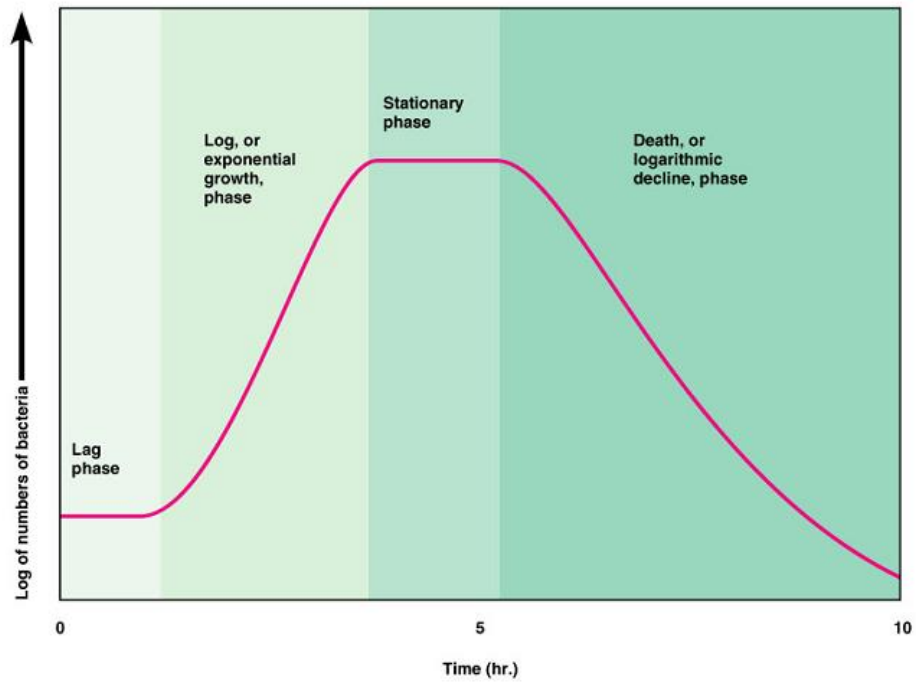
Lampiran 2. Tabel SNI Es Krim No. 01-3713. 1995

NO	KRITERIA UJI	SATUAN	PERSYARATAN
1	Keadaan		
	1.1 Penampakan	-	Normal
	1.2 Bau	-	Normal
	1.3 Rasa	-	Normal
2	Lemak	% b/b	Minimal 5,0
3	Gula	% b/b	Minimal 8,0
4	Protein	% b/b	Minimal 2,7
5	Jumlah Padatan	% b/b	Minimal 3,4
6	Bahan Tambahan Makanan		
	6.1 Pewarna Tambahan	Sesuai SNI 01-0222-1995	Sesuai SNI 01-0222-1995
	6.2 Pemanis Buatan	-	Negatif
	6.3 Pemantap dan Pengemulsi	Sesuai SNI 01-0222-1995	Sesuai SNI 01-0222-1995
7	Cemaran Logam		
	7.1 Timbal (Pb)	mg/Kg	Maksimum 1,0
	7.2 Tembaga (Cu)	mg/Kg	Maksimum 20,0
	7.3 Arsen (As)	mg/Kg	Maksimum 0,5
8	Cemaran Mikroba		
	8.1 Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maksimum $2,0 \times 10^5$
	8.2 MPN Coliform	APM/g	3
	8.3 Salmonella	Koloni/25g	Negatif
	8.4 Listeria	Koloni/25g	Negatif

Lampiran 3. Tabel APM/MPN

Jumlah Tabung Positif			(MPN/APM) /g atau /ml	Jumlah Tabung Positif			(MPN/APM) /g atau /ml
10.1	10.2	10.3		10.1	10.2	10.3	
0	0	0	3	2	0	0	9
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6	2	1	1	20
0	1	2	9	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6	2	2	0	21
0	2	1	9	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	4	3	0	0	23
1	0	1	7	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7	3	1	0	45
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160
1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29	3	3	3	2400

Lampiran 4. Kurva Pertumbuhan Bakteri



Lampiran 5. Form Uji Segitiga (*Triangle*) Es Krim

UJI Segitiga (*Triangle*)

Tanggal :

Sampel : Es Krim Stik

Nama Panelis :

Jenis Kelamin :

Usia :

Instruksi :

1. Di antara 3 sampel yang tersedia, 2 sampel merupakan sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Manakah sampel yang berbeda menurut Anda?
2. Amatilah sampel satu persatu sesuai urutan dari kiri ke kanan.
3. Setiap selesai mengamati berikan penilaian Anda dengan memberikan Tanda check list (\surd). Aspek yang dinilai meliputi parameter Warna dan Aroma.
4. JANGAN membandingkan tingkat kesukaan antara sampel yang satu dengan sampel lainnya.
5. Setelah selesai berikan Form penilaian Anda pada penguji.

Kode Sampel	Beri Tanda (\surd) Pada Sampel Yang Berbeda

Lampiran 6. Foto Sampel Es krim



SAMPEL A1/A2/X1/X2



SAMPEL B1/B2/Y1/Y2

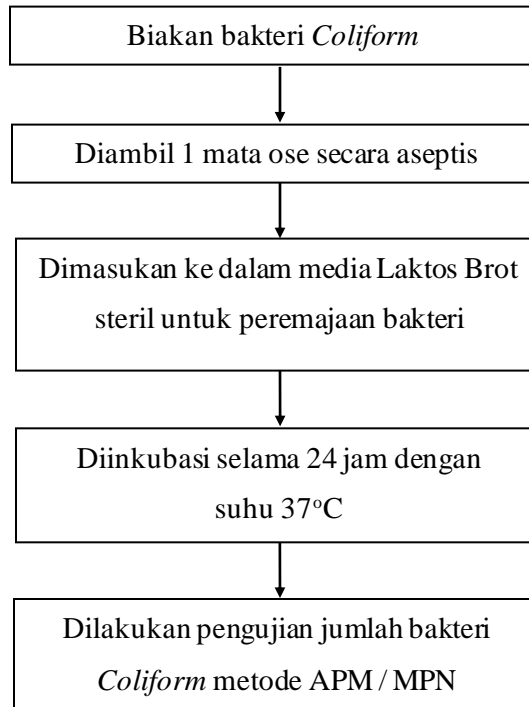


SAMPEL C1/C2/Z1/Z2

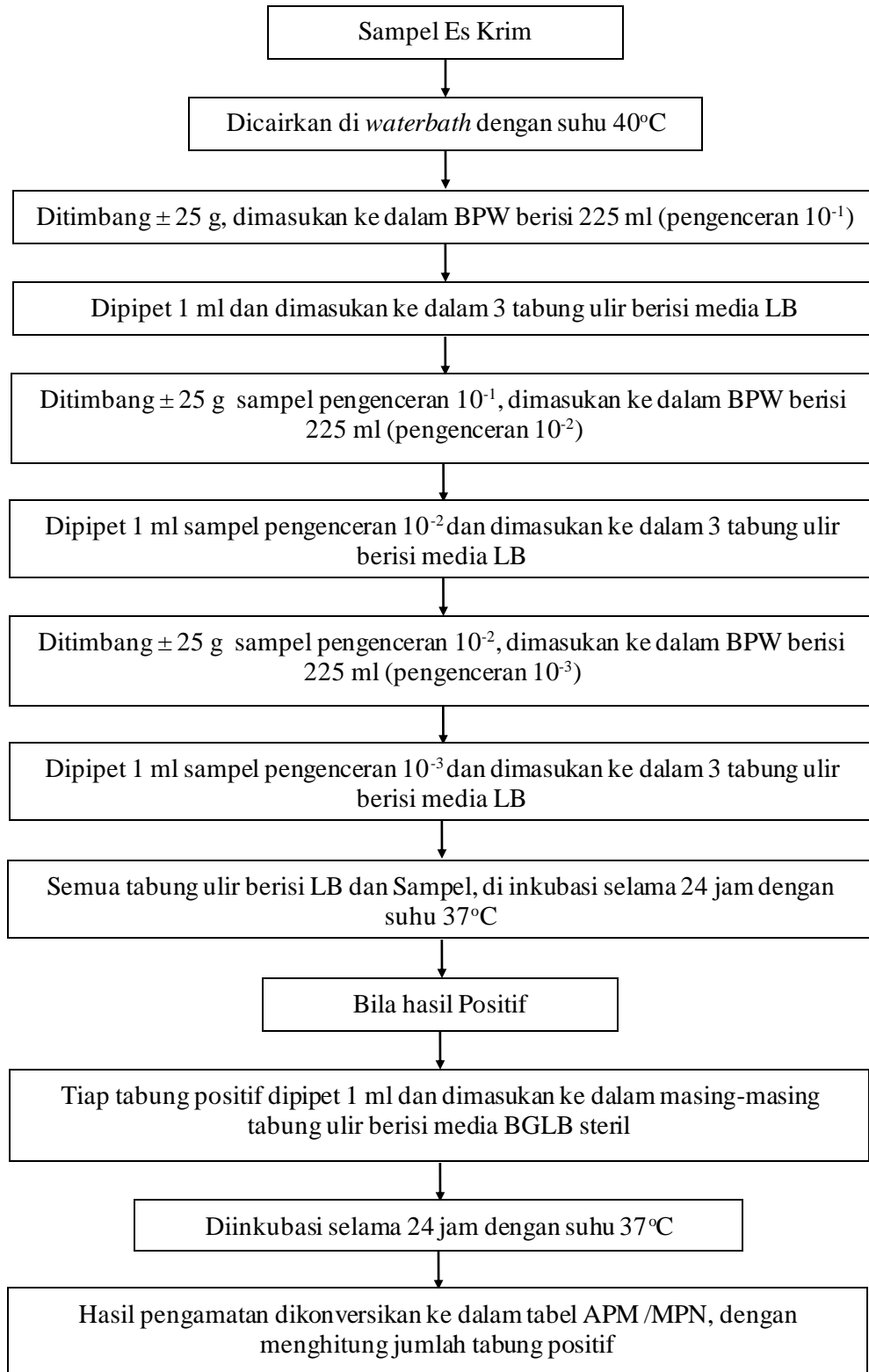
Lampiran 7. Tabel komposisi sampel es krim

NO	KOMPONEN	MILK ICE (STIK)	WATER ICE (STIK)	MILK ICE (CUP)	SHERB ET (STIK)	ICE CREAM (CONE)
1	Air	72,310 %	80,560 %	69,445 %	75,203 %	63,795 %
2	Lemak	3,800 %	-	3,900 %	3,000 %	8,300 %
3	Pemanis	14,000 %	19,000 %	14,200 %	16,000 %	12,000 %
4	Penstabil	0,450 %	0,030 %	0,450 %	0,450 %	0,600 %
5	Pengemulsi	0,300 %	0,030 %	0,060 %	0,060 %	0,100 %
6	Pewarna	-	0,002 %	0,005 %	0,007 %	-
7	Perasa	0,040 %	0,130 %	0,100 %	0,180 %	0,105 %
8	Pengasam	-	0,260 %	-	-	-
9	Garam	0,100 %	-	0,040 %	0,100 %	-
10	Bahan kering susu tanpa lemak	9,000 %	-	11,800 %	5,000 %	15,100 %

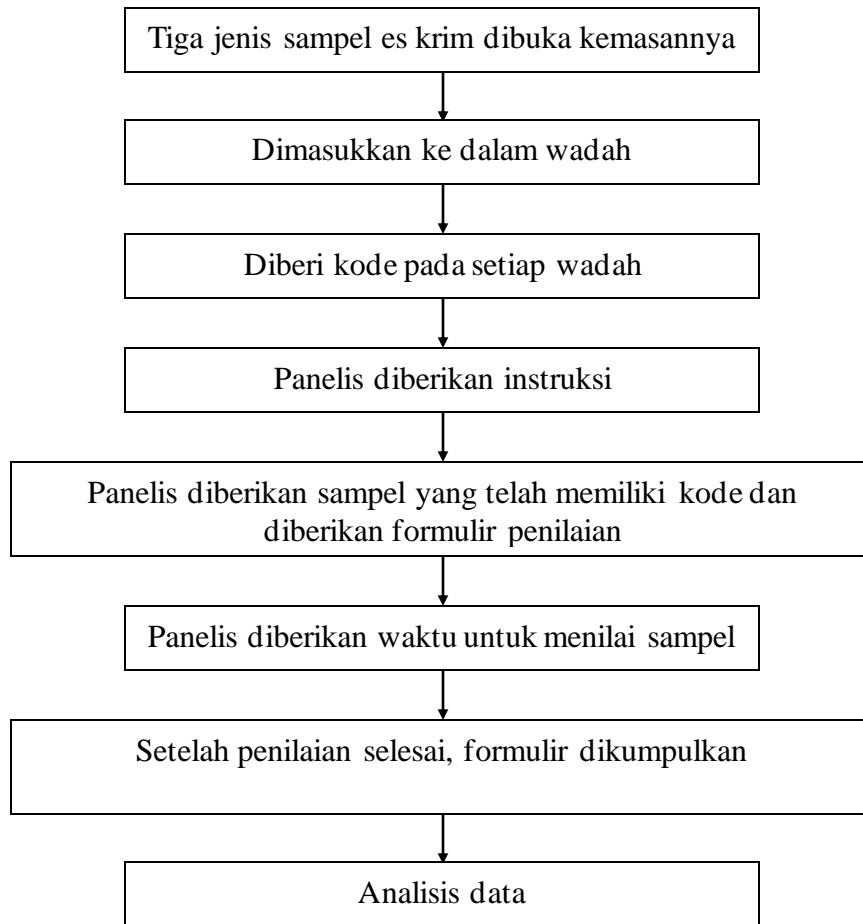
Lampiran 8. Diagram Pembuatan Suspensi Bakteri Coliform



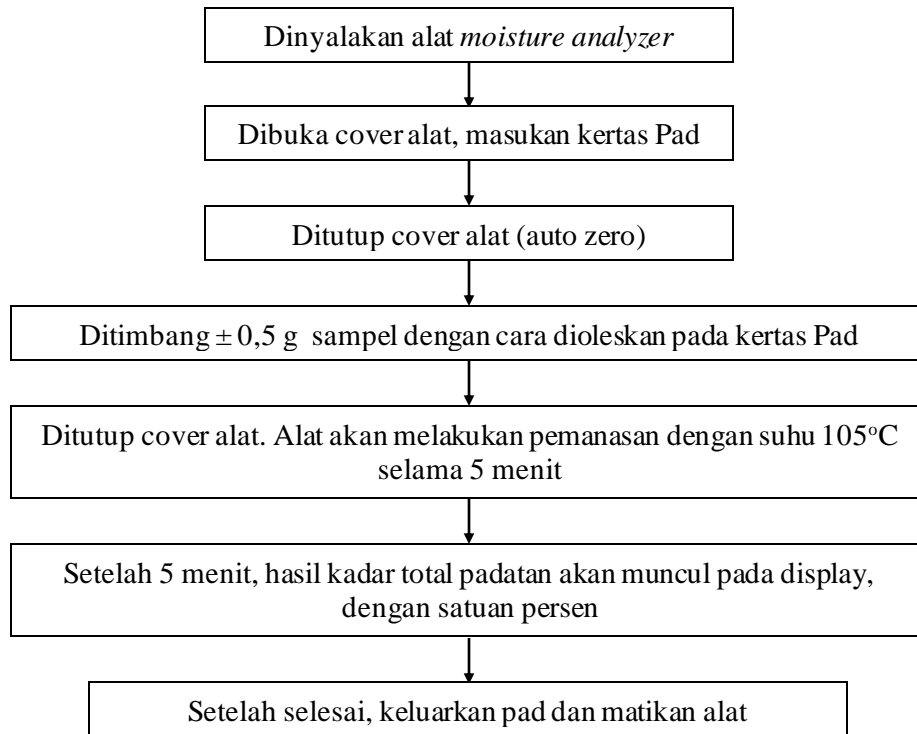
Lampiran 9. Diagram Pengujian Bakteri Coliform Metode APM/MPN



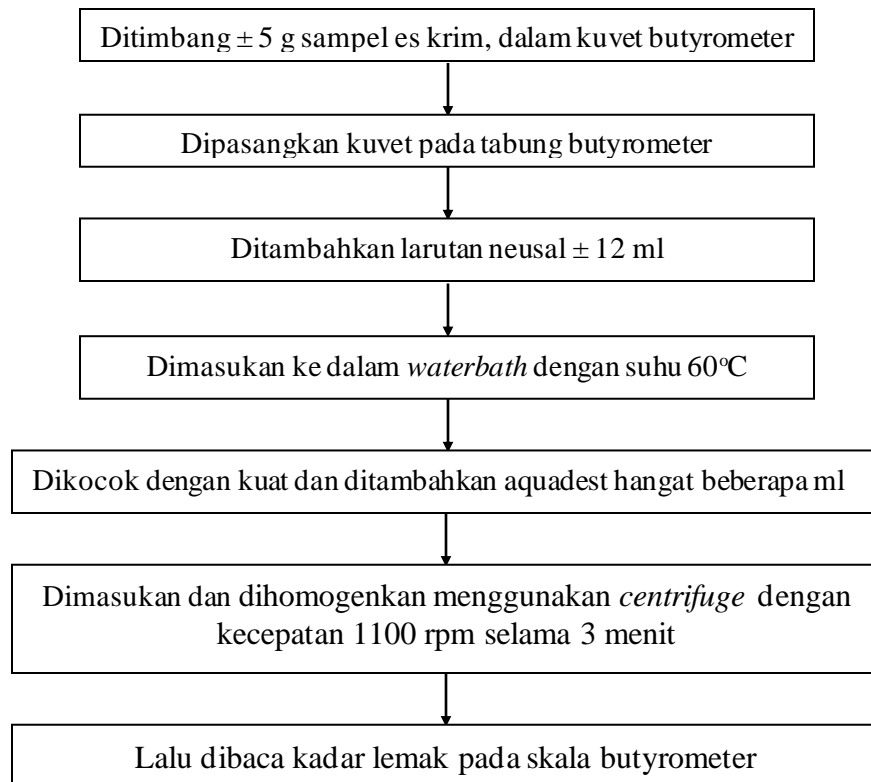
Lampiran 10. Diagram Pengujian Organoleptik



Lampiran 11. Diagram Pengujian Total Padatan

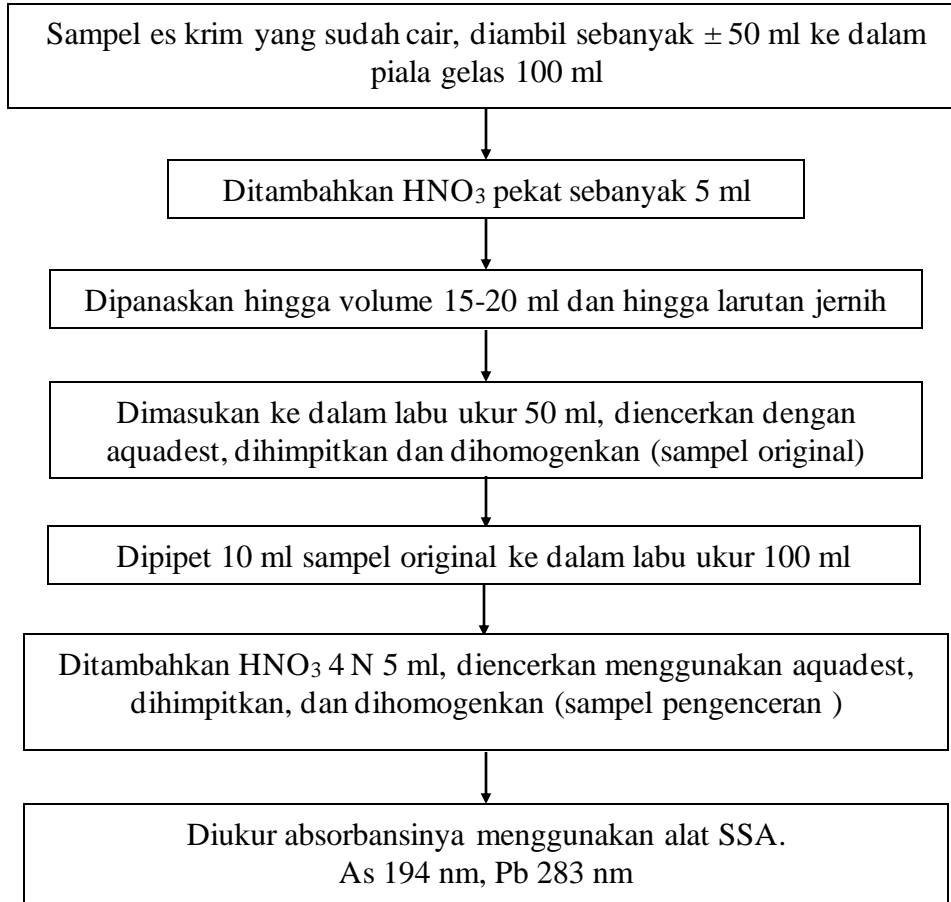


Lampiran 12. Diagram Pengujian Kadar Lemak cara Gerber

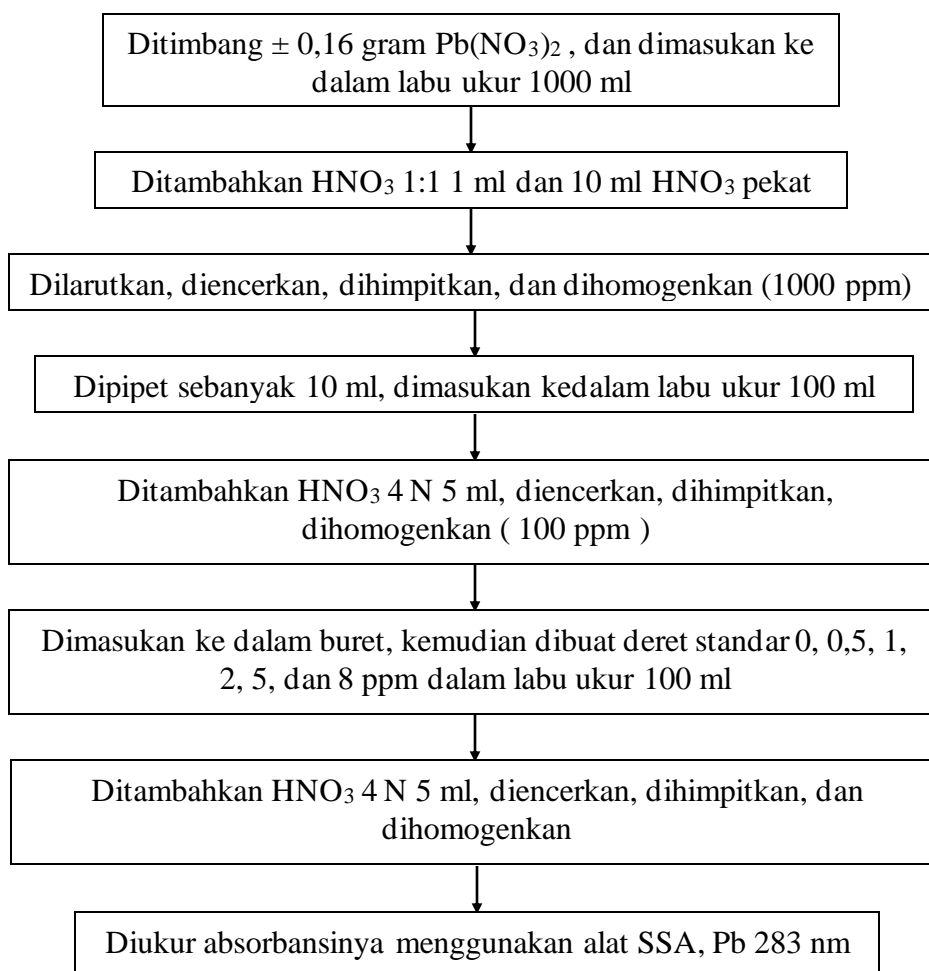


Lampiran 13. Diagram Pengujian Kadar Logam Pb dan As

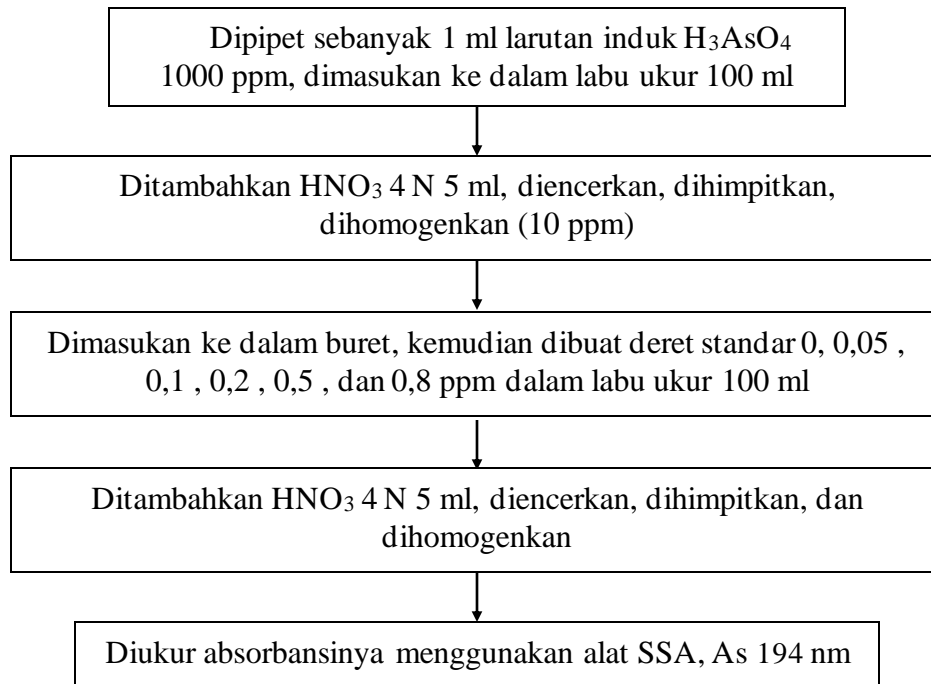
A.PREPARASI SAMPEL



B. PEMBUATAN LARUTAN INDUK Pb 100 ppm DAN DERET STANDAR Pb

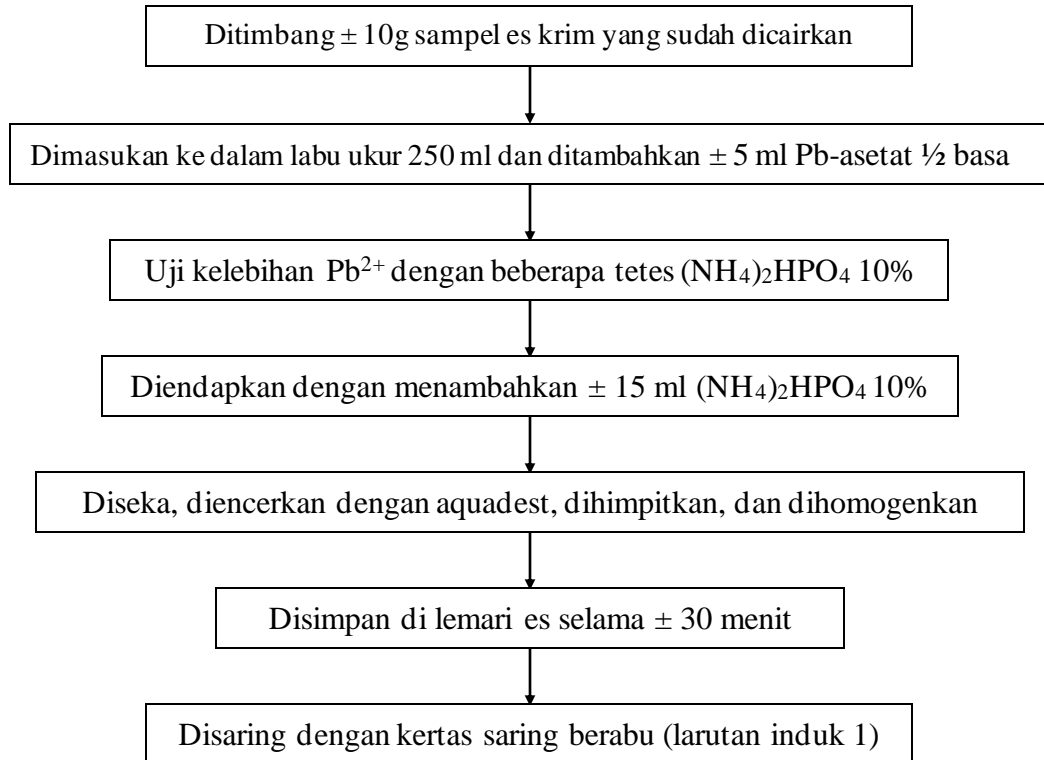


C.PEMBUATAN LARUTAN INDUK As 10 ppm DAN DERET STANDAR As

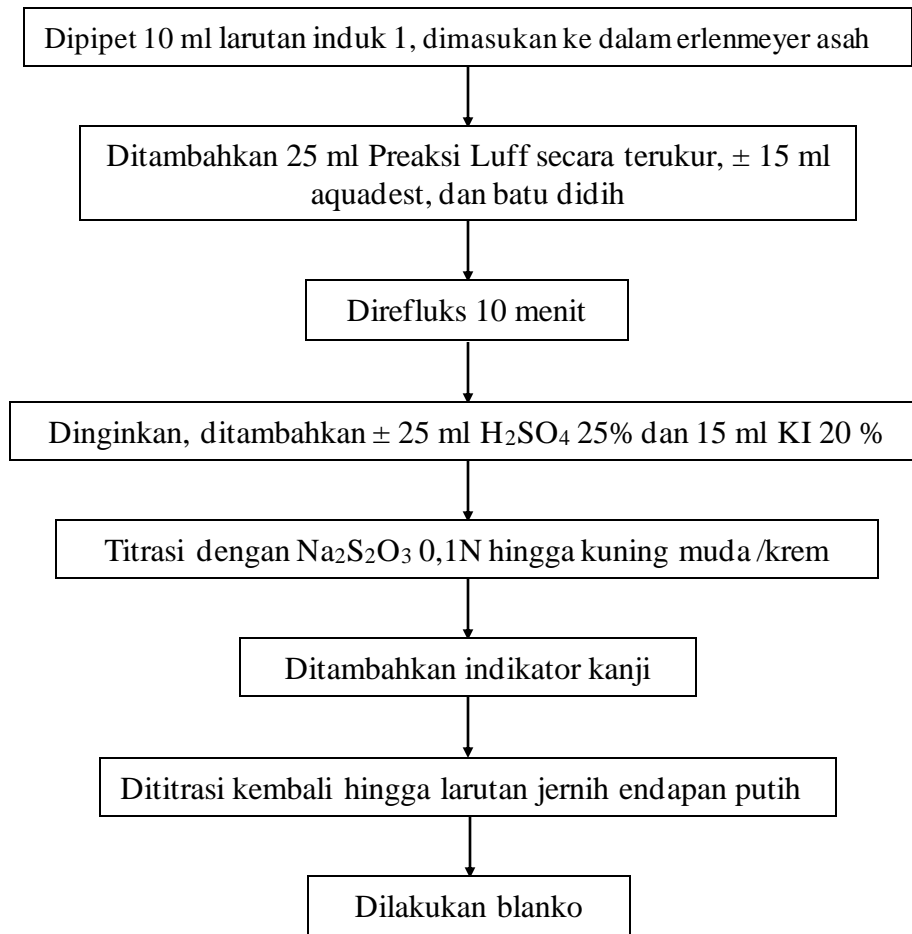


Lampiran 14. Diagram Pengujian Kadar Gula

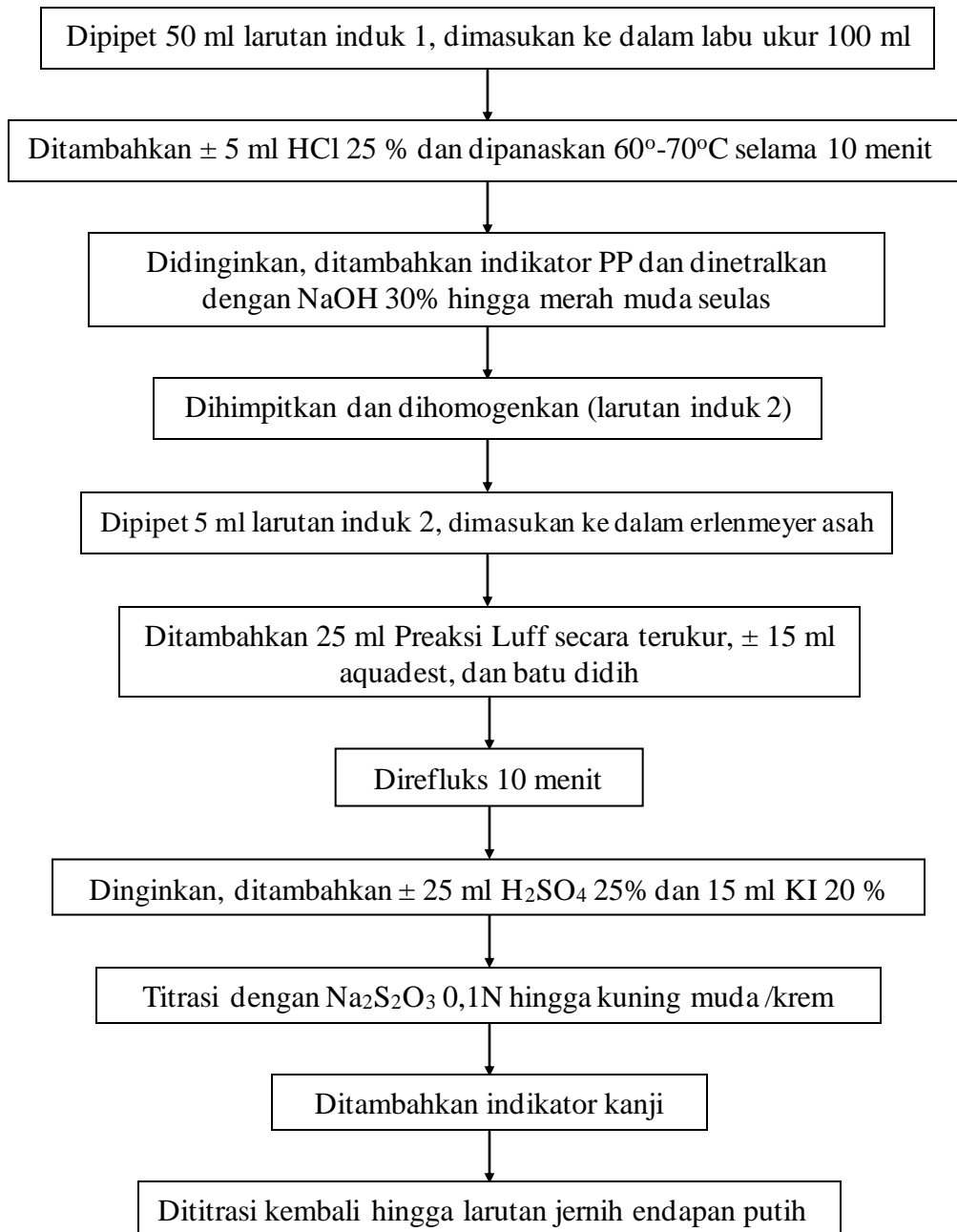
A.PREPARASI SAMPEL



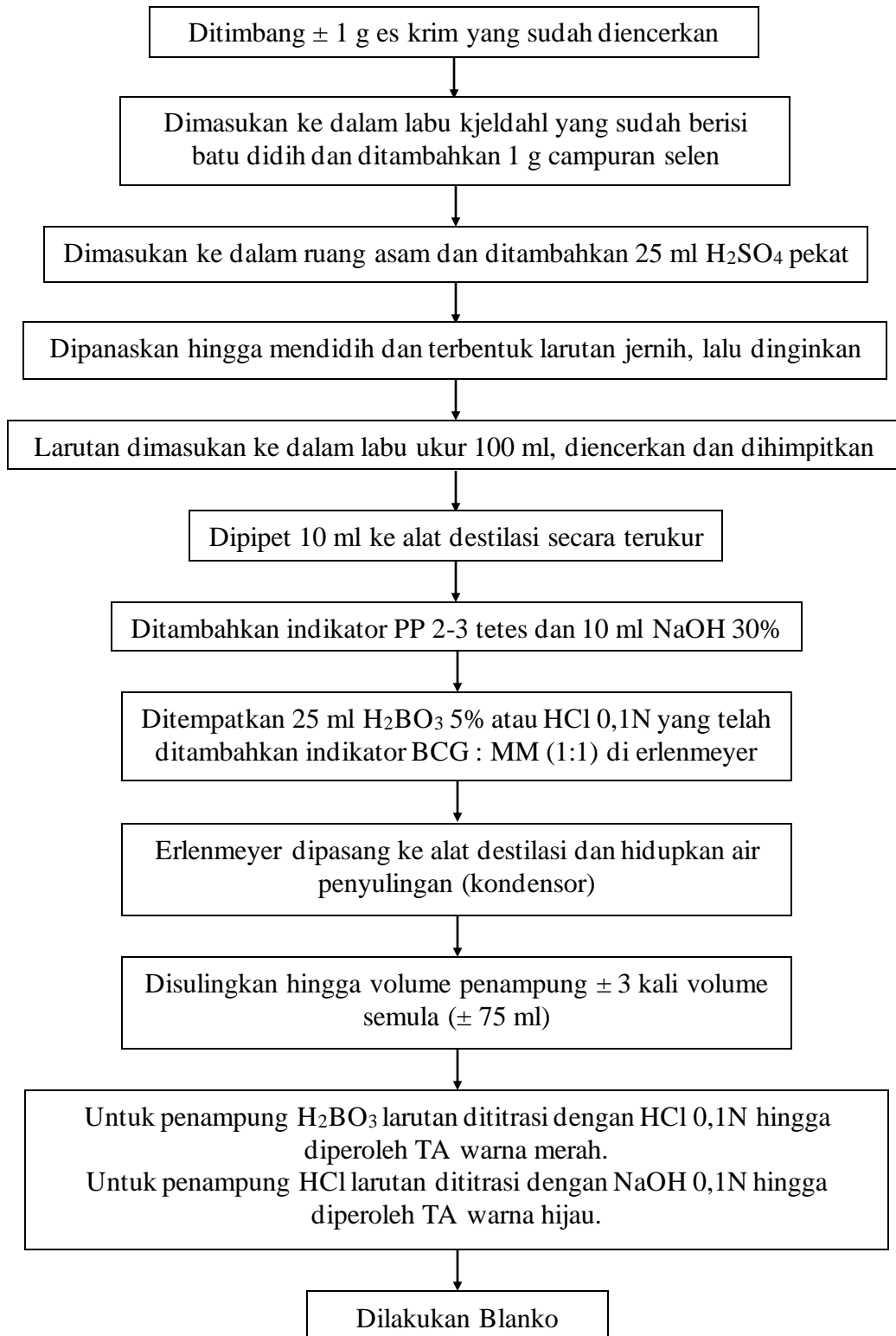
B.KADAR GULA SEBELUM INVERSI



C.KADAR GULA SETELAH INVERSI



Lampiran 15. Diagram Pengujian Kadar Protein



Lampiran 16. Tabel Luff-Schorl

ML $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Glukosa	Galaktosa	Laktosa	Maltose
1	2,4	2,7	3,6	3,9
2	4,8	5,5	7,3	7,8
3	7,2	8,3	11,0	11,7
4	9,7	11,2	14,7	15,6
5	12,2	14,1	18,4	19,6
6	14,7	17,0	22,1	23,5
7	17,2	20,0	25,8	27,5
8	19,8	23,0	29,5	31,5
9	22,4	26,0	33,2	35,5
10	25,0	29,0	37,0	39,5
11	27,6	32,0	40,8	43,5
12	30,0	35,0	44,6	47,5
13	33,0	38,1	48,4	51,6
14	35,7	41,2	52,2	55,7
15	38,5	44,4	56,0	59,8
16	41,3	47,6	59,9	63,9
17	44,2	50,8	63,8	68,0
18	47,1	54,0	67,7	72,2
19	50,0	57,3	71,7	76,5
20	52,1	60,7	75,7	80,9
21	56,1	64,2	79,8	85,4
22	59,1	67,7	83,9	90,0
23	62,2	71,3	88,0	94,6

Sumber : Standard Industri Indonesia, Departemen Perindustrian Republik Indonesia (1975)

Lampiran 17. Data Perhitungan

Pengujian Kadar Protein

1. Kadar Protein Es Krim *Fruit Sherbet*

Bobot Sampel = 1,0294 g Bobot Selen = 1,1450 g

$$\text{Volume Sampel} = \frac{0,75 \text{ ml} + 0,65 \text{ ml}}{2} = 0,70 \text{ ml}$$

Faktor Pengenceran = $100/10 = 10$ N HCl = 0,0963 N

Faktor Konversi = jumlah rata-rata N dalam pangan 16% = $100/16 = 6,25$

$$\% \text{ N} = \frac{Vp \times Np \times Fp \times Bst \text{ N}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ N} = \frac{0,70 \times 0,0963 \times 10 \times 14}{1029,4} \times 100\% = 0,92\%$$

$$\% \text{ Protein} = 0,92 \times 6,25 = 5,73 \%$$

2. Kadar Protein Es Krim *Milk Ice*

Bobot Sampel = 1,0282 g Bobot Selen = 1,1242 g

$$\text{Volume Sampel} = \frac{1,25 \text{ ml} + 1,15 \text{ ml}}{2} = 1,20 \text{ ml}$$

Faktor Pengenceran = $100/10 = 10$ N HCl = 0,0963 N

Faktor Konversi = jumlah rata-rata N dalam pangan 16% = $100/16 = 6,25$

$$\% \text{ N} = \frac{Vp \times Np \times Fp \times Bst \text{ N}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ N} = \frac{1,20 \times 0,0963 \times 10 \times 14}{1028,2} \times 100\% = 1,57\%$$

$$\% \text{ Protein} = 1,57\% \times 6,25 = 9,82 \%$$

Pengujian Kadar Gula

1. Kadar Gula Total (Setelah Inversi) Es Krim *Fruit Sherbet*

Bobot Sampel = 10,6231 g = 10623,1 mg

Volume Blanko = 29,10 ml N Tio = 0,0954 N

$$\text{Volume Sampel} = \frac{21,85 \text{ ml} + 21,95 \text{ ml}}{2} = 21,90 \text{ ml}$$

$$\text{Faktor Pengenceran} = \frac{250}{50} \times \frac{100}{5} = 100$$

$$\text{Faktor Konversi} = \frac{Mr \text{ Sukrosa}}{Mr \text{ Glukosa} + Mr \text{ Fruktosa}} = \frac{342}{180 + 180} = \frac{342}{360} = 0,95$$

$$Vp = (V_{\text{blanko}} - V_{\text{sampel}})$$

$$V_p \times N_p = V_{Tio\ 0,1} \times N_{Tio\ 0,1}$$

$$V_{Tio\ 0,1} = \frac{V_p \times N_p}{N_{Tio\ 0,1}}$$

$$V_{Tio\ 0,1} = \frac{(29,10\ ml - 21,90\ ml) \times 0,0954\ N}{0,1} = 6,87\ ml\ Tio$$

6	14,7
6,87	X
7	17,2

$$\frac{6,87 - 6}{7 - 6} = \frac{x - 14,7}{17,2 - 14,7}$$

$$\frac{0,87}{1} = \frac{x - 14,7}{2,5}$$

$$x - 14,7 = 2,175$$

$$x = 16,88\ mg\ Glukosa$$

$$\% Gula = \frac{mg\ Glukosa \times F_p}{mg\ Sampel} \times 100\%$$

$$\% Gula = \frac{16,88 \times 100}{10623,1} \times 100\% = 15,89\ \%$$

$$\% Gula\ Total = 15,89\ \% \times F_k = 15,89 \times 0,95 = 15,09\ \%$$

2. Kadar Gula Total (Setelah Inversi) Es Krim *Water Ice*

$$\text{Bobot Sampel} = 10,5999\ g = 10599,9\ mg$$

$$\text{Volume Blanko} = 29,10\ ml \quad N_{Tio} = 0,0954\ N$$

$$\text{Volume Sampel} = \frac{20,30\ ml + 20,15\ ml}{2} = 20,25\ ml$$

$$\text{Faktor Pengenceran} = \frac{250}{50} \times \frac{100}{5} = 100$$

$$\text{Faktor Konversi} = \frac{Mr\ Sukrosa}{Mr\ Glukosa + Mr\ Fruktosa} = \frac{342}{180 + 180} = \frac{342}{360} = 0,95$$

$$V_p = (V_{blanko} - V_{sampel})$$

$$V_p \times N_p = V_{Tio\ 0,1} \times N_{Tio\ 0,1}$$

$$V_{Tio\ 0,1} = \frac{V_p \times N_p}{N_{Tio\ 0,1}}$$

$$V_{Tio\ 0,1} = \frac{(29,10\ ml - 20,25\ ml) \times 0,0954\ N}{0,1} = 8,44\ ml\ Tio$$

8	19,8
8,44	X
9	22,4

$$\frac{8,44 - 8}{9 - 8} = \frac{x - 19,8}{22,4 - 19,8}$$

$$\frac{0,44}{1} = \frac{x - 19,8}{2,6}$$

$$x - 19,8 = 1,14$$

$$x = 20,94 \text{ mg Glukosa}$$

$$\% \text{ Gula} = \frac{\text{mg Glukosa} \times Fp}{\text{mg Sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Gula} = \frac{20,94 \times 100}{10599,9} \times 100\% = 19,75 \%$$

$$\% \text{ Gula Total} = 19,75 \% \times Fk = 19,75 \times 0,95 = 18,77 \%$$

3. Kadar Gula Total (Setelah Inversi) Es Krim *Milk Ice*

$$\text{Bobot Sampel} = 10,6497 \text{ g} = 10649,7 \text{ mg}$$

$$\text{Volume Blanko} = 29,10 \text{ ml} \quad N_{\text{Tio}} = 0,0954 \text{ N}$$

$$\text{Volume Sampel} = \frac{22,40 \text{ ml} + 22,60 \text{ ml}}{2} = 22,50 \text{ ml}$$

$$\text{Faktor Pengenceran} = \frac{250}{50} \times \frac{100}{5} = 100$$

$$\text{Faktor Konversi} = \frac{Mr \text{ Sukrosa}}{Mr \text{ Glukosa} + Mr \text{ Fruktosa}} = \frac{342}{180+180} = \frac{342}{360} = 0,95$$

$$V_p = (V_{\text{blanko}} - V_{\text{sampel}})$$

$$V_p \times N_p = V_{\text{Tio } 0,1} \times N_{\text{Tio } 0,1}$$

$$V_{\text{Tio } 0,1} = \frac{V_p \times N_p}{N_{\text{Tio } 0,1}}$$

$$V_{\text{Tio } 0,1} = \frac{(29,10 \text{ ml} - 22,50 \text{ ml}) \times 0,0954 \text{ N}}{0,1} = 6,30 \text{ ml Tio}$$

6	14,7
6,30	X
7	17,2

$$\frac{6,30 - 6}{7 - 6} = \frac{x - 14,7}{17,2 - 14,7}$$

$$\frac{0,30}{1} = \frac{x - 14,7}{2,5}$$

$$x - 14,7 = 0,75$$

$$x = 15,45 \text{ mg Glukosa}$$

$$\% \text{ Gula} = \frac{\text{mg Glukosa} \times Fp}{\text{mg Sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Gula} = \frac{15,45 \times 100}{10649,7} \times 100\% = 14,51 \%$$

$$\% \text{ Gula Total} = 14,51 \% \times Fk = 14,51 \times 0,95 = 13,78 \%$$

Perhitungan Persen Efektifitas

$$\% \text{ Efektifitas} = \frac{\Sigma 0 - \Sigma A}{\Sigma 0} \times 100\%$$

$$\% \text{ Efektifitas} = \frac{2400 - 3}{2400} \times 100\% = 99,88\%$$