

F/TPer/1991/012

# PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK JAGUNG DAN JENIS BAHAN PENSTABIL TERHADAP MUTU ES KRIM

@Hak cipta milik ITB University

Wak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang menyebarkan bagian atau seluruh karya tanpa izin tanpa mendapatkan izin tertulis

4. Pengambilan hanya untuk keperluan penilaian, penelitian, karya akademik atau ilmiah

5. Pengambilan tidak menghalangi kegiatan yang wajib di Universitas

2. Dilarang menggunakan di dalam perpustakaan selain untuk tujuan akademik

3. Dilarang mengambil di dalam lingkup selain area akademik

Oleh

MIA ADRIANI PRIBADI  
F 24. 0784



1991

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR

IPB University



Mia Adriani Pribadi. F 24.0784. Pengaruh Penggunaan Minyak Jagung dan Jenis Bahan Penstabil Terhadap Mutu Es Krim. Di bawah bimbingan Sassy Samiadji dan Sugiyono.

## RINGKASAN

Dalam penelitian ini es krim disiapkan dengan komposisi dasar yang terdiri dari 12% lemak, 11% padatan susu tanpa lemak, 12% gula, dan 0.5% padatan kuning telur. Telah diteliti pula pengaruh substitusi lemak susu dengan minyak jagung dan jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap mutu es krim yang dihasilkan.

Substitusi lemak susu dicoba dari 0% sampai 100% minyak jagung dari total lemak yang dibutuhkan. Semakin tinggi tingkat substitusi lemak susu dengan minyak jagung, menghasilkan es krim yang sulit membeku, cepat meleleh, dan rendah "overrun"-nya. Berdasarkan sifat organoleptik yang meliputi rasa, tekstur, dan "aftertaste" serta pengamatan pada kecepatan peleahan, waktu pembekuan, dan "overrun", dipilih es krim dengan 25% minyak jagung untuk diteliti lebih lanjut di penelitian lanjutan.

"Overrun" dan tekstur es krim berbanding terbalik dengan konsentrasi bahan penstabil. Semakin banyak bahan penstabil yang ditambahkan, "overrun" es krim semakin kecil dan kesukaan panelis terhadap tekstur menurun. Semakin besar konsentrasi bahan penstabil yang digunakan, es krim semakin



sulit mencair.

Penggunaan gelatin sebesar 0.2% menghasilkan "overrun" tertinggi, yaitu 45.08%. Resistensi terhadap pelelehan terbaik diberikan oleh gum arabik dan agar-agar dengan konsentrasi 0.3%. Tekstur yang paling disukai oleh panelis adalah es krim yang menggunakan penstabil agar 0.2%, dengan nilai organoleptik 6.60.

Rasa, aroma, kadar lemak, dan total padatan es krim tidak dipengaruhi oleh bahan penstabil yang ditambahkan. Gum arabik dan agar-agar menghasilkan produk dengan warna yang lebih terang karena polisakarida yang terdapat di dalam kedua bahan penstabil tersebut memungkinkan terjadinya reaksi pencoklatan.

Jenis lemak yang digunakan menentukan aroma dan rasa es krim. Lemak susu yang merupakan komponen dasar dalam pembuatan es krim ini, mengandung asam lemak butirat yang bersifat volatil. Asam lemak inilah yang menyusun citarasa es krim. Untuk meningkatkan citarasa es krim ditambahkan citarasa vanila sintetik.



PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK JAGUNG DAN JENIS  
BAHAN PENSTABIL TERHADAP MUTU ES KRIM

Oleh

MIA ADRIANI PRIBADI

F 24.0784

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI,

Fakultas Teknologi Pertanian,

Institut Pertanian Bogor

1 9 9 1

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R



INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK JAGUNG DAN JENIS  
BAHAN PENSTABIL TERHADAP MUTU ES KRIM

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN  
pada JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN DAN GIZI,  
Fakultas Teknologi Pertanian,  
Institut Pertanian Bogor

Oleh

MIA ADRIANI PRIBADI

F 24.0784

Dilahirkan pada tanggal 13 Oktober 1969  
di Semarang

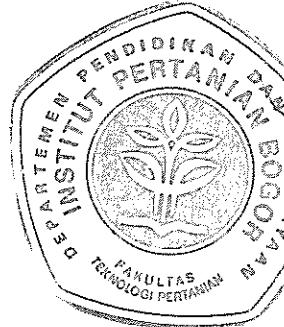
Tanggal lulus : 31 Agustus 1991

Disetujui,

Bogor, 14 September 1991

Ir. Sugiyono

Dosen Pembimbing II



Dr. Sassy Samiadji, MS

Dosen Pembimbing I



## KATA PENGANTAR

Hanya dengan kasih dan kemurahan Allah sajalah penulis akhirnya dapat menyelesaikan penelitian sampai tersusunnya skripsi ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Ibu Ir. Sassy Samsiadi, MS dan bapak Ir. Sugiyono selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak memberikan petunjuk dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akademik dan penelitian di Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi.
2. Panitia Pendidikan S-1 Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
3. Orangtuaku yang selalu memberikan semangat dan dorongan moril.
4. Rekan-rekan di "Philia" dan semua pihak yang telah membantu penulis selama penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran untuk perbaikan sangat penulis harapkan.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Bogor, Agustus 1991



## DAFTAR ISI

HALAMAN

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
A. ES KRIM .....	3
B. LEMAK SUSU .....	12
C. MINYAK JAGUNG .....	15
D. BAHAN PENSTABIL .....	17
1. Gelatin .....	17
2. Agar .....	20
3. Gum arabik .....	22
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN .....	25
A. BAHAN .....	25
B. ALAT-ALAT .....	25
C. METODE PENELITIAN .....	26
1. Penelitian pendahuluan .....	26
2. Penelitian lanjutan .....	27
D. PENGAMATAN DAN PENGUKURAN .....	28
1. "Overrun" .....	28
2. Kadar lemak .....	29
3. Total padatan .....	30



4. Kecepatan pelelehan .....	30
5. Uji organoleptik .....	30
<b>E. ANALISA STATISTIKA .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
<b>A. PENELITIAN PENDAHULUAN .....</b>	<b>33</b>
<b>B. PENELITIAN LANJUTAN .....</b>	<b>40</b>
1. Kadar lemak .....	41
2. Total padatan .....	44
3. "Overrun" .....	46
4. Kecepatan pelelehan .....	49
5. Penilaian organoleptik .....	52
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>63</b>
<b>A. KESIMPULAN .....</b>	<b>63</b>
<b>B. SARAN .....</b>	<b>64</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Komponen susu sapi, krim, dan es krim ...	4
Tabel 2. Komponen asam lemak dalam lemak susu ....	14
Tabel 3. Konsentrasi beberapa macam asam lemak yang terdapat dalam minyak jagung yang diekstrak dari lembaga .....	16
Tabel 4. Formula es krim .....	26
Tabel 5. Komposisi bahan baku .....	33
Tabel 6. Resep es krim dengan substitusi minyak jagung sebesar 25% .....	40



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ikatan dalam gel protein yang dibentuk oleh gelatin .....	19
Gambar 2. Struktur kimia Agarosa .....	20
Gambar 3. Pembentukan gel pada agar-agar .....	22
Gambar 4. Tahap-tahap pembuatan es krim .....	27
Gambar 5. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap waktu pembekuan es krim .....	36
Gambar 6. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap "overrun" es krim .....	37
Gambar 7. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap kecepatan pelelehan es krim ..	39
Gambar 8. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap kadar lemak es krim.	42
Gambar 9. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap total padatan es krim .....	45
Gambar 10. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap "overrun" es krim ..	48
Gambar 11. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap kecepatan pelelehan es krim .....	50
Gambar 12. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap tekstur es krim ....	61



## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Rekapitulasi data hasil pengamatan pada penelitian utama .....	70
Lampiran 2.	Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap es rasa krim pada penelitian pendahuluan .....	71
Lampiran 3.	Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap tekstur es krim pada penelitian pendahuluan .....	71
Lampiran 4.	Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap "after taste" es krim pada penelitian pendahuluan .....	71
Lampiran 5.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap kadar lemak es krim .....	72
Lampiran 6.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap total padatan es krim .....	75
Lampiran 7.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap "overrun" es krim .....	78
Lampiran 8.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap kecepatan leleh es krim .....	81
Lampiran 9.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap warna es krim .....	84
Lampiran 10.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap aroma es krim .....	87
Lampiran 11.	Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap rasa es krim .....	90



Lampiran 12. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap tekstur es krim .....	93
Lampiran 13. Contoh formulir uji organoleptik ....	96



## I. PENDAHULUAN

Es krim merupakan salah satu jenis makanan bernalai gizi tinggi. Definisi yang diberikan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat, es krim adalah produk pangan beku yang terbuat dari krim dan gula, dengan atau tanpa bahan pencita-rasa alami dan mengandung tidak kurang dari 14% lemak susu (Eckles *et al.*, 1984). Menurut Watt dan Merrill (1963) es krim mengandung 4.0% protein, 12% lemak, dan 20.6% karbohi-drat.

Komponen utama es krim secara umum adalah lemak, gula, padatan susu tanpa lemak dan bahan penstabil serta pengemul-si. Sumber lemak yang biasa digunakan ialah krim susu. Lemak susu dapat diganti dengan lemak nabati; dan biasanya produk ini disebut Melorin atau es krim imitasi. Melorin harus mengandung paling sedikit 6% lemak (Campbell dan Marshall, 1975). Penggunaan lemak nabati ini bertujuan mengurangi biaya produksi, karena harga lemak nabati lebih murah dibandingkan harga lemak susu sapi.

Umumnya pembuatan es krim di Indonesia tidak 100% meng-gunakan lemak susu karena kurang disukai oleh konsumen, selain itu harga lemak susu cukup tinggi. Untuk menekan biaya produksi, sebagian atau seluruh lemak susu diganti dengan lemak nabati.

Umumnya jagung hanya digunakan sebagai sumber karbohi-drat dan dikonsumsi sebagai makanan pokok pengganti nasi.

Dewasa ini telah banyak penelitian yang menunjukkan bahwa lemak yang terkandung di dalam butir jagung dapat diekstrak dan hasilnya cukup menguntungkan baik dari segi gizi maupun ekonomi. Penemuan terbaru menunjukkan bahwa menu makanan yang menggunakan minyak jagung dapat menekan risiko serangan jantung (dan kolesterol).

Penelitian ini akan mencoba sampai berapa jauh minyak jagung dapat mensubstitusi lemak susu dalam pembuatan es krim, karena minyak jagung mengandung asam lemak esensial yang cukup tinggi serta harganya yang lebih murah dari lemak susu asli. Tujuan penelitian ini ialah mempelajari pengaruh tingkat substitusi lemak susu dengan minyak jagung dan pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap mutu es krim yang dihasilkan.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. ES KRIM

Es krim adalah produk olahan susu yang dibekukan, terbuat dari kombinasi susu dengan satu atau lebih bahan tambahan seperti telur, gula dan madu, dengan atau tanpa bahan pencitarasa dan pewarna, dan dengan atau tanpa gelatin yang dapat dimakan atau bahan penstabil nabati (Eckles *et al.*, 1984).

Komposisi es krim sangat bervariasi. Menurut Arbuckle (1981) komposisi yang paling baik adalah 12% lemak, padatan susu tanpa lemak 11%, gula 15%, bahan penstabil dan pengemulsi 0.3%, dan total padatan 38.3%. Produk ini dibentuk oleh tiga fase, yaitu fase padat, cair dan gas.

Es krim yang sebagian atau seluruh lemaknya diganti dengan lemak nabati disebut es krim imitasi atau melorin. Melorin mengandung protein sekitar 2.7%, 6-10% lemak, 10-12% padatan susu tanpa lemak, 15-18% gula, 10-12% total padatan susu, dan 35-39% total padatan (Campbell dan Marshall, 1975).

Menurut Arbuckle (1981), mutu dan jumlah protein di dalam es krim cukup tinggi. Protein tersebut sebagian besar berasal dari susu dan sisanya berasal dari bahan penstabil. Es krim yang menggunakan telur mengandung asam amino esensial yang diperlukan oleh tubuh, misalnya

triptofan dan lisin.

Sekitar 3.5 - 4.5 gram protein dapat dikonsumsi dari 130 gram es krim. Jumlah ini dapat menyediakan 10% dari protein yang dianjurkan oleh RDA (Recommended Daily Allowance). Es krim dengan jumlah tersebut dapat menyediakan 250 kalori dan 15% dari Ca yang dianjurkan RDA (Campbell dan Marshall, 1975). Komposisi gizi es krim, susu sapi, dan krim dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi susu sapi, krim, dan es krim dalam 100 gram bahan\*

Komposisi		Susu sapi	Krim	Es krim
Kalori	(kal)	61	204	207
Protein	(g)	3.2	2.6	4.0
Lemak	(g)	3.5	20	12.5
Karbohidrat	(g)	4.3	4.0	20.6
Ca	(mg)	143	97	123
P	(mg)	60	77	99
Fe	(mg)	1.7	0.1	0.1
Vitamin A	(SI)	130	830	520
Vitamin B <sub>1</sub>	(mg)	0.03	0.03	0.04
Vitamin C	(mg)	1.0	1.0	1.0
Air	(g)	88.3	72.5	62.1
B.d.d	(%)	100	100	100

\*Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1979)

Lemak susu merupakan bahan baku utama untuk membuat es krim. Kehalusan tekstur es krim ditentukan oleh lemak

susu ini, karena lemak dapat memperkecil pembentukan kristal es pada saat pembekuan, dan terpusat pada permukaan rongga udara serta cenderung melemahkan lamela rongga udara tersebut sehingga memperkecil pengembangan es krim. Sumber lemak yang sering digunakan adalah krim segar, krim beku, susu kental, mentega, dan susu skim yang biasanya mengandung 80% padatan tanpa lemak. Citarasa es krim sangat dipengaruhi oleh jumlah lemak yang digunakan (Campbell dan Marshall, 1975).

Menurut Arbuckle (1981), lemak susu berperan dalam pembentukan tubuh es krim yang lembut, sebagai sumber citarasa dan kalori, meningkatkan nilai gizi, dan mencegah pembentukan kristal es yang besar selama pembekuan es krim.

Komponen utama dari padatan susu tanpa lemak adalah laktosa, protein, dan mineral. Laktosa memberikan rasa manis dan menurunkan titik beku. Konsentrasi laktosa yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rasa berpasir pada es krim. Protein meningkatkan nilai gizi, memberikan citarasa, membentuk busa dengan mengikat udara, dan menyerap (mengikat) air. Fungsi protein yang paling penting adalah melembutkan tekstur es krim (Campbell dan Marshall, 1975).

Campbell dan Marshall (1975) menyatakan bahwa sukrosa adalah pemanis yang umum digunakan dalam pembuatan es krim. Dewasa ini telah digunakan pula hidrolisa pati

jagung yang dapat meningkatkan kehalusan tubuh es krim tanpa meningkatkan kemanisannya, dengan harga es krim yang lebih murah dan lebih awet. Penggunaan sirup pati jagung ini direkomendasikan untuk mencegah kristalisasi sukrosa pada permukaan es krim.

Gula dapat merupakan penyumbang padatan yang relatif murah. Selain itu gula dapat meningkatkan tekstur dan memperkuat citarasa es krim (Arbuckle, 1981).

Menurut Eckles et al. (1984), kadar bahan penstabil yang boleh digunakan dalam es krim maksimum 0.5%. Bahan penstabil ini dapat mempertahankan bentuk es krim selama penyajian. Umumnya pada pembuatan es krim digunakan gelatin dan Natrium alginat, tetapi gelatin lebih disukai. Gelatin adalah koloid hidrofilik yang dapat mengikat air sehingga menurunkan jumlah air bebas, akibatnya pembentukan kristal es lebih kecil dan tekstur es krim lebih lembut.

Selain gelatin dan alginat, bahan penstabil yang dapat digunakan untuk es krim adalah karagenan, agar-agar, tragakan, gum arabik, CMC (Carboxymethyl cellulose), dan pektin. Gelatin dapat meningkatkan pembentukan buih dan pengembangan adonan. Sebaliknya pektin kurang baik untuk es krim, tetapi efektif untuk pembuatan sherbet dan "ices" (Campbell dan Marshall, 1975).

Pengemulsi yang digunakan dalam pembuatan es krim

dapat meningkatkan pengembangan adonan, memberikan penampakan yang lebih kering tetapi dengan tekstur yang lebih lembut dan pelelehan es krim yang lebih lama. Hal ini disebabkan pengemulsi mempunyai grup hidrofilik dan lipofilik yang dapat menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan emulsi. Susu sapi secara alami telah mengandung bahan pengemulsi, yaitu lesitin, protein, fosfat, dan nitrat. Kuning telur mengandung sejumlah besar lesitin dan telah digunakan sejak dulu dalam pembuatan es krim (Campbell dan Marshall, 1975).

Kuning telur dapat berfungsi sebagai sumber padatan dalam adonan es krim. Komponen terbesar dalam kuning telur adalah lemak yang berada dalam keadaan teremulsi dengan protein. Kuning telur mengandung kurang lebih 7 - 10% lesitin dari total kandungan lemaknya. Kuning telur sering digunakan untuk meningkatkan pembentukan krim dan memperbesar adonan (Sultan, 1981).

Bahan pencitarasa yang paling banyak digunakan untuk membuat es krim adalah vanila, kemudian berturut-turut coklat (12%), kacang (8.5%), strawberi (5%), kembang gula (3%), kopi (1.3%), dan buah peach (1%). Seringkali digunakan pula campuran beberapa citarasa dalam satu jenis es krim (Campbell dan Marshall, 1975).

Bahan pencitarasa ini dapat diperoleh dari buah-buahan atau tanaman penyegar secara alami dan dapat pula disintesis secara kimia. Menurut Campbell dan Marshall

(1975), penambahan bahan pencitarasa ini menurunkan pengembangan adonan karena hanya bagian larut air yang berperan dalam pengembangan adonan.

Konsumen lebih menyukai warna yang berkesan alami. Umumnya citarasa tertentu diasumsikan dengan suatu warna tertentu pula, misalnya es krim vanila berwarna kuning muda. Pewarna dan pencitarasa ini ditambahkan ke dalam adonan pada saat penuaan sambil diaduk hingga homogen (Heath, 1978).

Menurut Campbell dan Marshall (1975), untuk menambah keawetan produk dapat ditambahkan Natrium benzoat untuk mencegah kapang atau asam sitrat atau asam tartarat untuk mencegah bakteri.

Proses pengolahan es krim meliputi penghitungan adonan, persiapan adonan, pencampuran, pasteurisasi, homogenasi, penuaan, pembekuan dan pengerasan (Arbuckle, 1981).

Campbell dan Marshall (1975), Arbuckle (1981), dan Eckles et al. (1984) menyatakan bahwa pencampuran adonan dilakukan dengan melarutkan bahan-bahan kering ke dalam bahan cair kemudian dipanaskan. Pemanasan atau pasteurisasi adonan ini dapat dilakukan dengan metode HTST (High Temperature Short Time) atau UHT (Ultra High Temperature). Gula dan lemak yang terdapat di dalam adonan dapat melindungi mikroba dari efek panas, oleh karena itu dibutuhkan suhu pemanasan yang lebih tinggi. Standar

yang direkomendasikan oleh FDA adalah  $68.3^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit,  $79.4^{\circ}\text{C}$  selama 25 detik, atau  $100^{\circ}\text{C}$  selama beberapa detik.

Tujuan utama pasteurisasi adalah membunuh mikroba patogen, melarutkan bahan-bahan kering, meningkatkan citarasa, memperbaiki mutu es krim dan menghasilkan produk yang seragam (Desrosier dan Tressler, 1977).

Homogenasi bertujuan memperkecil ukuran dan menyebarkan globula lemak secara merata. Homogenasi ini penting untuk mencegah bersatunya globula lemak sehingga meningkatkan kekentalan dan menurunkan daya buihnya (Campbell dan Marshall, 1975).

Jacobs (1951) menyatakan bahwa homogenasi dilakukan dengan suatu alat yang mempunyai pompa untuk menarik adonan masuk ke dalam suatu ruang kecil dan kemudian ditekan keluar melalui lubang yang sangat kecil. Tekanan yang digunakan dapat mencapai 2 000 - 3 000 lbs. per sq. in.

Untuk mencegah globula lemak bersatu, homogenasi sebaiknya dilakukan pada suhu tinggi, sekitar  $63^{\circ}$  sampai  $80^{\circ}\text{C}$  untuk tahap pertama. Homogenasi tahap kedua dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah. Setelah pasteurisasi dan homogenasi, adonan segera didinginkan  $4^{\circ}\text{C}$  untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan reaksi-reaksi kimia yang mungkin terjadi (Campbell dan Marshall, 1975).

Penuaan adonan dilakukan selama 4 - 24 jam pada suhu



4°C untuk meningkatkan kekentalan dan memperbaiki tekstur serta penampakan produk (Eckles *et al.*, 1984).

Menurut Campbell dan Marshall (1975), penuaan adonan ini sangat penting pada es krim yang menggunakan penstabil gelatin, karena kemampuan gelatin untuk menyerap air lebih lambat daripada bahan penstabil lainnya. Umumnya penuaan cukup dilakukan selama 3 - 4 jam.

Tujuan utama pembekuan makanan adalah memperbaiki palatabilitasnya dan untuk mendapatkan efek rasa dingin pada makanan tersebut. Keuntungan tambahan dari proses pembekuan ini adalah keawetan yang lebih tinggi. Produk pangan beku termasuk es krim dapat disimpan beberapa minggu tanpa mengalami penurunan mutu yang berarti. Pembekuan ini dilakukan dua tahap. Tahap pertama, suhu diturunkan hingga mencapai -5° sampai -8°C. Pada tahap ini sebagian air dalam adonan membeku. Selama proses berlangsung terjadi pengembangan adonan karena udara ditarik ke dalam adonan (Desrosier dan Tressler, 1977). Tahap kedua, lebih dikenal dengan pengerasan adonan, dilakukan pada suhu sekitar -30°C (Campbell dan Marshall, 1975). Sisa air yang belum membeku pada tahap pertama akan membeku selama pengerasan adonan (Heath, 1978).

Dalam proses pembekuan suhu diturunkan sampai mencapai titik beku. Selama proses ini berlangsung terjadi pembentukan kristal-kristal es dan udara terperangkap di dalam adonan, sehingga menghasilkan tekstur es krim



yang lembut. Ukuran rongga udara bervariasi dari 5 sampai 300 mikrometer (Campbell dan Marshall, 1975).

Menurut Heath (1978) dan Campbell dan Marshall (1975), "overrun" adalah penambahan volume adonan karena udara yang terperangkap di dalam adonan es krim. "Overrun" es krim umumnya berkisar antara 80 sampai 100%. "Overrun" ini dapat dihitung dengan dua macam rumus, yaitu :

$$\text{I. \% overrun} = \frac{[\text{volume es krim}] - [\text{volume adonan}]}{[\text{volume adonan}]} \times 100$$

$$\text{II. \% overrun} = \frac{[\text{berat adonan}] - [\text{berat es krim dengan volume yang sama}]}{[\text{berat adonan}]} \times 100$$

Campbell dan Marshall (1975) menyatakan bahwa semakin cepat proses pengerasan terjadi maka kristal es yang terbentuk akan semakin kecil dan tekstur es krim semakin lembut. Proses pengerasan dianggap cukup bila suhu di bagian tengah produk telah mencapai  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ). Suhu pengerasan ini tergantung pada (1) ukuran dan bentuk kemasan, (2) luas permukaan kemasan, (3) suhu medium pendinginan, (4) kecepatan pergerakan udara pendingin, dan (5) suhu awal produk.

Ada dua macam metode pengerasan yang umum digunakan di industri besar. Yang pertama yaitu "blast-freeze",



yang menggunakan semprotan udara dingin (suhu  $-29^{\circ}\text{C}$  sampai  $-40^{\circ}\text{C}$ ). Metode kedua menggunakan sistem kontak langsung dengan lempengan pendingin yang bersuhu  $-30^{\circ}\text{C}$ . Setelah proses ini es krim siap dikonsumsi. Penyimpanan es krim dilakukan pada suhu  $-29^{\circ}\text{C}$  (Campbell dan Marshall, 1975).

Penilaian mutu es krim menurut Nelson dan Trout (1951) meliputi kadar lemak, tubuh dan kehalusan tekstur, kecepatan pelelehan, warna, rasa, dan kemasan.

#### B. LEMAK SUSU SAPI

Lemak susu adalah lemak yang terkandung dalam susu. Lemak ini dalam susu merupakan globula-globula kecil yang tersuspensi dalam sistem emulsinya. Susu yang normal mengandung kurang lebih  $2.5 \times 10^9$  globula lemak per mililiter. Diameter globula ini bervariasi dari 0.8 - 20 mikron (Eckles *et al.*, 1984).

Ukuran globula lemak susu sapi tergantung pada spesies sapi dan tingkat laktasinya. Ukuran globula ini mempengaruhi kecepatan creaming dan churning. Globula lemak cenderung untuk bergabung satu sama lain. Sifat inilah yang mempengaruhi kecepatan creaming, viskositas dan karakteristik bentuk yang bervariasi dalam produk-produk susu (Eckles *et al.*, 1984).

Menurut Eckles *et al.* (1984), pada permukaan globula lemak dijumpai lapisan koloidal yang terdiri dari protein dan lesitin. Lapisan ini dikenal sebagai membran globula

lemak yang membatasi kecenderungan dua globula lemak untuk bersatu. Muatan negatif dari protein dan fosfolipid (lesitin) akan berada dalam globula lemak.

Lemak susu merupakan suatu trigliserida. Lemak susu ini mempunyai asam lemak yang bervariasi, yaitu : butirat, kaprat, kaproat, kaprilat, laurat, miristat, oleat, palmitat, stearat, dan linoleat (Eckles et al., 1984). Komponen asam lemak dalam lemak susu dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari penelitian ditemukan bahwa kira-kira 40 jenis asam lemak yang berbeda dalam lemak susu dan kira-kira ada 18 jenis asam lemak jenuh dan 22 jenis asam lemak tidak jenuh (Eckles *et al.*, 1984).

Komposisi asam lemak jenuh terhitung kira-kira 60 - 65% dari total asam lemak dan asam lemak tidak jenuh kira-kira 35 - 40% dari total asam lemak. Asam lemak susu bervariasi dari  $C_4$  (asam butirat) sampai  $C_{24}$  (asam lignoserat) (Eckles *et al.*, 1984). Asam lemak palmitat, stearat dan miristat adalah 72 - 78% dari total asam lemak jenuh dan 45 - 50% dari total asam lemak yang ada dalam lemak susu. Adanya asam butirat dalam lemak susu akan menimbulkan aroma yang khas pada susu (Eckles *et al.*, 1984).

Asam lemak tidak jenuh dalam lemak susu bervariasi dari  $C_{10}$  -  $C_{24}$ . Banyak isomer yang ada dalam asam lemak tidak jenuh ini. Asam lemak tidak jenuh dengan beberapa



ikatan rangkap (2, 3, 4, atau 5 ikatan rangkap) hanya terdapat dalam jumlah kecil, kira-kira 3 - 5%. Sedangkan asam lemak tidak jenuh yang mempunyai satu ikatan rangkap pada  $C_{9-10}$  terdapat dalam konsentrasi terbatas, di antaranya  $C_{10} - C_{16}$  (Eckles *et al.*, 1984).

Tabel 2. Komponen asam lemak dalam lemak susu\*

Asam lemak	persen berat
Butirat	2.6 - 3.5
Kaproat	1.3 - 1.9
Kaprilat	0.7 - 1.6
Kaprat	1.8 - 3.6
Laurat	3.2 - 5.7
Miristat	6.9 - 11.1
Palmitat	22.8 - 29.1
Stearat	6.5 - 12.5
Arakidat	0.6 - 0.9
Oleat	32.3 - 41.3
Linoleat	3.6 - 5.1

\*Sumber : Ketaren (1986)

Asam lemak yang terutama terdapat di dalam lemak susu dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok asam lemak volatil dan non volatil. Asam lemak volatil terdiri dari asam butirat, kaproat, kaprilat, kaprat, dan laurat. Asam lemak non volatil terdiri dari asam miristat, palmitat, stearat, oleat, dan linoleat. Asam butirat, kaproat, kaprilat, dan kaprat bersifat larut air (Eckles *et al.*, 1984).

Lemak dari asam lemak volatil merupakan komponen yang tidak stabil, mudah terdekomposisi. Asam lemak volatil ini mempengaruhi flavor dan dapat menimbulkan bau

yang menyimpang. Bau yang tidak disukai ini terutama disebabkan oleh asam butirat. Selain berisi asam lemak, lemak susu juga mengandung fraksi lemak yang tak tersabukan dan zat-zat lain seperti kolesterol, lesitin, dan tokoferol (Eckles *et al.*, 1984).

Menurut Eckles *et al.* (1984), titik lebur tiap asam lemak berbeda. Hal ini akan mempengaruhi kekerasan dari lemak susu tersebut. Titik lebur yang rendah, seperti pada oleat dan butirat, akan menyusun lemak susu yang lembut.. Sedangkan lemak susu dengan titik lebur yang tinggi mempunyai konsistensi yang lebih keras.

Lemak susu merupakan makanan yang bernilai gizi tinggi, karena lemak susu ini sangat mudah dicerna dan berisi banyak asam lemak rantai pendek dan asam lemak tidak jenuh yang mempunyai fungsi esensial bagi tubuh (Eckles *et al.*, 1984).

### C. MINYAK JAGUNG

Menurut Reiners dan Gooding (1970) minyak jagung mengandung bermacam-macam asam lemak, trigliserida, fosfolipid, sterol, tokoferol, zat warna, dan sejumlah kecil lilin serta senyawa-senyawa lain. Komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak jagung dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Konsentrasi beberapa macam asam lemak yang terdapat dalam minyak jagung yang diekstrak dari lembaga\*

ASAM LEMAK	JUMLAH (%)
16:0 (Palmitat)	11.1
18:0 (Stearat)	2.0
20:0 (Arakidonat)	0.2
18:1 (Oleat)	24.1
18:2 (Linoleat)	61.9
18:3 (Linolenat)	0.7

\*Reiners dan Gooding (1970)

Komposisi trigliserida di dalam minyak jagung sebagian besar (60%) hanya terdiri dari asam lemak tidak jenuh. Minyak jagung dideteksi mengandung sejumlah kecil ester-ester lain selain gliserol (Reiners dan Gooding, 1970).

Konsentrasi sterol total di dalam minyak jagung yang sudah dimurnikan sekitar 1.0%. Komponen utama sterol dalam minyak jagung adalah campesterol, stigmasterol, dan beta-sitosterol (Reiners dan Gooding, 1970).

Menurut Reiners dan Gooding (1970), minyak jagung yang diekstrak dari lembaga hanya mengandung alfa dan gamma-tokoferol dalam jumlah yang cukup besar. Jumlah alfa-tokoferol dalam minyak jagung dapat mencapai 0.02%.

Minyak jagung secara alami mengandung zat warna karotenoid. Karotenoid di dalam minyak jagung kasar terdiri dari 7.4 ppm xantofil dan 1.6 ppm karoten. Sedangkan minyak jagung yang telah dimurnikan dengan alkali mengandung 4.8 ppm karoten. Warna minyak jagung

kasar sangat tergantung pada metode pemurnian dan sejarah penyimpanannya (Reiners dan Gooding, 1970).

Komponen lain yang terdapat dalam jumlah kecil antara lain hidrokarbon. Minyak jagung yang sudah dimurnikan mengandung 0.03% hidrokarbon; 14.5% dari jumlah tersebut terdiri dari  $C_{21}$ . Selain itu terdapat pula  $nC_{17}$ ,  $nC_{18}$ ,  $nC_{19}$ ,  $nC_{22}$ ,  $nC_{23}$ ,  $nC_{25}$ ,  $nC_{27}$  (Reiners dan Gooding, 1970).

Asam lemak bebas dalam minyak jagung relatif tinggi. Minyak jagung yang dibuat dari penggilingan basah mengandung 2.3% asam lemak bebas yaitu oleat. Sedangkan asam lemak bebas dalam minyak jagung yang dihasilkan dengan penggilingan kering lebih kecil, yaitu 1.8% (Reiners dan Gooding, 1970).

Menurut Reiners dan Gooding (1970), minyak jagung murni mempunyai berat jenis sekitar 0.915 - 0.920 pada suhu 25°C. Proses pembuatan minyak jagung ialah penghilingan getah, pemurnian dengan alkali, pemutihan, dan "winterisasi".

#### D. BAHAN PENSTABIL

##### 1. Gelatin

Menurut U.S. Pharmacopeia (1965) dalam Glicksman (1969), gelatin ialah protein yang diperoleh dari hidrolisa sebagian kolagen dari jaringan kulit, jaringan ikat, dan tulang hewan.



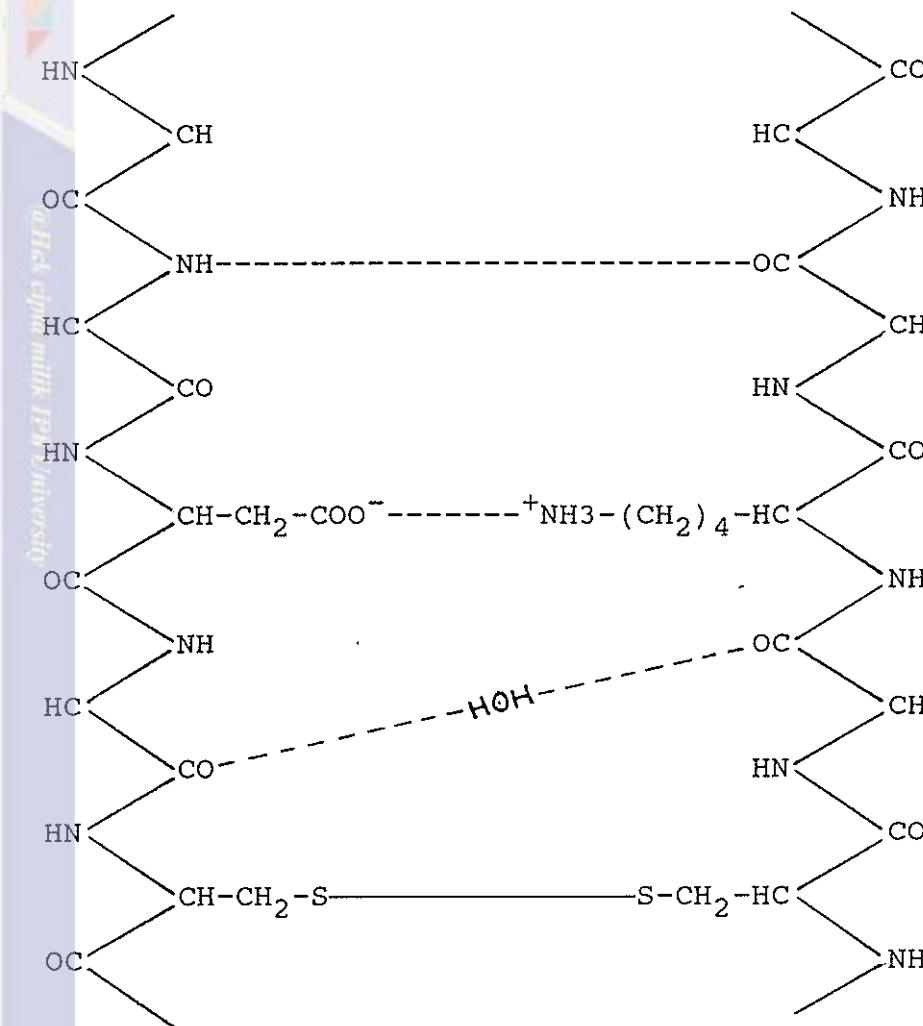
Gelatin mengandung 19 asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida membentuk rantai polimer yang panjang (Glicksman, 1969). Johns (1977) menyatakan bahwa berat molekul gelatin sebesar 90 000.

Gelatin termasuk bahan penstabil intermediat karena memiliki nilai HLB 9.8 dan cocok untuk menstabilkan emulsi minyak dalam air (Swaisgood, 1985).

Gelatin larut dalam air yang bersuhu  $71.1^{\circ}\text{C}$  dan akan membentuk gel pada suhu kurang dari  $48.9^{\circ}\text{C}$  (Glicksman, 1969).

Kecepatan pélarutan gelatin tergantung pada suhu. Suhu rendah akan meningkatkan penyerapan air, sedangkan suhu tinggi akan menghambat penyerapan air. Pada suhu rendah gelatin akan menyerap air sehingga volumenya bertambah menjadi beberapa kali volume semula dan menjadi elastis seperti karet. Anomali larutan gelatin ialah jika larutan ini dipanaskan dan didinginkan beberapa kali, maka akan terjadi penurunan kekentalan yang diukur pada suhu tertentu (Bogue, 1922).

Penyerapan air atau pembentukan gel terjadi karena pengembangan molekul gelatin pada waktu pemanasan. Panas akan membuka ikatan-ikatan pada molekul gelatin dan cairan yang semula bebas mengalir menjadi terperangkap di dalam struktur tersebut, sehingga larutan menjadi kental (Stainsby, 1977).



Gambar 1. Ikatan dalam gel protein yang dibentuk oleh gelatin (Glicksman, 1983)

Menurut Stainsby (1977) jika gelatin dipanaskan dengan penambahan air, maka akan terjadi ikatan menyilang pada kedua rantai peptida gelatin. Ikatan menyilang ini berupa ikatan disulfida atau ikatan garam antara gugus karboksil dengan gugus amino dan distabilkan oleh ikatan hidrogen. Ikatan gel yang



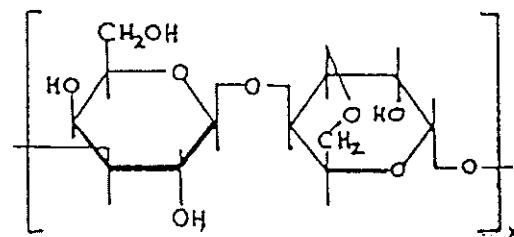
terbentuk pada gel gelatin dapat dilihat pada Gambar 1.

## 2. Agar

Menurut Selby dan Wynne (1973), berdasarkan definisi U.S. Pharmacopeia, agar adalah koloid hidrofilik yang diekstrak dari alga tertentu yang hidup di laut dari kelas Rhodophyceae.

Agar tidak larut dalam air tetapi larut dalam air mendidih. Larutan dengan konsentrasi agar 1.5% tampak jernih dan jika didinginkan sampai suhu  $32^{\circ} - 39^{\circ}\text{C}$  akan membentuk gel yang keras tetapi elastis dan tidak akan meleleh di bawah suhu  $85^{\circ}\text{C}$  (Selby dan Wynne, 1973).

Agar sangat unik karena kemampuannya untuk membentuk gel jauh di bawah suhu lelehnya. Struktur kimia Agarose yang diberikan oleh Araki (1957) di dalam Glicksman (1969) adalah :



Gambar 2. Struktur kimia Agarose (Glicksman, 1969)



Pada mulanya agar dipercayai terdiri dari dua fraksi utama, yaitu agarosa, suatu polimer netral, dan agaropektin yang merupakan polimer sulfat bermuatan. Dewasa ini agar dianggap terdiri dari agarosa netral, agarosa piruvat dengan sedikit muatan, dan galaktan sulfat (Glicksman, 1983).

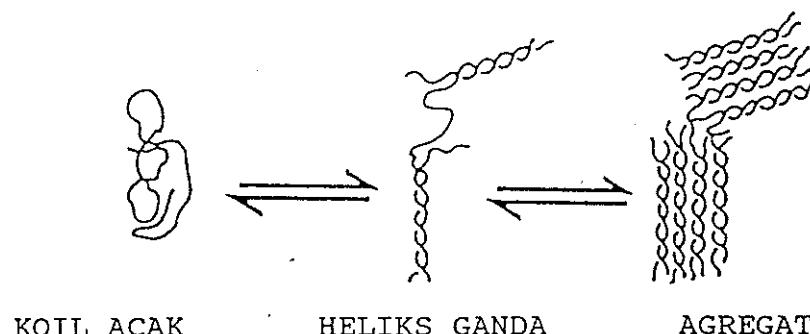
Menurut Glicksman (1983), berat molekul agar adalah 120 000. Agarosa merupakan komponen utama dalam agar dan berjumlah kira-kira 50 - 90%. Agarosa ini pada dasarnya bebas sulfat. Sebaliknya, agaropektin lebih kompleks dan merupakan campuran beberapa polisakarida. Agaropektin mengandung 3 - 10% residu sulfat, asam glukoronat, dan pada beberapa species alga terdapat sejumlah kecil asam piruvat yang terikat dengan ikatan asetal.

Pembentukan gel oleh agar disebabkan oleh perubahan suhu. Dalam keadaan sol dan pada suhu di atas titik leleh gel, rantai polimer berada dalam susunan koil acak. Jika didinginkan, koil ini berubah menjadi gel bila telah terbentuk heliks yang sesuai. Heliks ini menyediakan ikatan silang untuk membentuk matriks gel yang kontinyu (Glicksman, 1983).

Pada pendinginan selanjutnya, gel menjadi lebih erat ikatan silangnya. Terbentuknya heliks-heliks tambahan menyebabkan gel pada tahap ini menjadi lebih kaku. Selama penuaan, pembentukan heliks-heliks ini



berlangsung terus sehingga matriks gel berkontraksi dengan membebaskan sejumlah air. Proses ini disebut sineresis. Gel agar bersifat rapuh dan mudah meleleh (Glicksman, 1983).



Gambar 3. Pembentukan gel pada agar-agar (Glicksman, 1983)

Bahan penstabil yang diketahui terbaik untuk es krim adalah campuran dari 0.12% agar, 0.07% "locust bean gum" dan 0.2% gelatin (Selby dan Wynne, 1973).

Agar padat tidak larut dalam air pada suhu 25°C. Pembuatan larutan agar dengan konsentrasi 0 sampai 5% dapat dilakukan dengan memanaskan atau mendidihkan larutan tersebut sambil diaduk, atau dengan "hot plate" dan pengadukan yang kontinyu menggunakan "stirrer". Dapat pula digunakan otoklaf dengan suhu 100° - 120°C (Selby dan Wynne, 1973).

### 3. Gum Arabik

Sebenarnya gum arabik adalah getah pohon species tertentu yang dikeringkan, dari genus Acacia, famili

Leguminosae, dan subfamili Mimosoideae. Gum arabik unik karena diproduksi oleh tanaman jika lingkungannya kurang menguntungkan, misalnya iklim yang terlalu panas, tanah kritis, dan lain sebagainya (Glicksman dan Sand, 1973).

Menurut Glicksman (1983), berat molekul gum arabik berkisar dari 500 000 sampai 600 000. Bentuk molekulnya spiral pendek yang kaku atau dapat juga berbentuk kumparan dengan panjang rantai molekul utama 1 050 Å dan 2 400 Å, tergantung jumlah molekulnya.

Gum arabik secara alami merupakan campuran Ca, Mg, dan garam-garam Kalium dari asam arabik. Menurut Glicksman (1983), gum arabik disusun oleh galaktosa, arabinopiranosa, arabinofuranosa, rhamnosa, asam glukoronat, dan 4-O-asam metilglukoronat. Hidrolisasi molekulnya menghasilkan 4 unsur gula dasar, yaitu D-galaktosa, L-arabinosa, L-rhamnosa, dan D-asam glukoronat.

Pembentukan gel oleh gum arabik, seperti pada agar, disebabkan oleh panas. Gel yang terbentuk teksturnya kenyal tetapi cukup lembut (Glicksman, 1983).

Gum arabik telah digunakan sebagai bahan penstabil untuk makanan-makanan beku seperti es krim, "ices", dan "sherbets", karena kemampuannya untuk



menyerap air. Selama pembekuan, es krim mengalami pengembangan volume yang mengandung banyak sekali kristal-kristal es, dan cenderung berkumpul membentuk kristal yang lebih besar sehingga menyebabkan tekstur yang kasar. Perubahan suhu selama penyimpanan dan pengangkutan dapat menyebabkan es krim meleleh dan membeku kembali sehingga kristal es yang terbentuk lebih besar lagi. Penambahan gum arabik bertujuan untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar dengan cara mengikat sejumlah besar air. Cara ini disebut hidrasi air (Glicksman dan Sand, 1973).

Penggunaan gum arabik di dalam pembuatan es krim akan memberikan tekstur yang lebih baik. Es krim yang menggunakan gum arabik sebagai bahan penstabil umumnya tidak cepat meleleh (Glicksman dan Sand, 1973).

### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

## A. BAHAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah krim susu merek Anchor, minyak jagung merek Mazola, gula pasir, kuning telur, susu bubuk skim Tropicana, vanila, gelatin, gum arabik, dan agar-agar bubuk.

Bahan-bahan tersebut diperoleh dari toko-toko di kota Bogor dan toko kimia "Setia Guna".

Bahan kimia untuk analisa adalah  $H_2SO_4$  pekat (75%) dan amil alkohol yang diperoleh dari Balai Penelitian Hasil Peternakan (Balitnak), Bogor.

## B. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan untuk membuat es krim ialah timbangan, "mixer", panci, termometer, pengaduk, kompor, "homogenizer", "votator", "freezer", dan wadah-wadah plastik.

"Votator" yang digunakan adalah tipe "batch", dari merek Carpigiani, kapasitasnya 0.5 kg adonan. Sedangkan "homogenizer"-nya bermerek "Janke and Kunkel", buatan Jerman.

Alat untuk analisa contoh adalah cawan, oven, pengukur waktu, tabung Gerber, sentrifus panas, penangas air, sendok dan gelas plastik, neraca, pipet volumetrik dan gelas ukur.



## C. METODE PENELITIAN

### 1. Penelitian pendahuluan

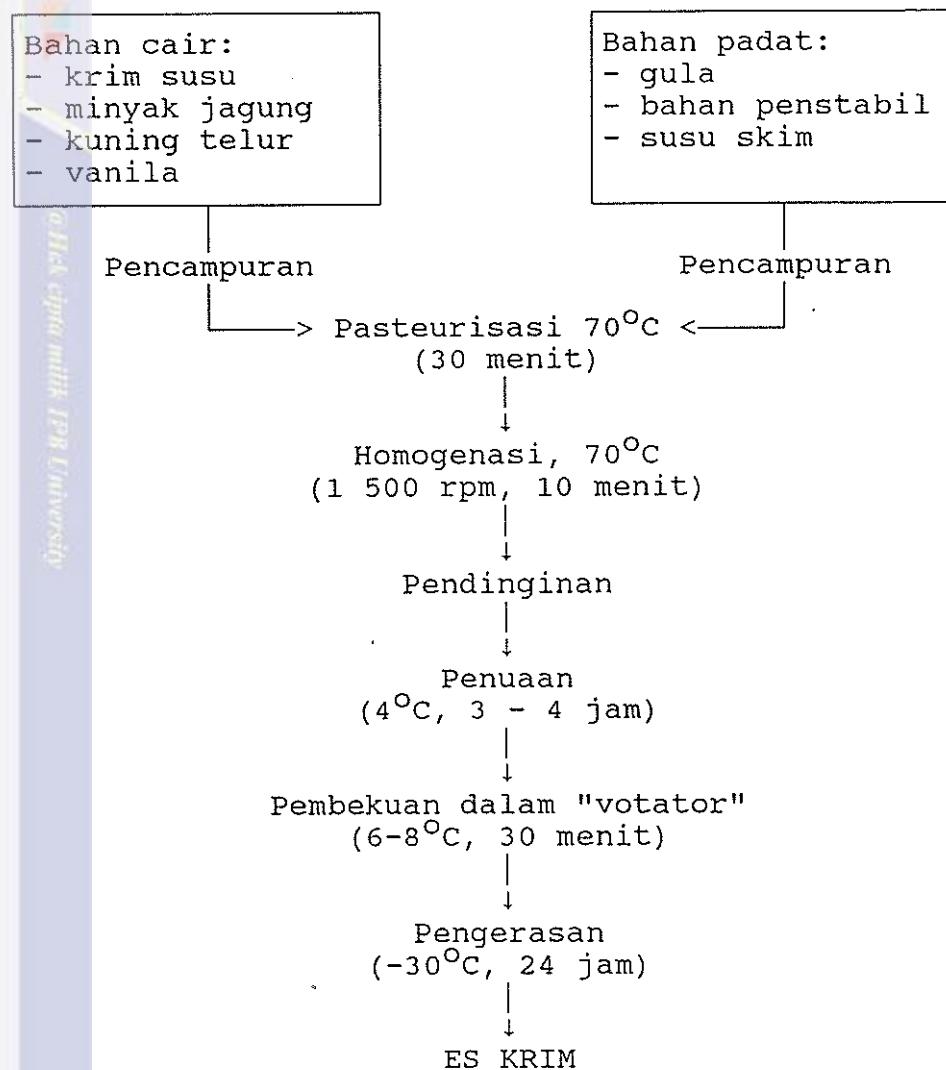
Pada penelitian pendahuluan dilakukan analisa komponen-komponen bahan dasar, yang meliputi analisa kadar lemak krim susu dan total padatan krim susu serta susu bubuk skim.

Selanjutnya dilakukan penentuan tingkat substitusi krim susu dengan minyak jagung yang terbaik yang dapat digunakan dalam pembuatan es krim. Tingkat substitusi krim susu dengan minyak jagung yang dicoba adalah 100%, 75%, 50%, 25%, dan 0%.

Proses pembuatan es krim meliputi pencampuran, pasteurisasi, homogenasi, penuaan, pembekuan, dan pengerasan. Proses pembuatan es krim secara lengkap disajikan pada Gambar 4; sedangkan formula (resep) es krim yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Formula es krim

Bahan	Jumlah (%)
Lemak	12.00
Gula	12.00
Kuning telur	0.50
Penstabil	0.20
Vanila	0.50
Total padatan	40.00



Gambar 4. Tahap-tahap pembuatan es krim

## 2. Penelitian lanjutan

Tingkat substitusi minyak jagung terbaik yang diperoleh dari penelitian pendahuluan digunakan pada tahap penelitian utama dengan perlakuan:



- a. Penggunaan beberapa macam bahan penstabil:
  1. Gelatin
  2. Gum arabik
  3. Agar-agar
- b. Konsentrasi bahan penstabil
  1. 0.2%
  2. 0.3%
  3. 0.4%

#### D. PENGAMATAN DAN PENGUKURAN

Pengukuran pada penelitian pendahuluan dilakukan terhadap waktu pembekuan, kecepatan pelelehan, dan "overrun", serta secara organoleptik terhadap rasa, tekstur, dan "after-taste" es krim. Sedangkan pada penelitian lanjutan dilakukan pengukuran "overrun", kadar lemak, total padatan, kecepatan pelelehan, serta sifat organoleptik terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur es krim.

##### 1. "Overrun" es krim

Pengembangan es krim dinyatakan sebagai "overrun" dan dihitung berdasarkan perbedaan volume es krim dengan volume adonan (Arbuckle, 1981).

Es krim dimasukkan dalam gelas ukur sehingga diketahui volumenya, kemudian dibiarkan mencair pada suhu ruang hingga menjadi adonan kembali dan dibaca



volumenya.

Persen "overrun" dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$X = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$$

dimana:  $X$  = persen "overrun"

$V_1$  = volume adonan

$V_2$  = volume es krim

## 2. Kadar lemak

Kadar lemak es krim diukur dengan metode Gerber (Atherton dan Newlander, 1977). Mula-mula 10 ml asam sulfat pekat (75%) dimasukkan ke dalam tabung Gerber. Kemudian sebanyak 5 ml sampel dipipet ke dalam tabung tersebut. Untuk membilas pipet digunakan 1 ml air destilata panas. Setelah itu ditambahkan 1 ml amil alkohol untuk mencegah busa yang dapat terjadi selama pengocokan lalu tabung ditutup dengan karet.

Contoh dikocok hingga homogen, lalu dimasukkan ke penangas air yang bersuhu 65°C sampai lemak terpisah menjadi cairan keemasan di bagian atas tabung. Setelah itu contoh disentrifus selama 5 menit pada suhu 65°C dan kecepatan 1200 rpm. Lemak yang terpisah di bagian atas tabung dibaca sebagai kadar lemak sampel.



### 3. Total padatan

Total padatan es krim diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$TP = 100\% - \text{Kadar air}$$

Metode yang digunakan untuk penentuan kadar air adalah metode oven (AOAC, 1984). Sebanyak 1-2 g contoh dimasukkan dalam cawan bergaris tengah 5 cm dan dicairkan pada penangas air yang bersuhu 30°C. Kemudian contoh tersebut dikeringkan dalam oven yang bersuhu 100°C selama 3.5 jam. Setelah itu contoh didinginkan di desikator dan ditimbang kembali. Selisih berat contoh dihitung sebagai kadar air contoh.

### 4. Kecepatan pelelehan

Sebanyak 2-5 g contoh diletakkan pada cawan petri kemudian dibiarkan mencair pada suhu kamar (Nelson dan Trout, 1951). Waktu yang dibutuhkan oleh contoh untuk mencair sempurna dicatat sebagai kecepatan pelelehan es krim.

### 5. Uji Organoleptik

Uji organoleptik es krim dilakukan dengan uji kesukaan terhadap aroma, rasa, warna, dan tekstur. Panelis yang melakukan penilaian sebanyak 20 orang.

Skor organoleptik yang digunakan terdiri atas sembilan skala hedonik, yaitu 1 (amat sangat tidak



suka), 2 (sangat tidak suka), 3 (tidak suka), 4 (agak tidak suka), 5 (biasa), 6 (agak suka), 7 (suka), 8 (sangat suka), 9 (amat sangat suka) (Soekarto, 1981).

## E. ANALISA STATISTIKA

Penelitian ini dilakukan berdasarkan Rancangan faktorial acak lengkap dengan 2 kali ulangan, yaitu:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{k(ij)}$$

$Y_{ijk}$  = variabel respon karena pengaruh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

$\mu$  = efek rata-rata yang sebenarnya

$A_i$  = efek sebenarnya dari taraf ke-i faktor A

$B_j$  = efek sebenarnya dari taraf ke-j faktor B

$AB_{ij}$  = efek sebenarnya dari interaksi antara taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

$\epsilon_{k(ij)}$  = efek sebenarnya dari unit percobaan ke-k karena kombinasi perlakuan (ij)

Respon adalah parameter yang akan diamati, yaitu kadar lemak, total padatan, persen "overrun", kecepatan pelelehan, dan sifat organoleptik.

Faktor A dan B adalah perlakuan yang digunakan, yaitu jenis (A) dan konsentrasi (B) bahan penstabil. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga taraf. Bahan penstabil yang digunakan ada tiga jenis (taraf i) dan masing-masing dengan tiga macam konsentrasi (taraf j). Tiap unit percobaan (ulangan) dilakukan dua kali

pengukuran.

Data hasil penelitian dianalisa dengan uji jarak berganda Duncan, dengan taraf kepercayaan 1% dan 5%.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. PENELITIAN PENDAHULUAN

Es krim yang bermutu tinggi dan enak disusun oleh bahan-bahan yang telah diseleksi dengan baik dan diproses secara sempurna sehingga menghasilkan tubuh es krim yang kompak dan citarasa yang enak. Komposisi bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi bahan-bahan baku

Bahan	Lemak (%)	Total padatan (%)
Krim susu	38.00	41.66
Skim	1.00	96.50
Minyak jagung	100.00	-
Gula	-	94.60
Kuning telur*	31.90	50.60

\*diambil dari Direktorat Gizi, Depkes RI (1979)

Faktor suhu pada es krim, yang merupakan produk makanan dingin, memegang peranan yang sangat penting. Oleh karena itu mulai dari proses pembuatan sampai dengan penyajiannya, faktor suhu ini harus dikontrol dengan baik.

Langkah pertama dalam proses pembuatan es krim ialah persiapan bahan-bahan sesuai dengan formula (Tabel 1). Pada penelitian pendahuluan ini dibuat 5 buah formula dengan cara memvariasikan kadar krim susu dan minyak jagung yang digunakan. Variasi ini dilakukan dari



kadar krim susu 100% tanpa minyak jagung sampai kadar minyak jagung 100% tetapi tidak menggunakan krim susu, masing-masing dengan interval 25%.

Setelah diperoleh jumlah bahan-bahan untuk masing-masing formula maka dilakukan pencampuran. Mula-mula bahan padat dan bahan cair diaduk secara terpisah sehingga masing-masing bahan tersebut tercampur secara homogen. Untuk memudahkan pencampuran dan memperbesar "overrun", kuning telur dikocok terlebih dulu selama 20 menit. Kemudian campuran bahan-bahan padat tersebut dimasukkan ke dalam campuran bahan-bahan cair.

Bahan dasar penyusun es krim yang terdiri dari dua fase tersebut kemudian dipasteurisasi pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Proses pasteurisasi ini mempermudah pelarutan bahan padat ke dalam bahan cair. Menurut Arbuckle (1981), pasteurisasi yang dilakukan pada adonan es krim dapat membunuh sebagian besar mikroba terutama dari golongan patogenik, melarutkan dan membantu pencampuran bahan-bahan penyusun, memperbaiki citarasa, menghasilkan produk yang seragam, dan memperpanjang umur produk dengan mutu yang baik.

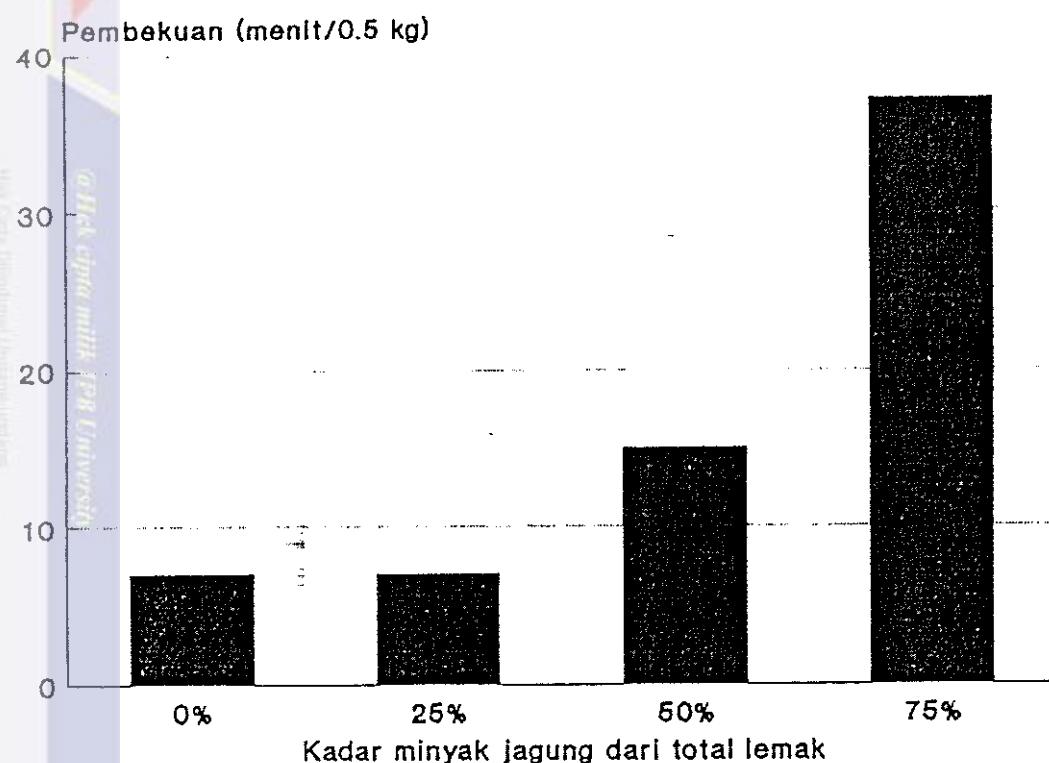
Secara visual adonan es krim yang telah dipasteurisasi sudah homogen dan tidak mengalami pemisahan. Sedangkan menurut Webb (1982) krim susu mengandung serum protein yang jauh lebih sedikit daripada jumlah globula lemaknya sehingga lebih banyak permukaan globula lemak

yang tidak dilindungi oleh protein. Keadaan ini menyebabkan adonan kurang stabil dan globula lemak cenderung memisahkan diri dengan cara naik ke bagian atas adonan dan membentuk lapisan.

Untuk menstabilkan adonan dan mencegah pemisahan globula lemak, maka adonan es krim dihomogenasi selama 10 menit pada kecepatan 1 500 rpm. Selama proses homogenasi ini butir-butir lemak dipaksa melalui katup yang sangat kecil dan dengan bantuan tekanan tertentu (Jacobs, 1951) sehingga ukuran butir lemak tersebut direduksi sampai tidak lebih dari  $2 \mu\text{m}$  (Arbuckle, 1981).

Menurut Jacobs (1951) reduksi ukuran partikel menghasilkan permukaan partikel yang lebih luas dan ukuran partikel yang seragam tersebut dapat mencegah butir lemak memisahkan diri untuk membentuk lapisan krim. Butir lemak dengan permukaan yang lebih luas dapat menampung lebih banyak protein yang diadsorpsi dari fase plasma sehingga emulsi lebih stabil (Webb, 1982).

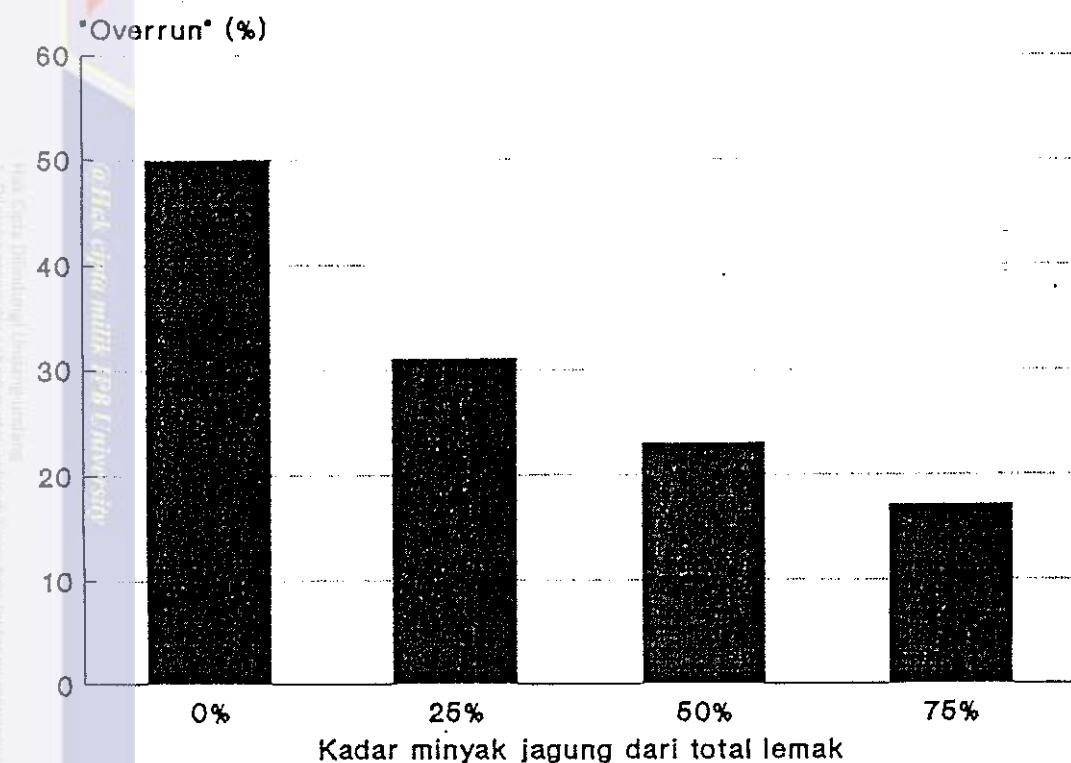
Pada es krim yang mengandung gelatin dibutuhkan penuaan adonan sehingga gelatin dapat mengikat air. Penuaan adonan dilakukan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam. Pada umumnya bahan penstabil yang berasal dari tanaman dapat kehilangan kemampuannya untuk mengikat air selama penuaan adonan ini (Desrosier dan Tressler, 1977).



Gambar 5. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap waktu pembekuan es krim

Penuaan memberikan kesempatan bagi protein susu untuk terhidrasi ke dalam sistem (Sone, 1972). Adonan yang telah dituakan ini menjadi lebih kental.

Menurut Glicksman (1983), suhu air yang digunakan untuk membuat larutan gum arabik, seperti juga suhu penyimpanan mempengaruhi perubahan kekentalan selama penuaan adonan. Kecepatan perubahan kekentalan berhubungan langsung dengan kecepatan hidrasi gum arabik. Pada penelitian ini gum arabik dilarutkan dengan air yang bersuhu 50°C.



Gambar 6. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap "overrun" es krim

Tahap paling penting dalam pembuatan es krim adalah pembekuan. Menurut Mc Williams (1979) agitasi dengan pembeku tipe "batch" mengikat sejumlah air yang tersedia di dalam alat pembeku tersebut. Selama proses pembekuan suhu adonan diturunkan dari suhu penuaan ( $4^{\circ}\text{C}$ ) ke suhu pembekuan. Umumnya pembekuan adonan dimulai pada suhu  $-2.8^{\circ}\text{C}$  (Desrosier dan Tressler, 1977). Sebagian air membeku pada tahap ini dan udara dipaksa untuk masuk ke dalam adonan sehingga memperbesar volume adonan. Pembekuan ini berlangsung selama 7 menit per 500 gram adonan dan ketika adonan dikeluarkan dari alat pembeku suhu



adonan mencapai  $-6^{\circ} - (-) 8^{\circ}\text{C}$ .

Waktu pembekuan ini meningkat dengan bertambahnya jumlah minyak jagung yang digunakan. Bahkan es krim yang menggunakan minyak jagung 100% tidak dapat membeku sama sekali. Dari Gambar 5 dan 6 dapat dilihat bahwa waktu pembekuan dan "overrun" es krim sangat dipengaruhi oleh jumlah substitusi minyak jagung terhadap krim susu.

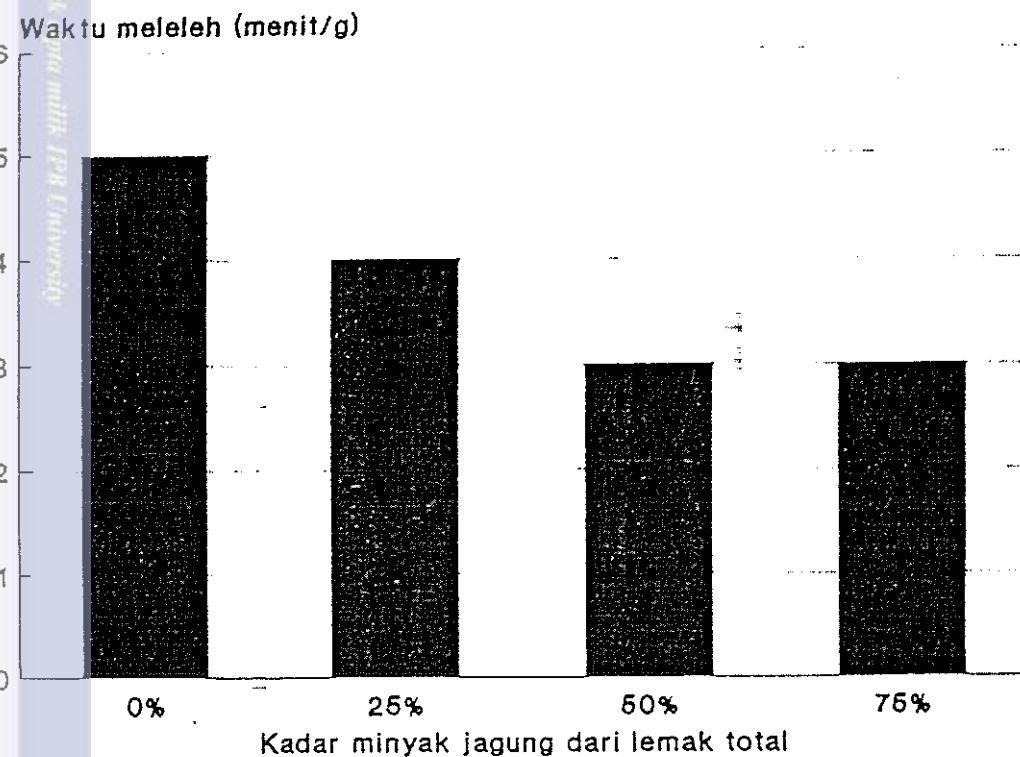
Meningkatnya waktu pembekuan ini disebabkan oleh minyak jagung yang mempunyai titik cair rendah, yaitu  $-15.5^{\circ} - (-) 11.1^{\circ}\text{C}$  (Ketaren, 1986). Titik cair minyak jagung yang rendah ini menyebabkan es krim sulit membeku dan cepat meleleh. Pengaruh minyak jagung terhadap kecepatan pelelehan es krim dapat dilihat pada Gambar 7.

Dari analisa sidik ragam (Lampiran 2, 3, dan 4) dapat dilihat bahwa substitusi krim susu dengan minyak jagung tidak berpengaruh pada rasa, tekstur dan "after taste". Kecepatan pelelehan dan waktu pembekuan es krim semakin bertambah, sedangkan "overrun" semakin menurun dengan meningkatnya jumlah minyak jagung yang menggantikan krim susu.

Berdasarkan kecepatan pelelehan, waktu pembekuan, dan "overrun" dipilih formula es krim dengan substitusi minyak jagung terhadap krim susu yang terbaik adalah 25% krim susu disubstitusi oleh minyak jagung.

Sebagian air yang belum membeku selama proses pembekuan akan dibekukan pada proses pengerasan produk setelah

adonan dikeluarkan dari "votator" atau alat pembeku dengan agitasi. Suhu untuk proses pengerasan adalah  $-30^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.



Gambar 7. Pengaruh penambahan minyak jagung terhadap kecepatan pelelehan es krim

Bahan pencitarasa yang digunakan adalah vanila, tetapi tidak menggunakan bahan pewarna. Produk yang dihasilkan berwarna kekuning-kuningan. Warna ini berasal dari warna alami lemak susu. Tekstur es krim dengan 25% minyak jagung cukup halus dan lembut serta dapat meleleh dengan mudah di dalam mulut.

## B. PENELITIAN LANJUTAN

Pada penelitian lanjutan ini dilakukan pengamatan terhadap es krim yang 25% krim susunya disubstitusi oleh minyak jagung, dengan beberapa macam perlakuan terhadap bahan penstabilnya. Resep es krim yang 25% krim susunya diganti dengan minyak jagung disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Resep es krim dengan substitusi minyak jaung sebesar 25%

BAHAN	JUMLAH/kg	ADONAN
Gula	120.00	g
Krim susu	236.84	g
Minyak jagung	30.00	g
Susu bubuk skim	189.44	g
Kuning telur	10.00	g
Vanila	5.00	g
Air	408.72	g
<b>TOTAL</b>	<b>1 000.00</b>	<b>g</b>

Bahan penstabil tidak berpengaruh langsung terhadap kadar lemak, total padatan, warna, aroma, dan rasa es krim akan tetapi bahan penstabil ini mempunyai efek sinergis dengan sifat-sifat organoleptik tersebut. Selain itu bahan penstabil membantu menstabilkan sistem emulsi dan memperbaiki tekstur sehingga secara tidak langsung berhubungan dengan lemak dan padatan di dalam es krim.

Pengaruh bahan penstabil terhadap es krim akan dibahas lebih terperinci dalam pembahasan berikut :

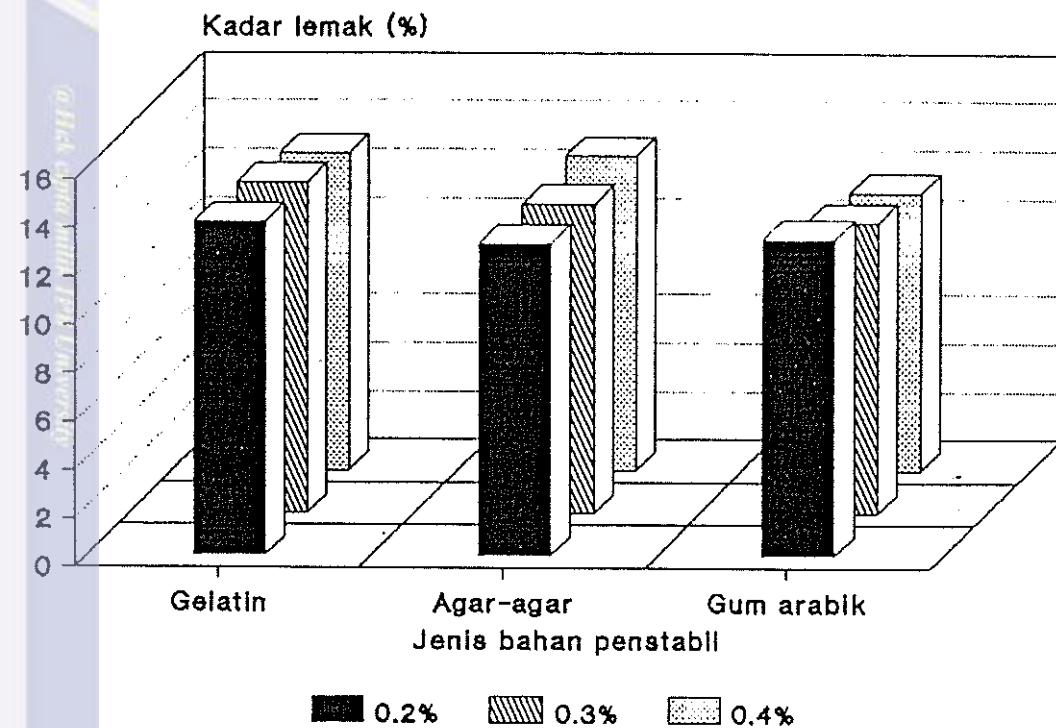
## 1. Kadar lemak

Kadar lemak rata-rata es krim yang menggunakan 3 macam bahan penstabil pada konsentrasi 0.2%, 0.3%, dan 0.4% berkisar antara 11.5% sampai 13.8% (Lampiran 1). Es krim dengan penstabil gelatin memiliki kadar lemak tertinggi, yaitu 13.5%. Sedangkan es krim yang menggunakan gum arabik sebagai bahan penstabil mempunyai kadar lemak terendah, yaitu 12.2%. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil dapat dilihat pada Gambar 8. Secara statistika (Lampiran 5) jenis, konsentrasi, dan interaksi keduanya tidak berbeda nyata.

Agar-agar, dan gum arabik tidak memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak es krim, karena agar-agar dan gum arabik diperoleh dari tumbuhan dan tidak mengandung lemak. Sedangkan es krim yang menggunakan penstabil gelatin menunjukkan kecenderungan kadar lemak yang lebih tinggi, karena gelatin ini dihidrolisa dari jaringan ikat hewan.

Menurut Johns (1977) gelatin yang diperoleh dari jaringan kulit dan tulang hewan mengandung sejumlah lemak. Lemak yang diidentifikasi terdapat pada kulit hewan adalah lilin, ester sterol, trigliserida, sterol, dan asam lemak bebas. Tulang hewan dapat mengandung lemak sebanyak 1% sampai 27%.





Gambar 8. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap kadar lemak es krim

Bahan penstabil di dalam es krim tidak mempengaruhi kadar lemak produk tetapi mempengaruhi kestabilan butir-butir lemak dalam sistem emulsi. Dalam mekanismenya bahan penstabil ini mengubah beberapa sifat permukaan butir lemak untuk mencegah butir-butir lemak tersebut bergabung di permukaan adonan dan membentuk lapisan krim (Glicksman, 1969).

Es krim yang baik mengandung sekitar 12% lemak. Lemak ini berasal dari krim susu dan minyak jagung. Sebagai sistem koloidal dengan tipe emulsi, partikel-partikel di dalam es krim mempertahankan kestabilannya



dengan partikel-partikel bermuatan dan gerak Brown (Arbuckle, 1981).

Lemak di dalam es krim dapat menghambat pembentukan kristal es yang besar (Arbuckle, 1981). Menurut Sone (1972) kestabilan rongga udara yang terbentuk selama pembekuan dipengaruhi oleh kestabilan globula lemak. Selain itu lemak memberikan efek pelumas di antara kristal-kristal es sehingga menyebabkan penurunan kekentalan. Bahan penstabil dapat pula memberikan efek pelumas, tetapi jika terlalu banyak akan meningkatkan kekentalan.

Ketidakstabilan butir lemak dalam sistem emulsi ini sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan besarnya perubahan suhu selama proses (Webb, 1982). Pembekuan yang lambat memberikan kemungkinan yang lebih besar untuk menghasilkan produk yang tidak stabil dibandingkan pembekuan yang cepat.

Beberapa bahan penstabil seperti gelatin dan gum arabik dapat berfungsi sebagai pengemulsi. Bahan pengemulsi ini dapat menurunkan tegangan permukaan di antara fase lemak dan cairan yang tersuspensi (Sone, 1972). Pada umumnya hidrokoloid mampu menahan sistem suspensi dalam keadaan stabil karena kemampuannya sebagai bahan pengental dan bukan sebagai agen hidrofilik-liofilik. Dengan cara mengentalkan adonan, maka kecenderungan fase terdispersi (butir-butir lemak)



untuk bergabung diminimumkan dan emulsi menjadi stabil (Glicksman, 1969).

Sebagai koloid pelindung, bahan penstabil akan menyelimuti butir-butir lemak sehingga kehilangan sifat permukaannya dan mengambil sifat permukaan koloid. Dengan demikian bahan penstabil menjadi jembatan antara fase kontinyu dengan fase terdispersi (Glicksman, 1969).

## 2. Total padatan

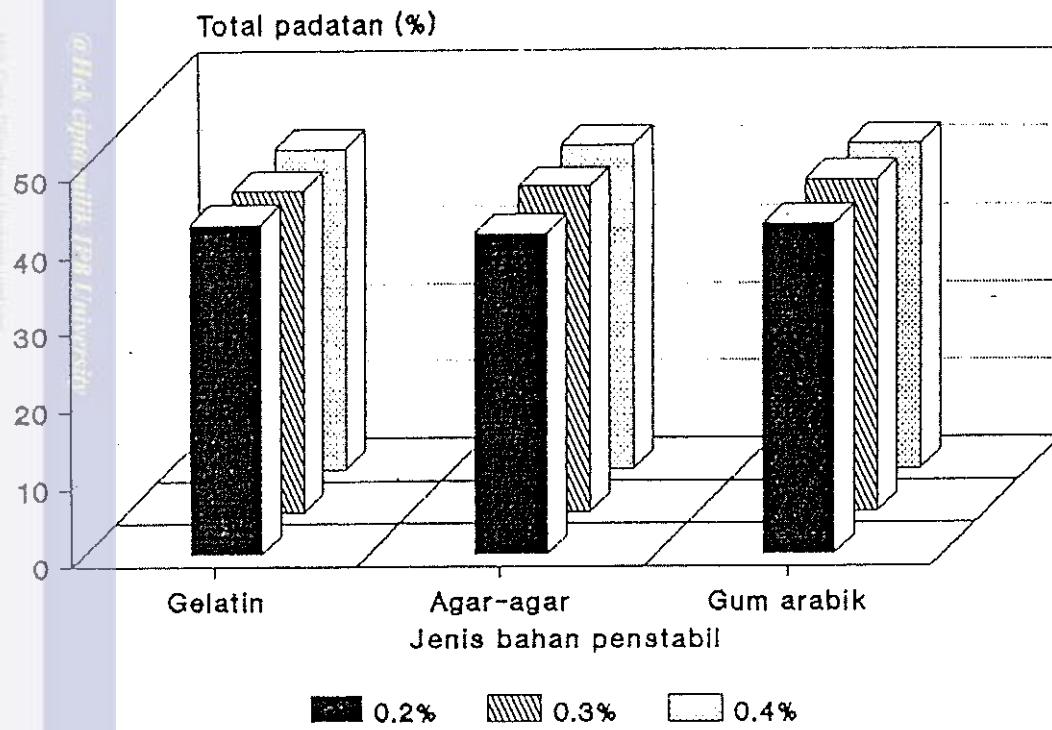
Dari analisa sidik ragam (Lampiran 6) dan Gambar 9 diketahui bahwa total padatan tidak dipengaruhi oleh jenis penstabil, konsentrasi penstabil, maupun interaksi semua perlakuan.

Jumlah bahan penstabil yang ditambahkan adalah 0.2%, 0.3%, dan 0.4%. Jumlah tersebut terlalu kecil untuk dapat mempengaruhi total padatan es krim. Total padatan es krim berkisar antara 41.34 hingga 42.82. Padatan es krim berasal dari susu bubuk skim dan gula yang ditambahkan, serta sebagian kecil dari kuning telur.

Susu bubuk skim mengandung 37% protein. Protein dengan bantuan bahan penstabil dapat meningkatkan kekentalan adonan dan memberikan sifat berbuih yang lebih besar (Mc Williams, 1979). Padatan di dalam es krim memegang peranan penting dalam pembentukan tubuh



es krim dan memperlambat pelelehan es krim.



Gambar 9. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap total padatan es krim

Bahan penstabil meningkatkan kekentalan adonan dengan cara membentuk matriks gel dan menahan fase cairan terdispersi (Glicksman, 1969). Pada saat suhu turun menuju titik pembentukan gel terjadi penurunan gerak Brown dari partikel-partikel koloidal di dalam sistem. Penurunan ini disebabkan karena adanya penggunaan tenaga yang besar antara molekul-molekul sehingga mengakibatkan hidrasi dan hubungan antar partikel-partikel tersebut (Glicksman, 1969).

Kemampuan gum arabik untuk membentuk larutan



berkonsentrasi tinggi sesuai dengan sifat-sifat gum arabik tersebut sebagai penstabil dan pengemulsi pada saat bergabung dengan sejumlah besar bahan-bahan yang tidak larut. Penggunaan gum arabik di dalam es krim umumnya sekitar 0.06% (Glicksman, 1983).

### 3. "Overrun"

Konsentrasi bahan penstabil yang ditambahkan dan interaksi antara jenis dan konsentrasi penstabil yang ditambahkan sangat mempengaruhi "overrun" es krim (Lampiran 7). "Overrun" terbesar dihasilkan pada es krim yang menggunakan gelatin sebanyak 0.2%, yaitu 45.08%. Sedangkan "overrun" terkecil (20.06%) dihasilkan oleh es krim dengan bahan penstabil agar-agar sebanyak 0.4%. Es krim dengan penstabil gelatin mempunyai "overrun" tertinggi (34.91%), sedangkan "overrun" terendah (29.93%) dimiliki oleh es krim dengan penstabil agar-agar. Uji statistika menunjukkan bahwa "overrun" es krim tidak dipengaruhi oleh ketiga jenis bahan penstabilnya.

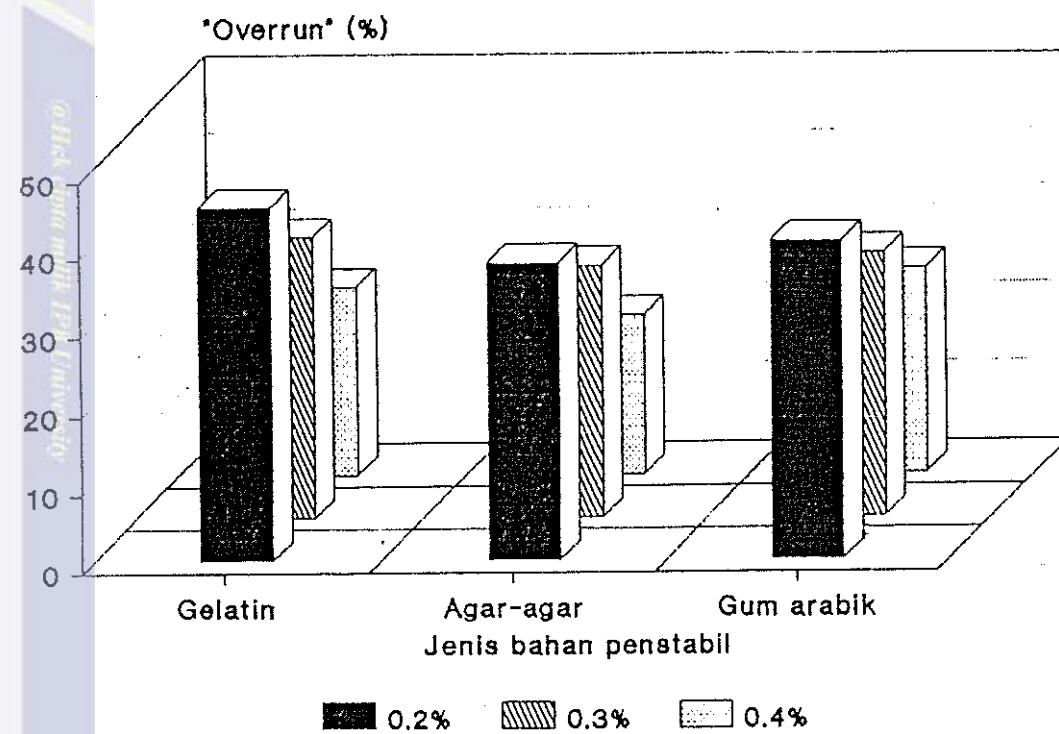
Semakin banyak bahan penstabil yang ditambahkan, "overrun" akan semakin menurun (Gambar 10). Berdasarkan hasil pengamatan makin banyak penstabil yang digunakan, kekentalan adonan akan semakin tinggi. Menurut Arbuckle (1981), jika kekentalan adonan meningkat maka daya pengembangan (overrun) akan

semakin menurun. Air yang terikat di dalam struktur molekul menyebabkan adonan makin kental. Semakin kental adonan, maka tegangan permukaan adonan menjadi lebih besar. Akibatnya udara sukar menembus permukaan adonan dan pengembangan es krim yang dihasilkan lebih rendah.

Menurut Jones (1977), gelatin di dalam larutan dapat mencegah kristalisasi gula dan mengurangi ukuran kristal yang terbentuk. Jones (1977) menyebutkan pula bahwa "overrun" es krim dipengaruhi oleh bahan pengemulsi. Meskipun jarang digunakan sebagai pengemulsi, tetapi gelatin dapat meningkatkan daya emulsi di dalam produk pangan. Konsentrasi yang dapat digunakan adalah 0-25%.

Selain berfungsi sebagai penstabil, gum arabik dapat berfungsi pula sebagai pengemulsi di kisaran pH yang luas. Gum arabik membentuk lapisan film di sekeliling globula lemak sehingga mencegah bersatunya globula lemak tersebut (Glicksman, 1983).

Es krim adalah sistem koloid yang sangat kompleks. Adonan es krim dapat merupakan suatu sol (dispersi padatan dalam cairan), atau emulsi (dispersi cairan dalam cairan), atau buih (dispersi gas dalam cairan), ataupun merupakan suatu gel (Considine, 1983).



Gambar 10. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap "overrun" es krim

Tekstur es krim yang disukai adalah tekstur yang lembut. Menurut Arbuckle (1981) tekstur es krim yang lembut dapat diperoleh jika kristal es yang terbentuk cukup kecil ( $35 \mu\text{m}$ ) dan cukup banyak udara yang terperangkap dalam adonan selama pembekuan sehingga "overrun" es krim tersebut cukup tinggi.

"Overrun" es krim dipengaruhi oleh kuning telur yang dikocok pada saat pencampuran adonan. Protein kuning telur berikatan kompleks dengan lemak, seperti lipoprotein dan lipovitelin. Protein yang terikat secara kompleks dengan lemak tersebut adalah



fosfolipid (Powrie, 1973).

Setiap protein telur memiliki kemampuan membentuk busa yang berbeda-beda. Pada waktu kuning telur dikocok, ikatan-ikatan dalam molekul protein akan terbuka sehingga molekul protein menjadi lebih panjang. Kemudian udara terperangkap di dalam molekul-molekul protein yang terbuka rantainya sehingga volume adonan bertambah (Baldwin, 1973).

Glicksman (1969) menyebutkan bahwa busa (buih) yang stabil dihasilkan dengan mempertahankan tekanan uap yang rendah dengan cara meningkatkan fase gas bersama dengan tegangan permukaan yang rendah dari fase cair yang mengembang sangat besar sehingga menyelemuti agglomerat gas. Pada larutan gelatin, buih setelah pengembangan dapat distabilkan hanya dengan didinginkan.

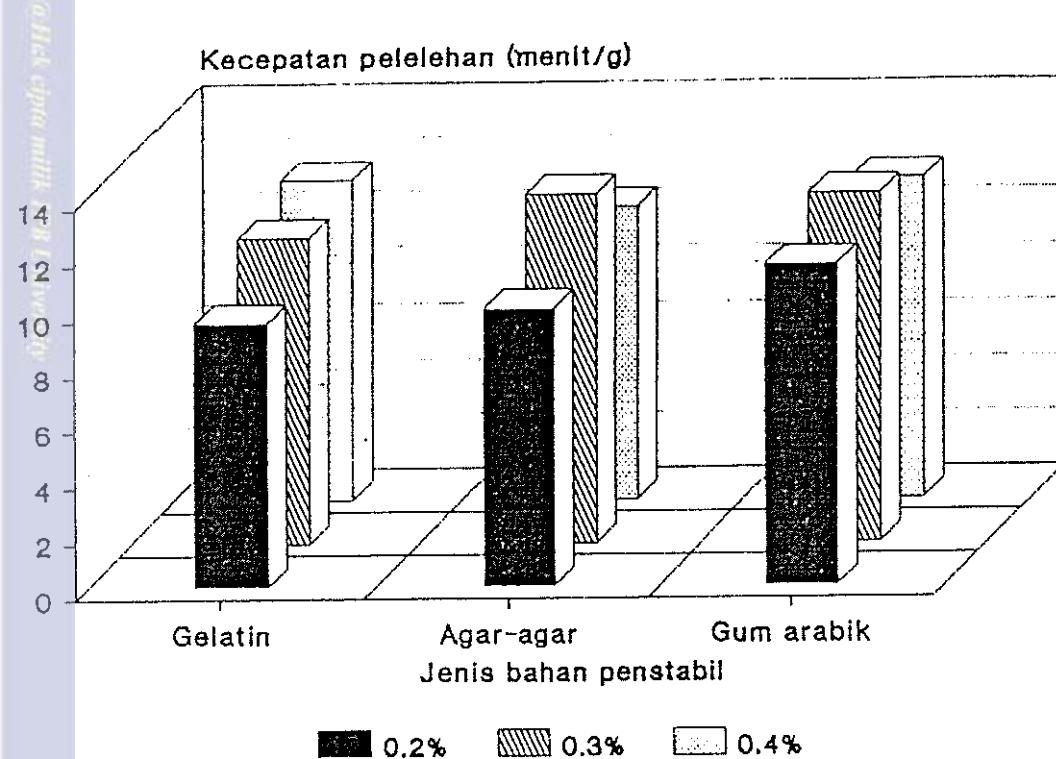
Berbeda dengan gelatin dan gum arabik, agar-agar tidak mempunyai daya pengemulsi. Sehingga es krim yang menggunakan agar-agar sebagai bahan penstabil mempunyai "overrun" paling kecil.

#### 4. Kecepatan pelelehan

Kecepatan pelelehan es krim berkisar antara 9.5 menit hingga 12.5 menit per gram contoh (Lampiran 1). Secara statistika kecepatan pelelehan es krim tidak dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan



penstabil, serta interaksi kedua perlakuan (Lampiran 3).



Gambar 11. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap kecepatan pelelehan es krim

Kecepatan pelelehan es krim berkaitan dengan karakteristik tubuh dan tekstur es krim, serta intensitas kemanisan (Nelson dan Trout, 1951). Tubuh dan tekstur es krim ditentukan oleh padatan yang terkandung dalam adonan. Padatan tersebut dapat berasal dari gula, padatan susu tanpa lemak, protein, dan hidrokoloid.

Es krim yang bertekstur kasar dan kurang kompak atau rendah total padatannya, yang berarti rendah pula



kekentalannya, mempunyai resistensi pelelehan yang rendah sehingga mudah meleleh (Nelson dan Trout, 1951).

Menurut Sone (1972), kecepatan pelelehan meningkat dengan meningkatnya jumlah gula. Sedangkan menurut Mc Williams (1979), gula dalam adonan es krim menurunkan suhu pembekuan sehingga produk akan meleleh pula pada suhu yang lebih rendah.

Sebaliknya, hidrokoloid sebagai penstabil emulsi pada es krim dapat meningkatkan kehalusan tekstur, memperbaiki tubuh es krim, dan memperlambat pelelehan (Glicksman, 1969 dan Arbuckle, 1981).

Gelatin memiliki resistensi pelelehan yang terendah. Gel gelatin bersifat reversibel berdasarkan panas dan dapat mencair atau membeku lagi dengan pemanasan atau pendinginan. Gel ini mudah meleleh karena ikatan pada matriks gelnya tidak melibatkan ikatan kovalen, tetapi hanya melibatkan ikatan sekunder. Diduga ikatan yang berperan penting untuk mempertahankan matriks gel adalah ikatan hidrogen antara grup imida dan karboksil (Glicksman, 1983).

Menurut Jones (1977), gelatin dapat mengontrol pelelehan es krim hanya jika gelatin berada di permukaan butir lemak. Jika adonan mengandung susu bubuk skim cukup tinggi, maka protein susu akan menghalangi gelatin dalam usahanya untuk mencapai permukaan lemak



dan membentuk struktur yang sesuai.

Gelasi oleh agar-agar dapat terbentuk pada larutan yang sangat encer (1% agar-agar). Gelasi telah nampak jelas pada konsentrasi agar-agar 0.04%. Gel tersebut kaku, rapuh, tetapi mudah meleleh dan mudah terbentuk kembali (Glicksman, 1983).

Bahan penstabil yang mempunyai resistensi pelelehan tertinggi adalah gum arabik dan agar-agar. Semakin tinggi konsentrasi penstabil yang digunakan, resistensi pelelehannya makin besar, yang berarti kecepatan pelelehannya makin kecil (Gambar 11).

## 5. Penilaian organoleptik

### a. Warna

Warna es krim harus menarik dan menyenangkan konsumen, seragam, dan tipikal serta dapat mewakili citarasa yang ditambahkan (Nelson dan Trout, 1951).

Dari uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 5% (Lampiran 9) menunjukkan perbedaan yang nyata pada warna es krim dengan jenis penstabil serta interaksi antara jenis dan konsentrasi penstabil yang digunakan. Warna es krim tidak dipengaruhi oleh konsentrasi penstabil.

Es krim dengan penstabil gum arabik memperoleh skor tertinggi yaitu 6.73 (suka), sedangkan skor



terendah adalah es krim dengan penstabil gelatin sebanyak 0.3%, yaitu 6,43 (suka), karena es krim yang dihasilkan berwarna kuning pucat.

Baik agar-agar maupun gum arabik memberikan warna yang lebih kekuningan pada es krim. Hal ini disebabkan gum arabik dan agar-agar mengandung polisakarida (Glicksman, 1983). Polisakarida ini dapat bereaksi dengan asam amino yang terdapat di dalam susu bubuk skim selama pemanasan (Winarno, 1989) membentuk melanoidin yang berwarna coklat.

Menurut Glicksman (1983) agar-agar mengandung protein, gula pereduksi, polisakarida, dan garam. Pencoklatan akan terjadi jika agar-agar dipanaskan pada kelembaban atmosfir. Reaksi ini terjadi karena gula-gula pereduksi bereaksi dengan nitrogen amina yang terdapat pada susu bubuk skim.

Umumnya es krim dengan citarasa vanila tidak perlu menggunakan pewarna tambahan agar es krim berwarna kuning, karena lemak susu sudah dapat memberikan warna kekuningan. Warna kuning yang dihasilkan oleh es krim pada penelitian lanjutan ini berasal dari lemak susu dan minyak jagung yang digunakan. Menurut Eckles *et al.* (1984) pigmen karotenoid larut dalam minyak atau lemak dan dapat memberikan warna kekuningan. Warna alami minyak jagung adalah kuning keemasan, yang ditimbulkan

oleh pigmen karotenoid (Reiners dan Gooding, 1970 dan Williams, 1966). Menurut Eckles et al. (1984), lemak susu mengandung sejumlah besar karotenoid sehingga menimbulkan warna kuning keemasan. Pigmen karotenoid ini berasal dari tanaman hijau yang dikonsumsi oleh sapi. Di dalam tubuh sapi pigmen ini dibawa ke aliran darah dan kemudian bergabung dengan lemak susu.

Bahan penstabil yang digunakan relatif sedikit sehingga gum arabik dan agar-agar hanya memberikan warna kekuningan pada es krim. Warna es krim lebih ditentukan oleh warna krim susu dan minyak jagung.

b. Aroma

Pada penggunaan 0.5% vanila, aroma es krim tidak dipengaruhi oleh penstabil yang digunakan, baik oleh jenis, konsentrasi, maupun interaksi keduanya (Lampiran 10). Penilaian panelis berkisar antara 5.88 (biasa) hingga 6.20 (suka).

Menurut Glicksman (1969), hidrokoloid tidak mengandung bahan-bahan volatil yang dapat menimbulkan aroma pada bahan pangan, akan tetapi hidrokoloid dapat memberikan efek sinergis pada penambahan citarasa ke dalam emulsi.

Minyak jagung tidak mempengaruhi aroma es krim karena aroma minyak jagung telah dihilangkan



(Williams, 1966). Aroma es krim tidak berubah selama pembekuan, baik secara struktural maupun kimiawi (Webb, 1982).

Menurut Heath (1978), aroma es krim dibentuk oleh lemak susu dan bahan pencitarasa yang ditambahkan. Aroma es krim berasal dari asam butirat ( $C_4$ ) yang terdapat di dalam lemak susu. Asam butirat ini bersifat volatil sehingga mempengaruhi aroma es krim (Eckles *et al.*, 1984). Selain asam butirat, lemak susu juga mengandung grup volatil lainnya, seperti kaprilat dan kaprat yang larut dalam asam lemak, serta laurat yang tidak larut asam lemak. Lemak susu mengandung sekitar 17% gliserida dengan grup volatil.

Aroma dan tekstur es krim paling baik jika es krim segera dikonsumsi setelah es krim mencapai suhu  $-12^{\circ}$ - $(-9)^{\circ}$ C (Heath, 1978). Suhu yang rendah ini dapat mematikan kepekaan indra pencicip dalam waktu singkat, tergantung jumlah es krim yang dikonsumsi (Nelson dan Trout, 1951).

Vanila yang digunakan adalah pencitarasa sintetik. Bahan pencitarasa ini mengandung vanilin, etil vanilin, piperonal, dan sejumlah kecil ester-ester. Bahan-bahan tersebut dilarutkan dalam etanol gliserin dan kadang-kadang juga digunakan air (Heath, 1978).

Jumlah pencitarasa yang ditambahkan pada es krim bervariasi tergantung pada besarnya "overrun" dan total padatan es krim. Semakin besar "overrun" es krim maka pencitarasa yang ditambahkan semakin banyak pula (Heath, 1978).

## Rasa

Rasa makanan adalah turunan dari sebagian komponen pangan yang terlarut dalam air liur selama makanan dicerna secara mekanis di dalam mulut (Sone, 1972).

Rasa es krim tidak dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi penstabil, serta interaksi kedua perlakuan tersebut. Penilaian organoleptik terhadap rasa berkisar antara 6.18 hingga 6.66 (suka).

Pada es krim vanila, kemanisan produk harus cukup menonjol tetapi tidak boleh menutupi rasa komponen lain (Nelson dan Trout, 1951). Mc Williams (1979) menyatakan bahwa kemanisan adalah faktor yang dapat mempengaruhi citarasa suatu produk pangannya.

Rasa es krim ditimbulkan oleh gula dan susu bubuk skim yang ditambahkan. Gula memberikan rasa manis. Susu bubuk skim mengandung laktosa dan garam-garam mineral (Arbuckle, 1981). Gula susu (laktosa) memperkuat rasa manis yang ditimbulkan

oleh gula. Sedangkan garam-garam mineral memberikan rasa agak asin. Gabungan rasa manis dan asin inilah yang memberikan rasa gurih yang disukai pada es krim.

Sebagai salah satu produk susu, rasa krim di dalam es krim harus cukup menonjol sehingga dengan mudah dapat dideteksi oleh konsumen. Rasa krim ini berasal dari lemak susu. Es krim yang kaya dengan krim sangat cocok dengan citarasa vanila (Heath, 1978).

### d. Tekstur

Menurut Sone (1972), tekstur es krim dibentuk oleh kristal-kristal es yang terdispersi di dalam kristal-kristal udara sehingga es krim mempunyai konsistensi dan rasa yang unik. Selanjutnya Sone menyatakan bahwa tekstur suatu bahan pangan sangat mempengaruhi rasa bahan pangan tersebut. Tekstur yang baik akan mendukung citarasa suatu bahan pangan.

Analisa sidik ragam pada Lampiran 12 menunjukkan bahwa tekstur es krim dipengaruhi oleh interaksi antara jenis dan konsentrasi bahan penstabil. Nilai kesukaan panelis berkisar antara 5.50 (biasa) hingga 6.60 (suka). Tekstur yang paling disukai adalah es krim dengan penstabil agar-agar sebanyak



0.2%. Sedangkan nilai organoleptik terendah adalah es krim dengan penstabil agar-agar sebanyak 0.4% (Gambar 12).

Nilai kesukaan panelis semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi agar-agar yang digunakan. Menurut Glicksman (1983) agar-agar umumnya digunakan pada es krim dengan konsentrasi 0.25%. Pada konsentrasi agar-agar 0.3% dan 0.4% kesukaan panelis mulai menurun karena tekstur es krim yang semakin keras.

Bahan penstabil di dalam es krim berfungsi untuk (1) mencegah terbentuknya kristal es yang besar selama pembekuan, (2) menghasilkan tekstur es krim yang lembut, (3) menyeragamkan produk, dan (4) menghambat pelelehan (Arbuckle, 1981).

Hidrokoloid mempengaruhi pembentukan kristal dengan cara persaingan. Hidrokoloid bersaing dengan kristal es dalam larutan untuk memperebutkan molekul air (Glicksman, 1969).

Bahan penstabil yang berasal dari tumbuhan, seperti gum arabik dan agar-agar, akan meningkatkan dispersi bahan pangan sehingga menghasilkan tekstur yang lebih baik pada es krim (Sone, 1972).

Glicksman (1983) menyebutkan bahwa gum arabik mencegah bersatunya globula lemak dengan cara membentuk lapisan, sehingga memungkinkan tingkat



dispersi yang tinggi dengan mengurangi diameter globula.

Gel gelatin memberikan tekstur yang lentur karena derajat ikatan silangnya yang rendah. Sedangkan ikatan silang yang cukup banyak dalam ruang yang sempit, seperti pada gel yang dibentuk oleh hidrokoloid dari rumput laut, akan menghasilkan struktur yang lebih kaku mendekati kristalasi. Hal ini menyebabkan gel agar-agar lebih rapuh tekturnya (Glicksman, 1969).

Menurut Mc Williams (1979) serta Nelson dan Trout (1951), tekstur es krim ditentukan oleh padatan dalam adonan, konsentrasi gula, kekentalan, dan resistensi pelelehannya.

Sone (1972) mengatakan bahwa lemak susu, laktosa, gula, bahan pengemulsi dan penstabil sangat berperanan dalam membentuk tekstur es krim.

Gel yang dibentuk oleh agar-agar sangat dipengaruhi oleh adanya gula dalam adonan (Glicksman, 1983). Gula dapat mengakibatkan gel yang terbentuk lebih keras dan tekturnya kurang kompak.

Gula menghalangi pembentukan kristal es selama pembekuan produk. Fenomena ini terjadi karena molekul gula menarik molekul air sehingga mengganggu pembentukan kristal es. Dengan demikian gula membantu mencegah pembentukan kristal es yang

besar. Akibatnya tekstur yang dihasilkan lebih lembut (Mc Williams, 1979).

Padatan susu yang berasal dari susu bubuk skim kaya akan protein. Padatan ini dapat meningkatkan kekentalan adonan dan memberikan kemampuan berbuih yang lebih besar dengan adanya protein tersebut. Hal ini dapat mendorong pembentukan tekstur es krim yang lebih halus (Mc Williams, 1979).

Menurut Nelson dan Trout (1951), tubuh es krim yang lembek disebabkan oleh kekentalan adonan yang rendah dan kurangnya padatan susu dalam adonan. Tubuh es krim yang lembek ini umumnya berkaitan dengan resistensi pelelehan yang rendah pula.

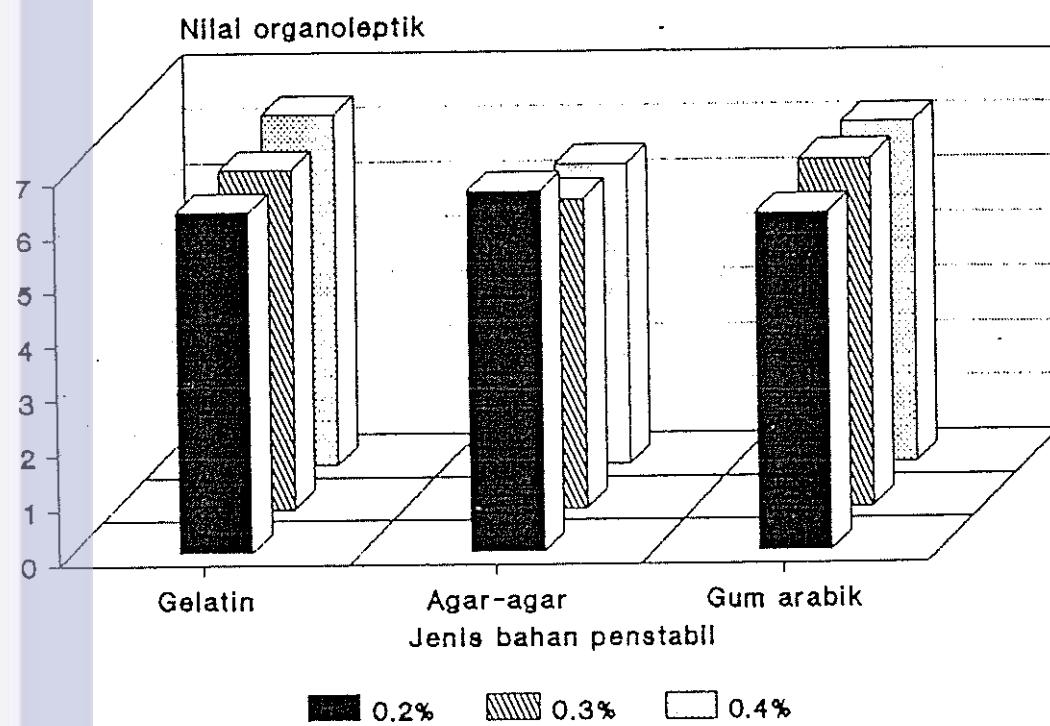
Tekstur es krim berkaitan dengan ukuran, bentuk, dan pengalokasian partikel (Sherman, 1976). Es krim dalam keadaan beku merupakan busa padat, dimana udara terperangkap di dalam adonan beku tersebut.

Menurut Sherman (1976), cairan yang berfungsi sebagai lamela di antara kristal udara, sangat tebal (30 sampai 50  $\mu\text{m}$ ) dibandingkan lamela pada buih-buih yang lain. Kristal lemak dan kristal es berada dalam cairan lamela tersebut. Beberapa partikel lemak diselimuti oleh rongga udara.

Kristal es jauh lebih besar daripada partikel lemak. Pengamatan di bawah mikroskop elektron



menunjukkan ukuran kristal es sekitar  $34 \mu\text{m}$  dan kristal lemak sekitar  $2 \mu\text{m}$ . Ukuran kristal es inilah yang sangat menentukan tekstur es krim. Jika kristal es berukuran di bawah  $35 \mu\text{m}$ , tekstur es sangat lembut; antara  $35$  sampai  $55 \mu\text{m}$  tekstur es krim masih cukup lembut, tetapi kristal es di atas  $55 \mu\text{m}$  sudah menyebabkan tekstur yang kasar (Sherman, 1976).



Gambar 12. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil terhadap tekstur es krim

Kristal lemak dikelilingi oleh subunit misel kasein yang tebalnya  $10 \mu\text{m}$ . Bagian luar dari partikel lemak tersebut terutama disusun oleh

fraksi lemak yang mudah meleleh sehingga es krim dapat dengan mudah meleleh dan memberikan kesan "meluncur" di dalam mulut (Sherman, 1976).





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan di penelitian pendahuluan terhadap kecepatan pelelehan, waktu pembekuan, dan "overrun" serta sifat organoleptik, maka dipilih es krim yang menggunakan minyak jagung sebesar 25% untuk menggantikan krim susu.

Substitusi 25% lemak susu dengan minyak jagung tidak mengubah rasa, tekstur, dan waktu pembekuan es krim, serta tidak memberikan "after taste" yang menyimpang, tetapi menghasilkan es krim dengan "overrun" yang lebih rendah dan lebih cepat meleleh daripada es krim tanpa substitusi minyak jagung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lemak, kecepatan pelelehan, dan total padatan es krim tidak dipengaruhi oleh bahan penstabil yang digunakan. Lemak yang terkandung dalam es krim sebagian besar berasal dari krim susu dan minyak jagung. Sedangkan padatan es krim berasal dari gula dan susu bubuk skim. Kecepatan pelelehan es krim dipengaruhi oleh jumlah padatan di dalam es krim, gula, dan bahan pengemulsi.

Penggunaan bahan penstabil sangat mempengaruhi "overrun" es krim. Pengembangan terbaik, sebesar 45.08%, diberikan oleh gelatin dengan konsentrasi 0.2%. "Overrun" semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi



bahan penstabil yang ditambahkan.

Warna es krim dipengaruhi oleh jenis bahan penstabil yang digunakan. Penggunaan gum arabik dan agar menimbulkan warna yang lebih kuning pada es krim. Es krim dengan penstabil gelatin memiliki warna kuning paling pucat.

Rasa dan aroma es krim tidak dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan penstabil yang digunakan serta interaksi kedua perlakuan.

Tekstur es krim dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi bahan penstabil. Penggunaan agar sebesar 0.2% menghasilkan tekstur yang paling disukai oleh panelis. Semakin banyak bahan penstabil yang ditambahkan akan menurunkan kesukaan panelis.

## B. SARAN

Untuk membuat es krim dengan "overrun" yang cukup tinggi dan menghasilkan tekstur es krim yang lembut disarankan menggunakan bahan penstabil gelatin dengan konsentrasi yang lebih besar dari 0.4%.

Es krim umumnya mempunyai nilai "overrun" kira-kira sebesar 100%. Jika "overrun" es krim belum mencapai nilai tersebut, "overrun" ini dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan pengemulsi dan busa dari putih telur yang dikocok, atau dengan menggunakan "votator" yang memungkinkan suntikan udara tambahan. Bahan pengemulsi sintetik yang juga dapat digunakan misalnya mono/digli-



serida (gliseril monostearat, gliseril laktopalmitat) dan sorbitan ester (Polysorbate 80, Polysorbate 65).

Kuning telur mengandung kolesterol yang cukup tinggi. Oleh karena itu jika es krim dibuat\*<sup>p+3X</sup> untuk konsums diet rendah kolesterol, sebaiknya kuning telur ini diganti dengan bahan pengemulsi sintetis. Disamping daya pengemulsinya, pemilihan bahan pengemulsi ini juga harus memperhatikan harga, sehingga tidak meningkatkan biaya produksi tetapi justru dapat menurunkannya tanpa mempengaruhi mutu es krim yang dihasilkan.

Kombinasi beberapa macam bahan penstabil diharapkan dapat saling menutupi kekurangan tiap bahan penstabil, sehingga dapat menghasilkan es krim dengan mutu yang lebih prima.

Pada umumnya dipilih bahan penstabil yang berasal dari tumbuhan atau yang harganya lebih murah sehingga dapat menekan biaya produksi.

Gula sebagai pemanis dan sumber padatan dapat diganti dengan madu atau pemanis lain yang mengandung padatan lebih tinggi tetapi dengan kadar gula yang lebih rendah atau sama dengan gula, misalnya biji-bijian padat yang dihidrolisa, padatan sirup jagung (corn syrup solids), dan gula jagung (corn sugar).



## DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Agriculture Chemists, Washington DC, USA.
- Arbuckle, W.S.\* 1981. Ice Cream. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Atherton, H.V. dan J.A. Newlander. 1977. Chemistry and Testing of Dairy Product. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Baldwin, R.E. 1973. Functional Properties in Foods. Dalam W.J. Stadelman dan O.J. Cotterill (eds). Egg Science and Technology. p.248-255. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Bogue, R.H. 1922. The Chemistry and Technology of Gelatin and Glue. Mc.Graw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Campbell, J.R. dan R.T. Marshall. 1975. The Science of Providing Milk for Men. Mc.Graw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Considine D.M. 1983. Van Nostrand's Scientific Encyclopedia 6<sup>th</sup> edition. Van Nostrand Reinhold Company, Inc., New York.
- Desrosier, N.W. dan D.K. Tressler. 1977. Fundamentals of Food Freezing. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI. 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Eckles, E.H., W.B. Combs dan H. Macy. 1984. Milk and Milk Products. Tata Mc.Graw-Hill Publishing Co., Ltd., Bombay.
- Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press, New York.
- Glicksman, M. 1983. Food Hydrocolloids I. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Glicksman, M. 1983. Food Hydrocolloids II. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.

- Glicksman, M. dan R.E. Sand. 1973. Gum Arabic. Di dalam R.L. Whistler dan J.N. BeMiller (eds). 1973. Industrial Gums. p.207-229. Academic Press, New York.
- Heath, H.B. 1978. Flavor Technology (Profiles, Products, Applications). The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Henderson, J.L. 1971. The Fluid-Milk Industry. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Jacobs, M.B. 1951. Physical Chemistry. Di dalam M.B. Jacobs (ed). The Chemistry and Technology of Foods and Food Products. p.14-51. Van Nostrand, New York.
- Johns, P. 1977. The Structure and Composition of Collagen Containing Tissues. Di dalam A.G. Ward dan A. Courts (eds). The Science and Technology of Gelatin. p.47-49. Academic Press, London.
- Jones, N.R. 1977. Uses of Gelatin in Edible Products. Di dalam A.G. Ward dan A. Courts (eds). The Science and Technology of Gelatin. p.390. Academic Press, London.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press, Jakarta.
- Mc Williams, M. 1979. Food Fundamentals. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Meyer, L.H. 1960. Food Chemistry. Affiliated East-West Press PVT, Ltd., New Delhi.
- Nelson, J.A. dan G.M. Trout. 1951. Judging Dairy Products. The Olsen Publishing Company, Wisconsin.
- Powrie, W.D. 1973. Chemistry of Eggs and Egg Products. Di dalam W.J. Stradelman dan O.J. Cotterill (eds). Egg Science and Technology. p.66. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Reiners, R.A. dan C.M. Gooding. 1970. Corn Oil. Di dalam G.E. Inglett (ed). Corn : Culture, Processing, Products. p.247-248. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Selby, H.H. dan W.H. Wynne. 1973. Agar. Di dalam R.L. Whistler dan J.N. BeMiller (eds). Industrial Gums. p.42-46. Academic Press, New York.

- Sherman, P. 1976. The Textural Characteristic of Dairy Products. Di dalam J.M. deMan, P.W. Voisey, V.F. Rasper, dan D.W. Stanley (eds). Rheology and Texture in Food Quality. p.396-398. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Soekarto, S.T. 1981. Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara, Yogyakarta.

Sone, T. 1972. Consistency of Foodstuffs. D.Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland.

Sultan, W.J. 1981. Practical Baking. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Swaisgood, H.E. 1985. Characteristic of Edible Fluids of Animal Origin:Milk. Di dalam O.R. Fennema (ed). Principles of Food Chemistry. p.791-825. Marcel Dekker, Inc., New York.

Watt, K.B. dan A.L. Merrill. 1963. Handbook of The Nutritional Contents of Food. Dover Publications, New York.

Webb, B.H. 1982. Characteristic in Dairy Products. Di dalam D.K. Tressler, W.B. Van Arsdel, dan M.J. Copley (eds). The Freezing Presevation of Foods. p.231-237. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Williams, K.A. 1966. Oils, Fats and Fatty Foods. J.&A. Churchill Ltd., London.



## L A M P I R A N

Hal. 5 dari 5 halaman Universitas

1. Dapat mengakses informasi akademik dan administrasi universitas

a. Pengelolaan buku, jurnal, konferensi, seminar, penelitian, karya dan tugas akhir (makalah)

b. Pengelolaan tesis dan skripsi yang ada di IPB University

2. Dapat mengakses informasi akademik dan administrasi universitas

Lampiran 1. Rekapitulasi data hasil pengamatan pada penelitian utama

### Keterangan :

A = bahan penstabil

B = konsentrasi penstabil

A1 = gelatin

$$B1 = 0.2\%$$

A2 = agar-agar

82 = 0,3%

A3 = gum arabik

83 = 0.4%



Lampiran 2. Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap rasa es krim pada penelitian pendahuluan

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	4	8.90	2.225	0.810	2.45	3.48
Galat	95	261.10	2.748			
Total	99	270.00	2.727			

Lampiran 3. Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap tekstur es krim pada penelitian pendahuluan

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	4	9.64	2.410	1.177	2.45	3.48
Galat	95	194.60	2.048			
Total	99	204.24	2.063			

Lampiran 4. Analisa sidik ragam uji organoleptik terhadap "after taste" es krim pada penelitian pendahuluan

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	4	7.86	1.965	0.995	2.45	3.48
Galat	95	187.70	1.976			
Total	99	195.56	1.975			

Lampiran 5. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap kadar lemak es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	8.490	1.061	0.945	3.23	5.47
A	2	5.204	2.602	2.316	4.26	8.02
B	2	1.654	0.827	0.736	4.26	8.02
AB	4	1.633	0.408	0.363	3.63	6.42
Galat	9	10.110	1.123			
TOTAL	17	18.600	1.094			

### Faktor A

### Faktor B

penstabil  
gelatin  
agar-agar  
gum arabik

konsentrasi  
0.2%  
0.3%  
0.4%

```
*****
* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
* IDENTIFIKASI MASALAH      = faktor A
* JUMLAH RATAAN            = 3
* GALAT DERAJAT BEBAS      = 9
* GALAT AKAR RATA-RATA     = 1.12334526
* STANDAR GALAT RATA-RATA  = 0.43269414
*****
```

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN	.01
gelatin	13.51667	A	.
agar-agar	12.88333	A	
gum arabik	12.2	A	

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gelatin	13.51667	A
agar-agar	12.88333	A
gum arabik	12.2	A

\*\*\*\*\*  
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN  
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B  
\* JUMLAH RATAAN = 3  
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9  
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 1.12334526  
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.43269414  
\*  
\*\*\*\*\*

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
0.2%	13.26667	A
0.3%	12.8	A
0.4%	12.53333	A

0.2%	13.26667	A
0.3%	12.8	A
0.4%	12.53333	A

```
*****
* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
* IDENTIFIKASI MASALAH      = interaksi AB
* JUMLAH RATAAN            = 9
* GALAT DERAJAT BEBAS      = 9
* GALAT AKAR RATA-RATA     = 1.12334526
* STANDAR GALAT RATA-RATA  = 0.74944824
*****
```

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
A1B1	13.8	A
A1B2	13.65	A
A3B1	13.1	A
A1B3	13.1	A
A2B3	13	A
A2B1	12.9	A
A2B2	12.75	A
A3B2	12	A
A3B3	11.5	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
A1B1	13.8	A
A1B2	13.65	A
A3B1	13.1	A
A1B3	13.1	A
A2B3	13	A
A2B1	12.9	A
A2B2	12.75	A
A3B2	12	A
A3B3	11.5	A

Lampiran 6. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap total padatan es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	5.234	0.654	1.039	3.23	5.47
A	2	1.502	0.751	1.192	4.26	8.02
B	2	1.400	0.700	1.111	4.26	8.02
AB	4	2.332	0.583	0.925	3.63	6.42
Galat	9	5.670	0.630			
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>10.904</b>	<b>0.641</b>			

**Faktor A**

penstabil  
gelatin  
agar-agar  
gum arabik

**Faktor B**

konsentrasi  
0.2%  
0.3%  
0.4%

\*\*\*\*\*  
\*  
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN \*  
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor A \*  
\* JUMLAH RATAAN = 3 \*  
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9 \*  
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.62991296 \*  
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.32403481 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .01
gum arabik	42.39667	A
gelatin	41.895	A
agar-agar	41.71333	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
gum arabik	42.39667	A
gelatin	41.895	A
agar-agar	41.71333	A



\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B
\* JUMLAH RATAAN = 3
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.62999129
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.32403481
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.2%	42.28334	A
0.3%	42.1	A
0.4%	41.62167	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.2%	42.28334	A
0.3%	42.1	A
0.4%	41.62167	A

\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB
\* JUMLAH RATAAN = 9
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.62999129
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.56124473
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A3B2	42.815	A
A1B1	42.79	A
A3B1	42.565	A
A2B2	41.925	A
A3B3	41.81	A
A2B3	41.72	A
A1B2	41.56	A
A2B1	41.495	A
A1B3	41.335	A



Lampiran 7. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap "overrun" es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	1071.014	133.877	1.564	3.23	5.47
A	2	77.764	38.882	0.454	4.26	8.02
B	2	966.814	483.407	5.646*	4.26	8.02
AB	4	26.436	6.609	0.077	3.63	6.42
Galat	9	770.523	85.614			
TOTAL	17	1841.537	108.326			

Faktor A	Faktor B
penstabil	konsentrasi
gelatin	0.2%
agar-agar	0.3%
gum arabik	0.4%

```
*****
* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
* IDENTIFIKASI MASALAH      = faktor A
* JUMLAH RATAAN            = 3
* GALAT DERAJAT BEBAS      = 9
* GALAT AKAR RATA-RATA     = 85.61371600
* STANDAR GALAT RATA-RATA  = 3.77742670
*****
```

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gelatin	34.91667	A
gum arabik	33.32167	A
agar-agar	29.92667	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gelatin	34.91667	A
gum arabik	33.32167	A
agar-agar	29.92667	A



\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B
\* JUMLAH RATAAN = 3
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 85.61371600
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 3.77742570
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.2%	41.14834	A
0.3%	33.72833	AB
0.4%	23.28167	B

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.2%	41.14834	A
0.3%	33.72833	AB
0.4%	23.28167	B

\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB
\* JUMLAH RATAAN = 9
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 85.61371600
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 6.54269500
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A1B1	45.075	A
A3B1	40.57	A
A2B1	37.8	A
A1B2	35.775	A
A3B2	33.49	A
A2B2	31.92	A
A3B3	25.905	A
A1B3	23.88	A
A2B3	20.06	A



FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
A1B1	45.075	A
A3B1	40.57	AB
A2B1	37.8	AB
A1B2	35.775	AB
A3B2	33.49	AB
A2B2	31.92	AB
A3B3	25.905	AB
A1B3	23.88	AB
A2B3	20.06	B

a. Mengalami kendala dalam mendapatkan informasi teknologi dan memperbaikinya  
 b. Pengembangan teknologi dan memperbaikinya  
 c. Pengembangan teknologi dan memperbaikinya yang tidak tepat  
 d. Mengalami kendala dalam mendapatkan informasi teknologi dan memperbaikinya

Lampiran 8. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap kecepatan leleh es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	17.000	2.125	0.648	3.23	5.47
A	2	4.333	2.167	0.661	4.26	8.02
B	2	8.333	4.167	1.271	4.26	8.02
AB	4	4.333	1.083	0.330	3.63	6.42
Galat	9	29.500	3.278			
TOTAL	17	46.500	2.735			

Faktor A	Faktor B
penstabil	konsentrasi
gelatin	0.2%
agar-agar	0.3%
gum arabik	0.4%

```
*****
* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
* IDENTIFIKASI MASALAH      = faktor A
* JUMLAH RATAAN            = 3
* GALAT DERAJAT BEBAS      = 9
* GALAT AKAR RATA-RATA     = 3.27777770
* STANDAR GALAT RATA-RATA  = 0.73911858
*****
```

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gum arabik	11.83333	A
agar-agar	11	A
gelatin	10.66667	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gum arabik	11.83333	A
agar-agar	11	A
gelatin	10.66667	A



\*\*\*\*\*
 \*

UJI JARAK BERGANDA DUNCAN

IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B

JUMLAH RATAAN = 3

GALAT DERAJAT BEBAS = 9

GALAT AKAR RATA-RATA = 3.27777770

STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.73911858

\*\*\*\*\*
 \*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.3%	12	A
0.4%	11.16667	A
0.2%	10.33333	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.3%	12	A
0.4%	11.16667	A
0.2%	10.33333	A

\*\*\*\*\*
 \*

UJI JARAK BERGANDA DUNCAN

IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB

JUMLAH RATAAN = 9

GALAT DERAJAT BEBAS = 9

GALAT AKAR RATA-RATA = 3.27777770

STANDAR GALAT RATA-RATA = 1.28019094

\*\*\*\*\*
 \*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A2B2	12.5	A
A3B2	12.5	A
A3B3	11.5	A
A3B1	11.5	A
A1B3	11.5	A
A1B2	11	A
A2B3	10.5	A
A2B1	10	A
A1B1	9.5	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
A2B2	12.5	A
A3B2	12.5	A
A3B3	11.5	A
A3B1	11.5	A
A1B3	11.5	A
A1B2	11	A
A2B3	10.5	A
A2B1	10	A
A1B1	9.5	A

## Lampiran 9. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap warna es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	0.127	0.016	1.608	3.23	5.47
A	2	0.072	0.036	3.650*	4.26	8.02
B	2	0.029	0.014	1.456	4.26	8.02
AB	4	0.026	0.007	0.663	3.63	6.42
Galat	9	0.089	0.010			
TOTAL	17	0.216	0.013			

Faktor A	Faktor B
penstabil	konsentrasi
gelatin	0.2%
agar-agar	0.3%
gum arabik	0.4%

```
*****
* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
* IDENTIFIKASI MASALAH      = faktor A
* JUMLAH RATAAN            = 3
* GALAT DERAJAT BEBAS      = 9
* GALAT AKAR RATA-RATA     = 0.00987413
* STANDAR GALAT RATA-RATA  = 0.04056709
*****
```

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gum arabik	6.608334	A
agar-agar	6.483334	A
gelatin	6.466667	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN
gum arabik	6.608334	A
agar-agar	6.483334	AB
gelatin	6.466667	B



\*\*\*\*\*  
\*  
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN \*  
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B \*  
\* JUMLAH RATAAN = 3 \*  
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9 \*  
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.00987413 \*  
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.04056709 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.4%	6.575	A
0.3%	6.5	A
0.2%	6.483333	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.4%	6.575	A
0.3%	6.5	A
0.2%	6.483333	A

\*\*\*\*\*  
\*  
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN \*  
\* IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB \*  
\* JUMLAH RATAAN = 9 \*  
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9 \*  
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 1.12334526 \*  
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.43269414 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A3B3	6.725	A
A3B2	6.575	A
A1B3	6.525	A
A3B1	6.525	A
A2B2	6.5	A
A2B3	6.475	A
A2B1	6.475	A
A1B1	6.45	A
A1B2	6.425	A



FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
A3B3	6.725	A
A3B2	6.575	AB
A1B3	6.525	AB
A3B1	6.525	AB
A2B2	6.5	AB
A2B3	6.475	B
A2B1	6.475	B
A1B1	6.45	B
A1B2	6.425	B



Lampiran 10. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap aroma es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	0.198	0.025	0.424	3.23	5.47
A	2	0.146	0.073	1.253	4.26	8.02
B	2	0.001	0.000	0.008	4.26	8.02
AB	4	0.051	0.013	0.218	3.63	6.42
Galat	9	0.524	0.058			
TOTAL	17	0.721	0.042			

Faktor A

penstabil  
gelatin  
agar-agar  
gum arabik

Faktor B

konsentrasi  
0.2%  
0.3%  
0.4%

*****	*****
*	*
*	UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
*	IDENTIFIKASI MASALAH
*	= faktor A
*	JUMLAH RATAAN
*	= 3
*	GALAT DERAJAT BEBAS
*	= 9
*	GALAT AKAR RATA-RATA
*	= 0.05819363
*	STANDAR GALAT RATA-RATA
*	= 0.09848319
*	*****

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .01
agar-agar	6.116667	A
gelatin	5.949999	A
gum arabik	5.908333	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
agar-agar	6.116667	A
gelatin	5.949999	A
gum arabik	5.908333	A



\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B
\* JUMLAH RATAAN = 3
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.05819363
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.09848319
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.3%	6	A
0.2%	5.991667	A
0.4%	5.983334	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.3%	6	A
0.2%	5.991667	A
0.4%	5.983334	A

\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB
\* JUMLAH RATAAN = 9
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.05819363
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.17057788
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A2B2	6.2	A
A2B3	6.1	A
A2B1	6.05	A
A1B3	6	A
A1B1	5.975	A
A3B1	5.95	A
A3B2	5.925	A
A1B2	5.875	A
A3B3	5.85	A



Survei ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kepercayaan mahasiswa terhadap institusi dan memperbaiki kualitasnya.  
 a. Pengembangan kurikulum dan metode pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja  
 b. Pengembangan fasilitas dan lingkungan kampus yang nyaman dan aman  
 c. Mengelola pengembangan dan pengembangan teknologi informasi dan teknologi pendidikan

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
A2B2	6.2	A
A2B3	6.1	A
A2B1	6.05	A
A1B3	6	A
A1B1	5.975	A
A3B1	5.95	A
A3B2	5.925	A
A1B2	5.875	A
A3B3	5.85	A

Lampiran 11. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap rasa es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	0.348	0.043	1.019	3.23	5.47
A	2	0.183	0.091	2.141	4.26	8.02
B	2	0.010	0.005	0.120	4.26	8.02
AB	4	0.155	0.039	0.907	3.63	6.42
Galat	9	0.384	0.043			
TOTAL	17	0.731	0.043			

**Faktor A**

penstabil  
gelatin  
agar-agar  
gum arabik

**Faktor B**

konsentrasi  
0.2%  
0.3%  
0.4%

*****	*****
*	*
*	UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
*	IDENTIFIKASI MASALAH = faktor A
*	JUMLAH RATAAN = 3
*	GALAT DERAJAT BEBAS = 9
*	GALAT AKAR RATA-RATA = 0.04264323
*	STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.08430424
*	*
*****	*****

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

agar-agar	6.475	A
gelatin	6.45	A
gum arabik	6.25	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

agar-agar	6.475	A
gelatin	6.45	A
gum arabik	6.25	A



\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B
\* JUMLAH RATAAN = 3
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.04264323
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.08430424
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.3%	6.408334	A
0.4%	6.408334	A
0.2%	6.358334	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.3%	6.408334	A
0.4%	6.408334	A
0.2%	6.358334	A

\*\*\*\*\*
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN
\* IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB
\* JUMLAH RATAAN = 9
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.04264323
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.14601924
\* \*\*\*\*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A1B2	6.6	A
A2B1	6.55	A
A1B3	6.5	A
A2B2	6.45	A
A2B3	6.425	A
A3B3	6.3	A
A3B1	6.275	A
A1B1	6.25	A
A3B2	6.175	A



FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
A1B2	6.6	A
A2B1	6.55	A
A1B3	6.5	A
A2B2	6.45	A
A2B3	6.425	A
A3B3	6.3	A
A3B1	6.275	A
A1B1	6.25	A
A3B2	6.175	A

Lampiran 12. Analisa statistika pengaruh bahan penstabil terhadap tekstur es krim

Sumber	db	JK	KT	F <sub>hitung</sub>	F <sub>.05</sub>	F <sub>.01</sub>
Perlakuan	8	2.003	0.250	2.136	3.23	5.47
A	2	0.512	0.256	2.183	4.26	8.02
B	2	0.295	0.148	1.259	4.26	8.02
AB	4	1.196	0.299	2.550	3.63	6.42
Galat	9	1.055	0.117			
TOTAL	17	3.058	0.180			

## Faktor A

penstabil  
gelatin  
agar-agar  
gum arabik

## Faktor B

konsentrasi  
0.2%  
0.3%  
0.4%

\*\*\*\*\*  
\*  
\* UJI JARAK BERGANDA DUNCAN \*  
\* IDENTIFIKASI MASALAH = faktor A \*  
\* JUMLAH RATAAN = 3 \*  
\* GALAT DERAJAT BEBAS = 9 \*  
\* GALAT AKAR RATA-RATA = 0.11722141 \*  
\* STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.13077447 \*  
\*  
\*\*\*\*\*

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .01
gelatin	6.308334	A
gum arabik	6.25	A
agar-agar	5.925	A

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
gelatin	6.308334	A
gum arabik	6.25	A
agar-agar	5.925	A



\*\*\*\*\*
 \*

UJI JARAK BERGANDA DUNCAN

IDENTIFIKASI MASALAH = faktor B

JUMLAH RATAAN = 3

GALAT DERAJAT BEBAS = 9

GALAT AKAR RATA-RATA = 0.11722141

STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.13977447

\*\*\*\*\*
 \*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

0.2%	6.341667	A
0.3%	6.083334	A
0.4%	6.058333	A

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .05

0.2%	6.341667	A
0.3%	6.083334	A
0.4%	6.058333	A

\*\*\*\*\*
 \*

UJI JARAK BERGANDA DUNCAN

IDENTIFIKASI MASALAH = interaksi AB

JUMLAH RATAAN = 3

GALAT DERAJAT BEBAS = 9

GALAT AKAR RATA-RATA = 1.12334526

STANDAR GALAT RATA-RATA = 0.43269414

\*\*\*\*\*
 \*

FAKTOR RATA-RATA TINGKAT KEPERCAYAAN .01

A2B1	6.6	A
A1B3	6.45	A
A3B2	6.35	A
A1B1	6.25	A
A3B3	6.225	A
A1B2	6.225	A
A3B1	6.175	A
A2B2	5.675	A
A2B3	5.5	A



Analisis faktor dan pengembangan teknologi informasi untuk meningkatkan kinerja dan memperbaiki kinerja  
a. Pengembangan teknologi informasi untuk meningkatkan kinerja dan memperbaiki kinerja  
b. Pengembangan teknologi informasi yang relevan dengan kinerja IPB University  
2. Diharapkan menggunakan teknologi informasi untuk meningkatkan kinerja dan memperbaiki kinerja di dalam kantor dan organisasi di IPB University

FAKTOR	RATA-RATA	TINGKAT KEPERCAYAAN .05
A2B1	6.6	A
A1B3	6.45	A
A3B2	6.35	A
A1B1	6.25	A
A3B3	6.225	A
A1B2	6.225	A
A3B1	6.175	A
A2B2	5.675	A
A2B3	5.5	A

