

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Bakteri *coliform*

Coliform adalah golongan bakteri yang merupakan campuran antara bakterifecal dan bakteri non fecal. Prinsip penentuan angka bakteri *coliform* adalah bahwa adanya pertumbuhan bakteri *coliform* yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung durham, setelah diinkubasikan pada media yang sesuai (Andrian *et al.*, 2014).

Bakteri *coliform* adalah jenis bakteri yang menjadi indikator adanya pencemaran oleh kotoran dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk hasil olahan. Adanya bakteri *coliform* dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat enteropatogenik atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan.

Bakteri coliform dibedakan menjadi dua golongan yaitu:

- 1) *Coliform* Fecal merupakan bakteri yang berasal dari kotoran manusia maupun hewan. Misalnya *Escherchia coli*
- 2) *Coliform* Non-Fecal merupakan bakteri yang biasa ditemukan pada hewan atau tanaman-tanaman yang telah mati. Misalnya *Enterobacter aerogenes* (Irianto, 2013).

Coliform disebut juga *Enterobacteriaceae* yang merupakan bakteri batang gram negati fenterik dan heterogen. Habitat alaminya disaluran pencernaan manusia dan hewan. Memiliki banyak genus seperti *Escherchia*, *Shigela*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Proteus* dan lain-lain. Beberapa bakteri seperti *Escherchia coli* dapat menyebabkan penyakit, *Salmonella* dan *Shigela* juga bersifat patogen yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia.

1) *Escherichia coli*

Klasifikasi *Escherichia coli* secara ilmiah:

Kingdom : *Bacteria*
Filum : *Proterobacteria*
Ordo : *Eubacteriales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Kelas : *Gammaproteobacteria*
Genus : *Escherichia*
Spesies : *Escherichia coli* (Kurniawan, 2018)



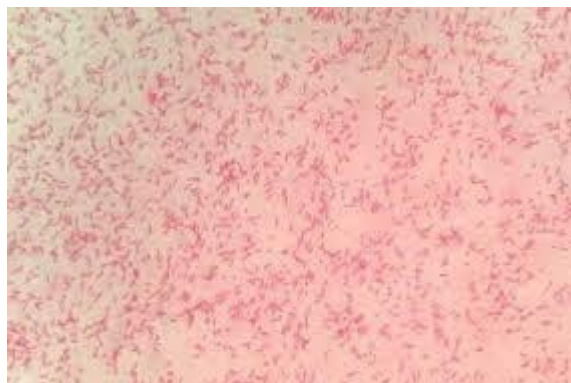
Gambar 2.1 *Escherichia coli*
(Sumber: Lalita *et al.*, 2015)

Escherichia coli termasuk bakteri Gram negatif, motil, tidak membentuk spora, berbentuk batang bulat, fakultatif anaerobik. *Escherichia coli* adalah bakteri yang terdapat dalam usus sebagai komersial dan saling menguntungkan tuan rumah. *Escherichia coli* membantu pembusukan terhadap sisa-sisa zat makanan dan dapat juga membuat sintesa vitamin K (pencegah pembekuan darah). Walaupun *Escherichia coli* digolongkan dalam bakteri komersial, dalam keadaan tertentu dapat menyebabkan infeksi sekunder, seperti infeksi saluran kemih.

2) *Salmonella sp*

Klasifikasi *Salmonella sp* secara ilmiah:

- Kingdom : *Bacteria*
 - Filum : *Proteobacteria*
 - Class : *Gamma proteobacteria*
 - Ordo : *Enterobacteriales*
 - Famili : *Enterobacteriaceae*
 - Genus : *Salmonella*
 - Spesies :
- *Salmonella typhi*
 - *Salmonella choleraesuis*
 - *Salmonella enteritidis*



Gambar 2.2 *Salmonella sp*
(Sumber: Erina *et al.*, 2019)

Salmonella sp adalah suatu genus bakteri *Enterobacteria* gram negatif berbentuk batang yang menyebabkan tifoid, paratifoid dan penyakit *foodborne* (keracunan makanan). *Salmonella sp* merupakan bakteri batang gram negatif dan bersifat anaerob fakultatif. Tidak dapat meragikan laktosa dan sukrosa, tetapi dapat menghasilkan asam dan gas pada glukosa, maltosa dan mannit. Sebagian besar *Salmonella* dapat menghasilkan H_2S .

3) *Shigella sp*

Klasifikasi *Shigella sp* secara ilmiah:

- Kingdom : *Bacteria*
 - Filum : *Proteobacteria*
 - Class : *Gamma proteobacteria*
 - Ordo : *Enterobacteriales*
 - Famili : *Enterobacteriaceae*
 - Genus : *Shigella*
 - Spesies :
- *Shigella dysenteriae*
 - *Shigella flexneri*
 - *Shigella boydii*
 - *Shigella sonnei*



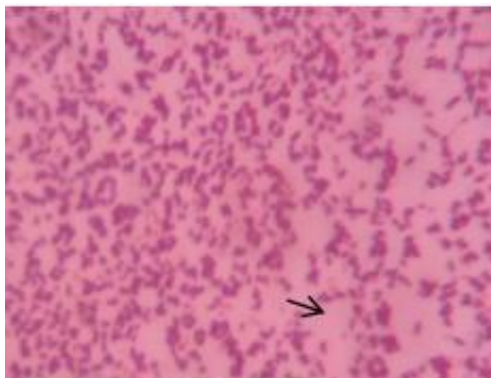
Gambar 2.3 *Shigella sp*
(Sumber: Dantje T. Sembel, 2015)

Shigella Sp adalah bakteri gram negatif batang berbentuk kokobasil ditemukan pada biakan. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerob tetapi tumbuh paling baik secara aerob. *Shigella Sp* menghasilkan toksin yang melepaskan lipopolisakarida, endotoksin ini kemungkinan yang berperan menimbulkan iritasi pada dinding usus dan menyebabkan penyakit disentri basiler (Jawetz *et al.*, 2010).

4) *Enterobacter sp*

Klasifikasi *Enterobacter sp* secara ilmiah:

- Kingdom : *Bacteria*
- Filum : *Proteobacteria*
- Class : *Gamma proteobacteria*
- Ordo : *Enterobacteriales*
- Famili : *Enterobacteriaceae*
- Genus : *Shigella*
- Spesies :
 - *Enterobacter cloacea*
 - *Enterobacter aerogenes*
 - *Enterobacter hafniae*
 - *Enterobacter liquefaciens*
 - *Enterobacter aglomerans*



Gambar 2.4 *Enterobacter sp*
(Sumber: Rina *et al.*, 2018)

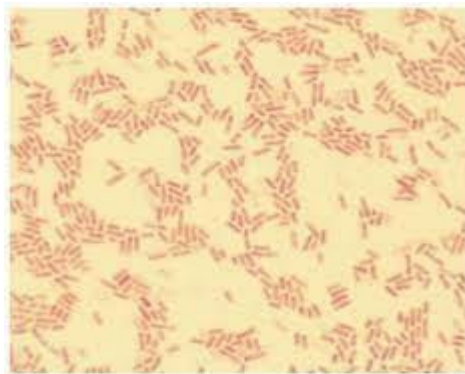
Enterobacter aerogenes termasuk dalam kelas *Enterobacteriaceae* yang merupakan bakteri anaerob fakultatif. Bakteri ini memiliki bentuk batang gram negatif, motil dan optimal tumbuh pada suhu 37°C. *Enterobacter* secara normal banyak dijumpai dalam saluran pencernaan manusia, hewan, sampah dan didalam air terutama air selokan.

Bakteri ini juga merupakan bakteri patogen oportunistik yang menyebabkan infeksi saluran kemih.

5) *Pseudomonas aeruginosa*

Klasifikasi *Pseudomonas aeruginosa* secara ilmiah:

- Kingdom : *Prokaryota*
- Filum : *Gracilicutes*
- Class : *Schizomycetes*
- Ordo : *Eubacteriales*
- Famili : *Pseudomonadaceae*
- Genus : *Pseudomonas*
- Spesies :
- *Pseudomonas aeruginosa*



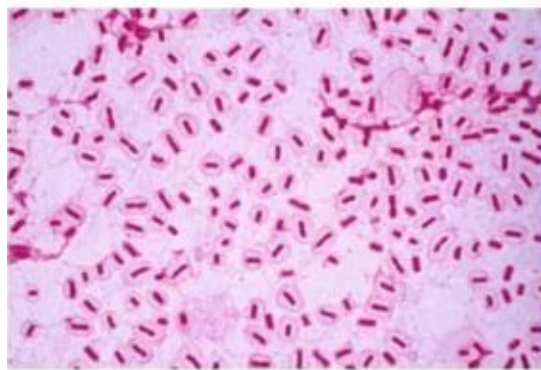
Gambar 2.5 *Pseudomonas aeruginosa*
(Sumber: Brooks *et al.*, 2013)

Genus *Pseudomonas aeruginosa* yang bergram negatif ini umumnya memiliki 2-3 flagel polar, dan terdapat lapisan lendir polisakarida ekstraselular bila tumbuhan pada perbenihan tanpa sukrosa. Struktur ekstra selular bila tumbuh pada perbenihan tanpa sukrosa. Struktur dinding sel sama dengan famili *Enterobacteriaceae*. Strain yang diisolasi dari bahan klinik sering mempunyai pili untuk perlekatan pada permukaan sel dan memegang peranan penting dalam resistensi terhadap fagositosis (Raharja, 2015).

6) *Klebsiella pneumoniae*

Klasifikasi *Klebsiella pneumoniae* secara ilmiah:

- Kingdom : *Bacteria*
- Filum : *Proteobacteria*
- Class : *Gamma proteobacteria*
- Ordo : *Enterobacteriales*
- Famili : *Enterobacteriaceae*
- Genus : *Klebsiella*
- Spesies :
- *Klebsiella pneumoniae*



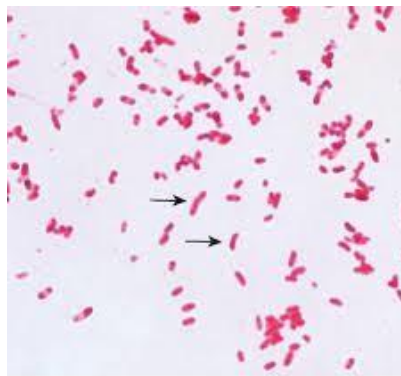
Gambar 2.6 *Klebsiella pneumonia*
(Sumber: Kuswiyanto, 2017)

Klebsiella pneumoniae memiliki kapsul namun tidak membentuk spora, tidak mempunyai flagella namun memiliki fimbriae (Paczosa *et al.*, 2016) sehingga mempunyai motilitas yang rendah (tidak motil) (Brooks *et al.*, 2012). Selain itu, *Klebsiella pneumoniae* memiliki membran sel yaitu membran plasma yang memiliki struktur sama dengan membran luar. Dinding sel dan membran sel membentuk rongga periplasma (Tortora *et al.*, 2010).

7) *Vibrio cholerae*

Klasifikasi *Vibrio cholerae* secara ilmiah:

- Kingdom : *Bacteria*
- Filum : *Proteobacteria*
- Class : *Gamma proteobacteria*
- Ordo : *Vibrionales*
- Famili : *Vibrionaceae*
- Genus : *Vibrio*
- Spesies :
- *Vibrio cholerae* (Meidira *et al.*, 2017)



Gambar 2.7 *Vibrio cholerae*
(Sumber: Jawetz *et al.*, 2012)

Vibrio cholerae adalah bakteri gram negatif berbentuk batang melengkung seperti koma, anaerob fakultatif, tidak membentuk spora, aktif bergerak (motil) dengan di ujung sel dan mempunyai selubung (Soedardo, 2015). *Vibrio cholerae* merupakan bakteri yang paling banyak ditemukan pada air di seluruh dunia. *Vibrio cholerae* dapat ditemukan di laut dan perairan dangkal (Jawetz *et al.*, 2012).

2.1.2 Es Krim

1) Pengertian Es Krim

Es krim merupakan produk susu beku yang dibuat dengan membekukan adonan. Es krim tersusun dari campuran bahan pangan seperti produk susu, bahan pemanis, stabilizer, bahan penambah citarasa dan telur. Es krim mempunyai rasa yang lezat, aromanya harum, warnanya menarik, dan teksturnya yang lembut. Komposisi rata-rata es krim yang baik adalah 12%, padatan susu bukan lemak (MSNF, singkatan dari “milk solid non fat”) 11%, gula 15%, stabilizer dan emulsifier 0,3% dan padatan total 38,3% (Aprilawati *et al.*, 2017).



Gambar 2.8 Es Krim Pot
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2) Manfaat Es Krim

Adapun manfaat es krim bagi kesehatan, yaitu:

a. Kaya kalsium

Es krim dibuat dengan susu yang kaya akan kalsium dan nutrisi untuk memperkuat tulang dan menaikkan energi tubuh.

b. Kaya vitamin

Es krim memiliki banyak kandungan vitamin A, D, K dan B12. Vitamin A baik untuk kesehatan mata, vitamin D untuk menyerap kalsium dan nutrisi dari makanan dan menyimpannya di ginjal. Vitamin K untuk meningkatkan aliran

darah dalam tubuh dan membuka sel darah yang tersumbat. Vitamin B12 untuk meningkatkan memori dan sistem saraf.

c. Mengandung protein

Es krim memiliki kandungan protein untuk membangun dan memperbaiki jaringan otot.

3) Pembuatan Es Krim

Es krim dibuat dengan cara:

- a. Susu direbus dan ditambahkan gula kemudian dimasak hingga mendidih
- b. Campur bahan-bahan seperti susu kental manis, tepung kanji, tepung maizena kedalam rebusan susu dan diaduk hingga merata.
- c. Masukkan adonan es krim yang sebelumnya dimasak hingga mengental kemudian didinginkan dengan suhu dibawah 0°C.
- d. Masukkan adonan es krim yang telah didinginkan kedalam tong yang terbuat dari logam (*stainless*), kemudian dimasukkan ke dalam alat pemutas yang dibuat dari semen yang di bentuk menyerupai wadah tong. Diputar selama 15 menit untuk mendapatkan tekstur es krim. kemudian di pindahkan dalam tong pengangkut dan diletakkan dalam wadah kayu (ember) berbentuk menyerupai tong es krim, di ruang antar wadah kayu dan wadah logam dimasukkan es yang kemudian di beri sedikit taburan garam, berfungsi untuk menjaga agar es krim tetap dalam keadaan beku. Kemudian di diamkan selama 1 jam, kemudian es krim di aduk-aduk dan di diamkan lagi selama 30 menit. Setelah itu es krim siap untuk dijual.

4) Syarat Mutu Es Krim

Syarat mutu kualitas es krim yang baik berdasarkan sifat fisik, kimia dan mikrobiologis adalah sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan SNI-01-37131995.

Tabel 2.1 Syarat Mutu Es Krim Berdasarkan SNI 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 (wb)	Min. 5,0
3	Gula dihitung sebagai sukrosa	% b/b (wb)	Min. 8,0
4	Protein	% b/b (wb)	Min. 2,7
5	Jumlah padatan	% b/b (wb)	Min. 34,0
6	Bahan tambahan :		
	Pewarna tambahan	Sesuai dengan SNI 01-0222-1987	Negatif
	Pemanis buatan	-	Negatif
	6.3 Pemantap dan pengemulsi	Sesuai dengan SNI 01-0222-1987	Negatif
7	Cemaran logam		
	7.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
	7.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20,0
8	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
9	Cemaran mikrobial	koloni/g	
	9.1 Angka lempeng total		Maks. 10 ⁵
	9.2 <i>Coliform</i>	APM/g	<3
	9.3 <i>Salmonella</i>	koloni/g	Negatif
	9.4 <i>Listeria Sp</i>	koloni/g	Negatif
10	Kecepatan meleleh	Menit	15-20

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1995)

2.1.3 Air Minum

Menurut Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010, tentang persyaratan kualitas air minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Jenis air minum berdasarkan Kemenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, meliputi:

1. Air yang didistribusikan melalui pipa keperluan rumah tangga
2. Air yang didistribusikan melalui tangki air
3. Air kemasan
4. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat

Air minum yang aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan air minum. Syarat air minum yang aman dikonsumsi bila telah memenuhi syarat fisik, kimia, dan mikrobiologi. Syarat fisik air minum yang aman adalah air tidak berwarna karena air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan, temperaturnya normal sesuai dengan temperatur udara (20-26°C) karena air yang secara mencolok mempunyai temperatur diatas atau dibawah temperatur mengandung zat-zat tertentu, rasanya tawar, tidak berbau, jernih atau tidak keruh dan tidak mengandung zat padatan (Kusnaedi, 2010).

Syarat kimia air yang aman untuk dikonsumsi adalah air memiliki pH netral, tidak mengandung bahan beracun, tidak mengandung garam atau ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Mn, D, dan Cr, air memiliki kesadahan rendah, air tidak mengandung bahan organik dan syarat mikrobiologi air yang aman untuk dikonsumsi apabila air tidak mengandung bakteri patogen seperti bakteri golongan coli, *Salmonella thypi*, *Vibrio cholera* yang mudah tersebar melalui air (*transmitted by water*) dan air tidak mengandung bakteri non-patogen seperti *Actinomycetes*, *Phytoplankton coliform* (Kusnaedi, 2010).

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002, air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen, yang

dapat menyebabkan penyakit terutama penyakit saluran pencernaan, yaitu bakteri *coliform*. Standar kandungan bakteri *coliform* dalam air minum 0 per 100 ml.

2.1.4 Hubungan Personal *Hygiene* dengan Sanitasi Makanan

Personal *hygiene* dapat mempengaruhi kebersihan peralatan makan karena tubuh manusia juga dapat menjadi sumber utama pencemaran pada peralatan makan apabila manusia tidak menjaga kebersihan dirinya. Seperti kebiasaan dalam mencuci tangan sebelum dan sesudah melakukan pengolahan makanan, serta kuku yang panjang dapat memungkinkan adanya kontaminasi dari penjamah makanan ke peralatan makan (Laila *et al.*, 2020).

Hygiene sanitasi makanan merupakan pengendalian terhadap empat faktor penyehatan makanan yaitu faktor tempat atau bangunan, peralatan, orang, dan bahan makanan (Rejeki, 2015). Pengolahan makanan merupakan suatu proses perubahan bentuk dari bahan mentah menjadi dimakan siap di konsumsi untuk menciptakan makanan yang baik, dalam pengolahan makanan harus memperhatikan kebersihan yaitu penjamah makanan yaitu penjamah makan yang bertugas untuk menjamah makanan dimulai dari persiapan bahan baku hingga penyajian makanan (Merdekawati *et al.*, 2017). Kualitas makanan yang disajikan mempengaruhi pengetahuan sikap dan tindakan dari penjamah makanan untuk mencegah terjadinya pencemaran (Binaraeset *et al.*, 2021).

2.1.5 Metode Pemeriksaan

2.1.5.1 Perhitungan MPN (*Most Probable Number*)

Menurut Fardiaz (1993), Penentuan jumlah total bakteri *Coliform* dengan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN). Untuk menentukan jumlah *Coliform* seperti tercantum pada rumus dibawah ini.

$$\text{MPN Coliform} \frac{\text{se}}{\text{ml}} = \text{nilai MPN} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran tabung}}$$

Tabel 2.2 Rumus MPN

Untuk mengetahui jumlah *coliform* di dalam contoh digunakan metode *Most Probable Number* (MPN). Pemeriksaan kehadiran bakteri coli dari air dilakukan berdasarkan penggunaan medium kaldu laktosa yang ditempatkan di dalam tabung reaksi berisi tabung durham (tabung kecil yang letaknya terbalik, digunakan untuk menangkap gas yang terjadi akibat fermentasi laktosa menjadi asam dan gas). Tergantung kepada kepentingan, ada yang menggunakan sistem 3-3-3 (3 tabung untuk 10 ml, 3 tabung untuk 1,0 ml, 3 tabung untuk 0,1 ml) atau 5-1-1.

Uji MPN secara lengkap terdiri dari 3 tahap yaitu:

a. Uji awal (*Presumptive Test*)

Uji awal merupakan uji pendahuluan untuk melihat ada atau tidaknya bakteri *coliform* yang ditandai dengan adanya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan coli. Terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media laktosa, dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas sebanyak 10% atau lebih dari volume di dalam tabung durham (Widiyanti *et al.*, 2004).

b. Uji Penegasan (*Comperative Test*)

Uji penegasan merupakan uji untuk menegaskan apakah benar bakteri tersebut merupakan bakteri golongan coli atau tidak. Hasil uji awal dilanjutkan dengan uji penegasan. Hasil tabung yang positif terbentuk asam dan gas terutama pada masa inkubasi 1x24 jam, suspensi ditanamkan pada media *Brilliant Green Laktosa Broth* (BGLB). Jika 7 tabung pada uji awal positif, maka media BGLB digunakan sebanyak 14 tabung. Pada uji penegasan dilakukan penanaman dengan menggunakan 2 suhu, yaitu suhu 37°C dan 44°C. Pada suhu 37°C untuk bakteri *coliform* non fecal dan 44°C untuk bakteri fecal, setelah itu inkubasi selama 1x24 jam.

c. Uji Sempurna (*Completed Test*)

Pengujian selanjutnya dilanjutkan dengan uji pelengkap untuk menentukan ada atau tidaknya bakteri patogen. Uji ini dilakukan sebelum melakukan uji biokimia. Hasil positif pada uji penegasan diinokulasikan ke dalam media Endo Agar dengan ose cincin secara aseptik dan diinkubasikan pada suhu 37°C selama 1x24 jam.

2.1.5.2 Uji Identifikasi

a. Triple Sugar Airon Agar (TSIA)

Triple Sugar Airon Agar (TSIA) merupakan media yang digunakan untuk mengetahui fermentasi bakteri, terbentuknya gas dan terbentuknya sulfur atau endapan hitam.

b. Simmons Citrate Agar

Simmons Citrate Agar merupakan media yang digunakan untuk mengetahui terbentuknya reaksi simmons citrate yang ditandai dengan perubahan warna menjadi biru.

c. SIM

Sulfur Indol Motility merupakan media yang digunakan untuk mengetahui terbentuknya sulfur atau endapan hitam, terbentuknya indol atau cincin berwarna merah serta terbentuknya motility atau pergerakan bakteri.

2.2 Kerangka Konsep

Identifikasi Bakteri Coliform Pada Es Krim Pot Yang Dijual di Simpang Simalingkar.



Gambar 2.9 Kerangka konsep

2.3 Definisi Operasional

- Bakteri *coliform* adalah jenis bakteri yang menjadi indikator adanya pencemaran oleh kotoran dan kondisi sanitasi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk hasil olahan.
- Es krim pot merupakan produk susu beku yang dibuat dengan membekukan adonan. Es krim tersusun dari campuran bahan pangan seperti produk susu, bahan pemanis, stabilizer, bahan penambah cita rasa dan telur yang disimpan di wadah berbentuk tong atau pot yang terbuat dari logam (*stainless*) kemudian dipindahkan ke dalam tong pengangkut yang terbuat dari kayu.