

**PENGARUH TEMPERATUR PENGUAPAN TERHADAP
KRISTALISASI SUKROSA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Oleh :
BENY SAPUTRA
0410922001-92



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2007**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGARUH TEMPERATUR PENGUAPAN TERHADAP
KRISTALISASI SUKROSA

Oleh :
BENY SAPUTRA
0410922001-92

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 131 616 318

Pembimbing II

Dr. Diah Mardiana, MS
NIP. 131 960 436

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia
Fakultas MIPA Universitas
Brawijaya

M. Farid Rahman, S.Si, M.Si.
NIP. 132 158 726

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Beny Saputra
NIM : 0410922001
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul:

Pengaruh Temperatur Penguapan terhadap Kristalisasi Sukrosa

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang temaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 17 Juli 2007

Yang menyatakan,

(Beny Saputra)

0410922001

PENGARUH TEMPERATUR PENGUAPAN TERHADAP KRISTALISASI SUKROSA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh temperatur penguapan terhadap kristalisasi sukrosa. Penelitian dilakukan dengan penguapan larutan jenuh pada variasi temperatur 60°C , 65°C , 70°C , 75°C , 80°C dan pendinginan hingga suhu akhir 30°C . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada temperatur penguapan 80°C didapatkan pembentukan inti dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan temperatur lebih kecil. Rendemen sukrosa tertinggi pada kristalisasi sukrosa adalah 31,87 % didapatkan dari penguapan larutan pada temperatur 80°C .



THE INFLUENCE OF EVAPORATION TEMPERATURE ON THE SUCROSE CRYSTALLIZATION

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of evaporation temperature toward sucrose crystallization. The research was conducted by evaporating of saturated solution, variation temperature were 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C and cooling until final temperature of 30 °C. The result indicated that the number of nucleus was higher at evaporation temperature 80 °C to than below. Funtharmore, the highest yield of sucrose from crystallization of 31.87%, was obtained at temperature 80 °C.



Kata Pengantar

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“Pengaruh Temperatur Penguapan terhadap Kristalisasi Sukrosa”** ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Dapat terselesaikannya penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan perhatian yang telah diberikan oleh berbagai pihak yang telah menyumbangkan tenaga, pikiran dan waktunya. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Dr. Diah Mardiana, MS, selaku Dosen pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan pengarahan serta saran-saran yang telah berguna bagi penulis.
2. Dr. Drh. Aulani'am, DES, M.Farid Rahman, SSi, MSi, Ulfa Andayani, SSi. MSi, Dra. Sri Wardhani, MSi selaku Dosen penguji.
3. M. Farid Rahman, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia
4. Darjito, SSi. MSi selaku penasehat Akademik.
5. Orang tua, kakak dan adik nila tercinta, atas dukungan dan do'anya
6. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini

Penulisan skripsi ini merupakan upaya yang optimal dari penulis untuk memberikan yang terbaik selama penelitian dan kesalahan yang mungkin terjadi telah diusahakan seminimal mungkin. Walaupun demikian masih diperlukan saran dan kritik yang membangun dan menjadikan tulisan ini semakin bermanfaat.

Malang, Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pembuatan Gula Tebu	3
2.2. Nira	4
2.3. Sukrosa	5
2.4. Kelarutan Sukrosa	6
2.5. Kristalisasi	6
2.6. Karakterisasi Sukrosa	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.2. Alat Penelitian	9
3.3. Bahan Penelitian	9
3.4. Tahapan Penelitian	9
3.5. Metode Penelitian	9
3.5.1. Preparasi Larutan Gula	9
3.5.2. Preparasi Larutan Lewat Jenuh	10
3.5.3. Kristalisasi Sukrosa	10
3.5.4. Penentuan Rendemen	10
3.5.5. Karakterisasi Kristal Sukrosa	11

3.6. Analisa Data	11
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1. Preparasi Larutan	12
4.2. Pembentukan Inti	12
4.3. Kristalisasi Sukrosa	13
4.3.1. Pengaruh temperatur penguapan terhadap rendemen sukrosa	13
4.3.2. Pembentukan kristal	15
4.4. Karakterisasi Sukrosa	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	18
5.2. Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tahapan proses pembuatan gula	3
Gambar 2.2. Struktur Sukrosa	5
Gambar 2.3. Kurva lewat jenuh pada sukrosa murni.....	6
Gambar 4.1. Pengaruh temperatur penguapan terhadap rendemen sukrosa.....	14
Gambar 4.2. Kurva lewat jenuh sukrosa murni	15
Gambar 4.3. Spektra sukrosa murni	16
Gambar 4.3. Spektra sukrosa hasil kristalisasi	17
Gambar L.4.1. Spektra sukrosa murni	27
Gambar L.4.1. Spektra sukrosa hasil kristalisasi	28
Gambar L.8.1. Pembentukan inti pada temperatur 60 °C	40
Gambar L.8.2. Pembentukan inti pada temperatur 65 °C	40
Gambar L.8.3. Pembentukan inti pada temperatur 70 °C.....	40
Gambar L.8.4. Pembentukan inti pada temperatur 75 °C.....	41
Gambar L.8.5. Pembentukan inti pada temperatur 80 °C.....	41



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Komposisi nira	4
Tabel 4.1. Pembentukan inti	12
Tabel 4.2. Rendemen sukrosa pada berbagai temperatur	13
Tabel L.3.1. Data rendemen sukrosa	25
Tabel L.3.2. Data laju pendinginan	26
Tabel L.3.3. Data laju pembentukan sukrosa	26
Tabel L.4.1. Interpretasi spektra IR sukrosa murni	29
Tabel L.4.2. Interpretasi spektra IR sukrosa hasil kristalisasi	29
Tabel L.5.1. Data pengaruh temperatur terhadap kristalisasi sukrosa	30
Tabel L.6.1. Data pengaruh temperatur terhadap berat kristal sukrosa.....	32
Tabel L.6.2. Analisa varian berat kristal	34
Tabel L.6.3. Analisa data berat kristal sukrosa	35
Tabel L.6.4. Notasi BNT 5% pada berat kristal sukrosa	35
Tabel L.7.1. Data pengaruh temperatur terhadap rendemen sukrosa.....	36
Tabel L.7.2. Analisa varian rendemen sukrosa	38
Tabel L.7.3. Analisa data rendemen sukrosa	39
Tabel L.7.4. Notasi BNT 5% pada rendemen sukrosa	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram kerja metodologi penelitian.....	22
Lampiran 2. Diagram kerja.....	23
Lampiran 3. Perhitungan rendemen kristal sukrosa.....	25
Lampiran 4. Data hasil analisa dengan spektrofotometri Infrah merah	27
Lampiran 5. Data hasil penelitian	30
Lampiran 6. Data dan uji statistik pengaruh temperatur terhadap berat kristal sukrosa	32
Lampiran 7. Data dan uji statistik pengaruh temperatur terhadap rendemen sukrosa	36
Lampiran 8. Hasil pengamatan pembentukan inti	40



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sukrosa dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu sumber energi yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas, seperti bekerja dan berfikir. Sukrosa merupakan makronutrien yang mudah untuk diuraikan oleh tubuh kemudian menghasilkan energi (Austin, 1984)

Sukrosa yang berada di pasaran adalah termasuk bahan berbentuk kristal yang diperoleh melalui proses kristalisasi. Kristal sukrosa adalah produk kristal dengan produksi terbesar di dunia (Mersmann, 2001)

Pembentukan kristal umumnya didahului oleh terbentuknya inti kristal. Inti kristal merupakan kristal terkecil yang dapat terbentuk dalam larutan pada konsentrasi dan temperatur tertentu (Timms, 1997). Krishnamurthy dan Kellens (1995) menyatakan bahwa inti kristal terbentuk ketika zat tersebut menjadi larutan lewat jenuh.

Di laboratorium, kristal biasanya dihasilkan dari larutan melalui dua cara utama, yaitu larutan dibuat jenuh pada temperatur kamar, kemudian pelarut diuapkan secara lambat dan menghasilkan inti kristal. Sedangkan yang kedua yaitu larutan lewat jenuh, temperaturnya dibuat lebih tinggi dari temperatur kamar, lalu didinginkan untuk menghasilkan kristal (Sarjoni, 1996)

Dalam industri gula, proses kristalisasi diawali dengan diperolehnya larutan gula atau sukrosa yang masih panas dengan temperatur 65 °C sehingga perlu diturunkan hingga 40 °C – 30 °C agar kristal dapat terbentuk (Mathour, 1988). Kristalisasi terjadi untuk larutan lewat jenuh pada temperatur lebih rendah, hal ini dilakukan supaya pertumbuhan kristal optimal. Larutan lewat jenuh dapat dicapai, ketika volume larutan dari gula menurun dengan meningkatnya temperatur. Pada perlakuan ini keadaan jenuh larutan akan meningkat sehingga tercapai keadaan lewat jenuh (Price, 1997)

Temperatur merupakan salah satu parameter terpenting yang mempengaruhi pembentukan inti kristal dan pertumbuhan kristal. (Chen, 1985). Semakin tinggi temperatur maka larutan lewat jenuh akan menghasilkan inti kristal. Dalam pembentukan inti, biasanya

waktu penguapan larutan jenuh antara 2 sampai 3 jam agar pembentukan inti optimal. Setelah inti terbentuk, kristal akan berkembang terus selama larutan berada dalam kondisi lewat jenuh.

Laju pendinginan berpengaruh terhadap pertumbuhan kristal. Pendinginan yang cepat akan menghasilkan proses pembentukan kristal pada temperatur yang lebih rendah dibanding pendinginan lambat. Dengan waktu pendinginan yang lama jumlah kristal yang dihasilkan semakin banyak (Hartel, 2001)

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana pengaruh temperatur penguapan terhadap kristalisasi sukrosa

1.3. Batasan Masalah

1. Sampel gula yang digunakan adalah sampel gula pasir merk *Gulaku*
2. Temperatur penguapan yang digunakan yaitu : 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C
3. Temperatur akhir pendinginan 30° C

1.4. Tujuan Penelitian

Mempelajari bagaimana pengaruh temperatur penguapan terhadap hasil kristalisasi sukrosa

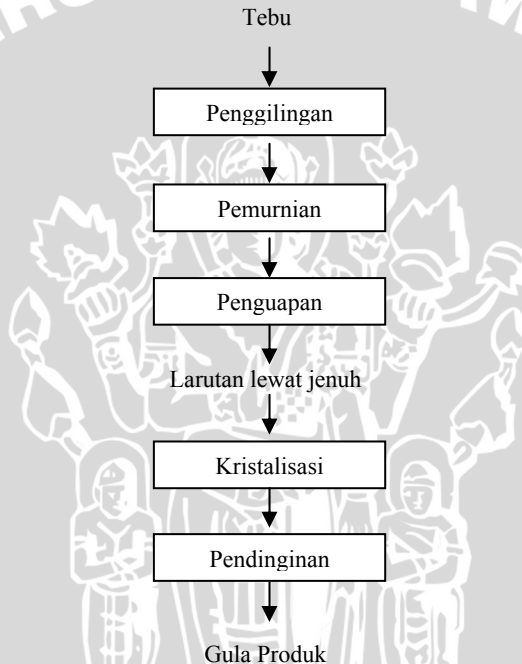
1.5. Manfaat Penelitian

Mengetahui pengaruh temperatur penguapan agar dapat dihasilkan rendemen kristal sukrosa tertinggi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembuatan Gula Tebu

Gula dihasilkan dari tanaman tebu yang telah mengalami beberapa tahap proses, meliputi penggilingan, pemurnian, penguapan atau pengentalan, pemasakan, dan pemutaran. Tahapan proses pembuatan gula tebu ditunjukkan pada Gambar 2.1. (Earle, 1982)



Gambar 2.1. Tahapan proses pembuatan gula

Pengaruh kualitas bahan baku tebu, berhubungan dengan rentang waktu antara tebang dan giling. Semakin lama waktu penyimpanan semakin besar penurunan kualitas sukrosa. Penurunan kualitas gula dapat dicegah dengan memperpendek waktu penyimpanan tebu sebelum digiling. Pada tebu normal untuk

beberapa varietas unggul yang baru ditebang dan segar mengandung sukrosa 16 – 17% dan gula reduksi 0,1 – 0,2% tebu (Arca, 1986).

Peningkatan kadar gula reduksi akan terjadi secara cepat setelah tebu ditebang. Tebu akan mengalami kehilangan bobot karena sebagian air dalam batang tebu menguap ditandai dengan penyusutan diameter tebu sehingga tebu akan mengkerut. Chen dan Chou (1993) menyatakan bahwa tebu kehilangan air sebesar 1 - 2% per hari pada minggu pertama setelah ditebang.

2.2. Nira

Nira merupakan cairan yang diperoleh dari penggilingan tebu. Kandungan terbesar nira adalah air berkisar 75 – 90 % dan sisanya bahan kering terlarut. Bahan kering terlarut terdiri dari sukrosa, gula reduksi, bahan organik dan bahan anorganik. Sukrosa merupakan padatan terlarut terbesar, dengan kandungan berkisar antara 9 - 17 % (Gautara dan Wijandi, 1981). Komposisi nira dapat di lihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Komposisi nira

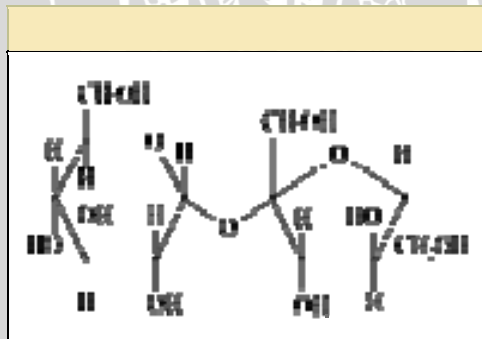
Komponen	Kadar
Sukrosa	9 – 17 %
Gula reduksi	0,3 – 3,0 %
Air	75 – 90 %
Komponen Organik:	0,5 – 1,0 %
Sejenis protein albumin	80 – 150 ppm
Komponen anorganik:	
CaO	0,2 – 0,6 %
MgO	5 – 25 ppm
Fe ₂ O ₃	5 – 20 ppm
Fe ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃	30 – 100 ppm
P ₂ O ₅	5 – 15 ppm
SiO ₂	3 – 10 ppm
Lempung pasir	100 – 400 ppm
Ampas	200 – 1000 ppm

(Gautara dan Wijandi, 1981)

2.3. Sukrosa

Sukrosa adalah jenis disakarida yang terbentuk oleh 2 molekul monosakarida yaitu 1 molekul glukosa dan 1 molekul fruktosa (Lehninger 1995). Sukrosa terdiri dari gula D-glukosa 6-karbon dan D-fruktosa yang digabungkan dengan ikatan kovalen (Lehninger, 1982).

Jika sukrosa mengalami hidrolisis maka akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa. Hidrolisis sukrosa lebih dikenal sebagai proses “inversi”. Glukosa dan fruktosa yang merupakan produk dari proses inversi sukrosa dinamakan “gula invert”. Ikatan antara 2 molekul monosakarida yang membentuk sukrosa terjadi antara glukosida pada satu sisi dengan fruktosida pada sisi lain yakni antara atom karbon nomer satu (karbon anomerik) pada glukosa dengan atom karbon nomer 2 pada fruktosa (Lehninger, 1995) Struktur sukrosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Struktur sukrosa

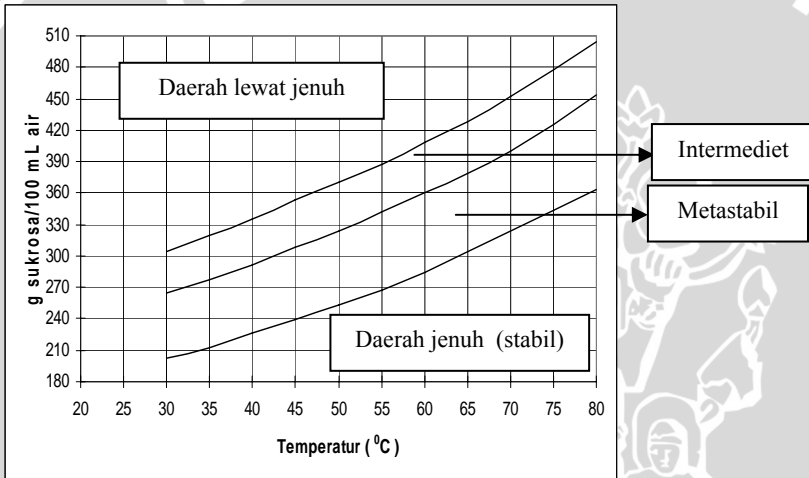
Sukrosa merupakan padatan berwarna putih yang mempunyai rumus empiris $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan berat molekul 342,3. Sukrosa mempunyai titik leleh $188^{\circ}C$ ($370^{\circ}F$). Sukrosa larut dalam air dan etanol murni, sedikit larut dalam metanol dan tidak larut dalam kloroform (Chen dan Chou, 1993)

Kristal sukrosa bila dilarutkan dalam air menyebabkan molekul-molekul air akan bergabung melalui ikatan hidrogen pada permukaan kristal sukrosa. Kelarutan sukrosa dalam air sangat tinggi

yaitu 1 gram sukrosa dapat larut dalam 0,5 mL air pada temperatur kamar atau 0,2 mL air mendidih (Winarno, 1992)

2.4. Kelarutan Sukrosa

Kelarutan sukrosa dalam air cukup besar yaitu 198,35 g sukrosa dalam 100 mL air pada temperatur 30 °C. Chen dan Chou (1993) menyatakan bahwa pada temperatur yang lebih tinggi kelarutan sukrosa akan bertambah besar, dengan kata lain peningkatan temperatur akan meningkatkan daya larut sukrosa seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva lewat jenuh sukrosa murni (Chen dan Chou,1993)

Selama kristalisasi, kristal dapat terbentuk dari larutan yang berkonsentrasi tinggi yaitu larutan lewat jenuh. Pada larutan lewat jenuh, kristal terbentuk dengan spontan dan cepat tanpa ditambahkan bibit kristal (Earle, 1982)

2.5. Kristalisasi

Kristalisasi adalah peristiwa pembentukan partikel – partikel zat padat dalam suatu fase homogen (McCabe dkk, 1991). Kristalisasi dari larutan dapat terjadi jika padatan terlarut dalam

keadaan berlebih (diluar kesetimbangan, maka sistem akan mencapai kesetimbangan dengan cara mengkristalkan padatan terlarut (Tai dkk, 1999). Kristalisasi adalah suatu proses pembentukan struktur kristal molekuler yang teratur dan terjadi pada kondisi lewat jenuh (Hartel, 2001)

Larutan lewat jenuh adalah larutan yang mengandung zat terlarut lebih banyak dibandingkan kuantitas kesetimbangannya (Oxtoby, 2001). Keadaan lewat jenuh memiliki peranan penting dalam penentuan ukuran inti dan laju pengendapan, dimana kecepatan awal pengendapan adalah sebanding dengan $(Q-S)/S$. Notasi Q adalah kecepatan pertumbuhan inti dan S adalah kecepatan pembentukan inti. Apabila $S > Q$ maka ukuran inti semakin kecil dan jumlah inti semakin banyak. Untuk $S < Q$ ukuran inti semakin besar dan jumlah inti semakin sedikit (Day and Underwood, 1998)

Kristal adalah benda padat yang mempunyai kecenderungan untuk membentuk kisi-kisi yang ukuran bentuk dan gaya ikatnya sama (Sukardjo, 1989)

Ukuran kristal yang terbentuk bergantung pada laju pembentukan inti dan laju pertumbuhan kristal (Vogel, 1990) :

1. Laju pembentukan inti

Semakin cepat laju pembentukan inti, kristal yang terbentuk banyak karena jumlah intinya banyak. Makin tinggi derajat lewat jenuh, makin cepat pembentukan inti

Beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya inti kristal menurut Hartel (2001) antara lain :

a. Kondisi lewat jenuh

Suatu larutan lewat jenuh tidak membentuk inti. Pembentukan inti terjadi saat larutan lewat jenuh

b. Temperatur

Ketika temperatur meningkat, laju pembentukan inti akan meningkat

c. Laju pendinginan

Pendinginan yang cepat akan menghasilkan proses pembentukan inti kristal pada temperatur yang lebih rendah dibanding pendinginan lambat.

2. Laju pertumbuhan kristal

Semakin tinggi laju pertumbuhan kristal, jumlah kristal yang terbentuk sedikit tetapi bentuknya besar karena intinya sedikit.

Salah satu faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan kristal menurut Hartel (2001) adalah : Kondisi lewat jenuh

Kristal dapat terbentuk dari larutan yang berkonsentrasi tinggi yaitu pada kondisi lewat jenuh (pada suhu lebih rendah).

2.6. Karakterisasi Sukrosa

Karakterisasi pada gula yang biasanya dilakukan adalah penentuan titik leleh, penentuan kadar sukrosa dengan polarimeter dan spektrofotometri Inframerah (IR). Namun pada penelitian ini karakterisasi yang digunakan adalah analisis secara spektrofotometri inframerah, didasarkan pada spektrum yang dihasilkan (Chen, 1993)

Spektrofotometri inframerah adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi inframerah pada berbagai bilangan gelombang. Radiasi IR hanya terbatas pada perubahan energi setingkat molekul dimana perbedaan dalam keadaan vibrasi dan rotasi digunakan untuk mengabsorpsi sinar IR (Khopkar, 1990)

Transisi yang terjadi di dalam serapan inframerah berkaitan dengan perubahan-perubahan vibrasi di dalam molekul. Umumnya vibrasi diklasifikasikan sebagai ulur dan vibrasi tekuk. Sukrosa mempunyai pita didaerah $3000-3700\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan uluran OH, uluran C-O pada eter ditunjukkan di daerah $1050-1260\text{ cm}^{-1}$, C-O-C simetrik disekitar $1020-1075\text{ cm}^{-1}$ (Sastrohamidjojo, 1985)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang pengaruh temperatur penguapan terhadap kristalisasi sukrosa ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, mulai bulan Desember 2006 sampai Februari 2007.

3.2. Alat Penelitian

Alat-alat yang dipakai pada penelitian ini adalah: Spektrofotometer Inframerah merk Shimadzu Ftir 8400 s, corong Buchner, pompa vakum Preiffer, neraca analitik Mettler At 50, oven merk Memmert, penangas air Memmert, magnetik stirer, penjepit, penangas air yang dilengkapi thermoregulator Polystat, desikator dan peralatan gelas

3.3. Bahan Penelitian

Bahan sampel yang digunakan adalah sampel gula pasir merk *Gulaku*. Sedangkan bahan kimia yang digunakan dalam penelitian meliputi: Sukrosa, akuades dan kertas saring

3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini di bagi menjadi beberapa tahap meliputi :

1. Preparasi larutan gula
2. Preparasi larutan lewat jenuh
3. Kristalisasi sukrosa
4. Penentuan rendemen sukrosa
5. Karakterisasi kristal sukrosa
6. Analisis data

3.5. Cara Kerja Penelitian

3.5.1. Preparasi Larutan Gula (Larutan jenuh)

Sebanyak 25 mL akuades dipipet, kemudian sampel sukrosa 60 g dimasukkan sedikit demi sedikit dalam beaker gelas sambil dilarutkan dengan magnetik stirer. Kemudian larutan gula disaring dengan kertas saring. Sukrosa yang tersisa dikeringkan pada

temperatur 90 °C sampai berat konstan. Jumlah sukrosa yang digunakan adalah berat sukrosa yang ditimbang dikurangi berat kering sukrosa yang tersisa.

3.5.2. Preparasi Larutan Lewat Jenuh

Larutan jenuh diuapkan dalam water bath yang dilengkapi dengan termometer untuk mengatur stabilitas temperatur. Penguapan dilakukan dengan variasi temperatur sebesar 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C, 80 °C, selama 3 jam sampai larutan menjadi kental atau lewat jenuh.

3.5.3. Kristalisasi Sukrosa

Larutan lewat jenuh yang masih panas kemudian diturunkan sampai temperatur 30 °C (dicatat waktunya) dengan menggunakan waterbath yang dilengkapi thermoregulator. Padatan yang terbentuk disaring dengan kertas saring dengan menggunakan Corong buchner dan dikeringkan dalam oven pada temperatur ± 90° C. Kristal yang diperoleh kemudian ditimbang sampai mencapai berat konstan.

3.5.3.1. Penentuan Laju Pendinginan

Laju pendinginan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Laju pendinginan} : \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

Keterangan :

Δt : Lama (waktu) untuk mencapai temperatur 30 °C

ΔT : Temperatur penguapan

3.5.4. Penentuan Rendemen

Rendemen sukrosa ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penentuan rendemen} : \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Keterangan : * Berat akhir = Berat kristal yang sudah dikeringkan (g)

* Berat awal = Berat sukrosa dalam larutan jenuh (g)

3.5.5. Karakterisasi Kristal Sukrosa

Spektra inframerah sukrosa diperoleh dengan metode pelet KBr. Pelet KBr dibuat dengan mencampur sukrosa yang telah dihaluskan dengan KBr dan dibuat pelet dengan bantuan pompa hidrolis selama 10 menit agar terbentuk lapisan yang memiliki ketebalan 0,01 mm. Selanjutnya dilakukan pengukuran spektranya pada daerah bilangan gelombang antara 4000-400 cm^{-1} .

3.6. Analisa Data

Dari hasil penelitian, data diperoleh dianalisis dengan ANOVA yaitu pola Rancangan Acak Lengkap dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil dengan taraf nyata 5% (BNT).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Kristalisasi sukrosa dengan pengaruh temperatur penguapan dilakukan beberapa tahap penelitian yang meliputi preparasi larutan gula (larutan jenuh), penguapan larutan jenuh, pembentukan inti, penyaringan dan pengeringan kristal.

4.1. Preparasi Larutan

Larutan jenuh dibuat berdasarkan kelarutan sukrosa dalam air pada temperatur ruang, yaitu 49,5881 g sukrosa dalam 25 mL air. Bila gula atau sukrosa tidak dapat larut lagi dalam air, maka larutan dikatakan jenuh. Dalam kurva lewat jenuh pada Gambar 4.2. larutan jenuh merupakan larutan yang berada di daerah stabil, saat kristal belum terbentuk.

4.2. Pembentukan Inti

Pembentukan inti terjadi pada proses penguapan larutan jenuh selama 3 jam, diharapkan inti terbentuk secara maksimal. Jumlah dan ukuran inti yang terbentuk dipengaruhi oleh temperatur, seperti tercantum pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengaruh temperatur terhadap pembentukan inti

Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Pembentukan inti	
	Ukuran	Jumlah
60	*	+
65	*	+
70	*	++
75	*	+++
80	*	++++

Keterangan :

1. + \rightarrow ++++ : Jumlah inti
" semakin tinggi temperatur, inti yang dihasilkan semakin banyak
2. * : Ukuran inti
" Pada temperatur 60°C sampai 80°C , ukuran inti relatif sama"

Berdasarkan Tabel 4.1. terlihat bahwa penguapan pada 60 °C menghasilkan jumlah inti kristal sedikit disebabkan temperatur penguapan masih rendah. Pembentukan inti kristal akan semakin banyak sejalan dengan meningkatnya temperatur penguapan. Perbedaan jumlah inti yang terbentuk mulai 60 °C hingga 80 °C juga didukung dari hasil pengamatan pada Lampiran 8. Nampak bahwa penguapan pada 80 °C menghasilkan inti lebih banyak dibandingkan dengan penguapan pada temperatur lebih rendah.

Pembentukan inti sangat dipengaruhi oleh kelewatjenuhan larutan dan temperatur. Semakin tinggi temperatur penguapan maka laju pembentukan inti semakin cepat dan inti yang terbentuk juga bertambah banyak. Makin tinggi derajat lewat jenuh, maka makin besar kemungkinan membentuk inti baru. Menurut Smythe, 1981 terbentuknya inti kristal sukrosa yaitu pada saat larutan sudah dalam keadaan lewat jenuh sehingga molekul-molekul dalam larutan akan saling berdekatan dan membentuk kelompok molekul sukrosa. Pada pemekatan yang lebih tinggi lagi maka kelompok sukrosa tersebut akan saling bergabung dan membentuk pola kristal atau inti kristal sukrosa. Sekali inti terbentuk, kristal akan terus tumbuh dan menjadi besar.

4.3. Kristalisasi Sukrosa

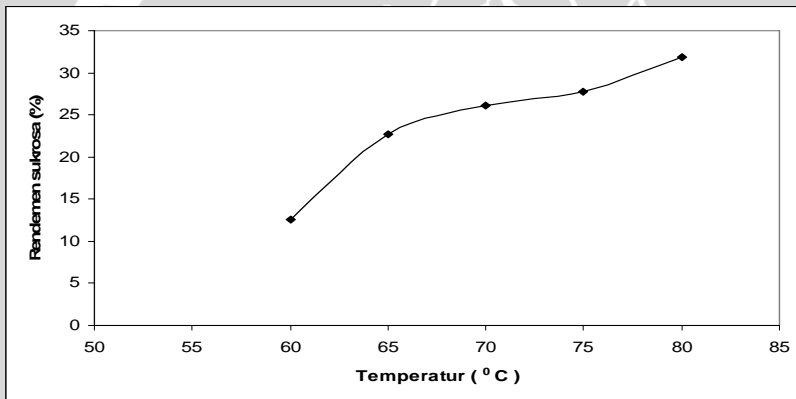
4.3.1. Pengaruh temperatur penguapan terhadap rendemen sukrosa

Rendemen sukrosa merupakan perbandingan berat sukrosa hasil kristalisasi terhadap berat sukrosa dalam larutan jenuh. Kristalisasi dilakukan dengan pemanasan larutan jenuh pada variasi temperatur 60 °C, 65 °C, 70 °C, 75 °C, dan 80 °C untuk menghasilkan larutan lewat jenuh. Setelah pendinginan hingga temperatur 30 °C diperoleh hasil rendemen sukrosa untuk masing-masing perlakuan seperti dicantumkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rendemen sukrosa pada berbagai temperatur

Temperatur (° C)	Laju pendinginan (° C/menit)	Rendemen sukrosa (%)
60	1,12	12,56±0,25
65	1,19	22,66±0,19
70	1,24	26,06±0,24
75	1,28	27,73±0,38
80	1,34	31,87±0,43

Bila dibuat hubungan antara temperatur terhadap Rendemen sukrosa dapat diperoleh kurva pada Gambar 4.1



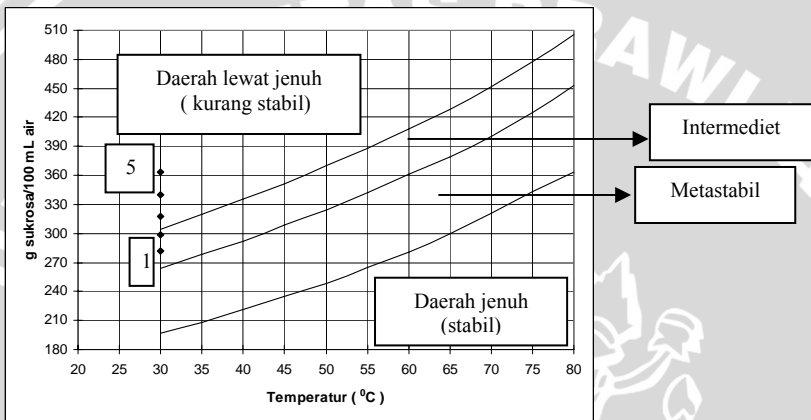
Gambar 4.1. Pengaruh temperatur penguapan terhadap rendemen sukrosa

Gambar 4.1. terlihat bahwa rendemen sukrosa hasil penguapan larutan jenuh pada 60 °C dan 65 °C masih rendah masing-masing 12,56% dan 22,66%. Jumlah yang rendah disamping disebabkan jumlah inti sedikit dengan ukuran kecil tetapi juga karena laju pertumbuhan inti lambat. Hasil ini disebabkan derajat lewat jenuh larutan masih rendah karena penguapan terjadi pada suhu rendah sehingga air yang menguap sedikit.

Sebaliknya hasil penguapan pada 80 °C menyebabkan laju pertumbuhan kristal cepat dan diperoleh ukuran kristal yang besar sehingga rendemen juga tinggi.

4.3.2. Pembentukan kristal

Kristal sukrosa dapat dihasilkan melalui proses kristalisasi seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Kurva lewat jenuh pada sukrosa murni (Chen dan Chou,1993)

Keterangan :

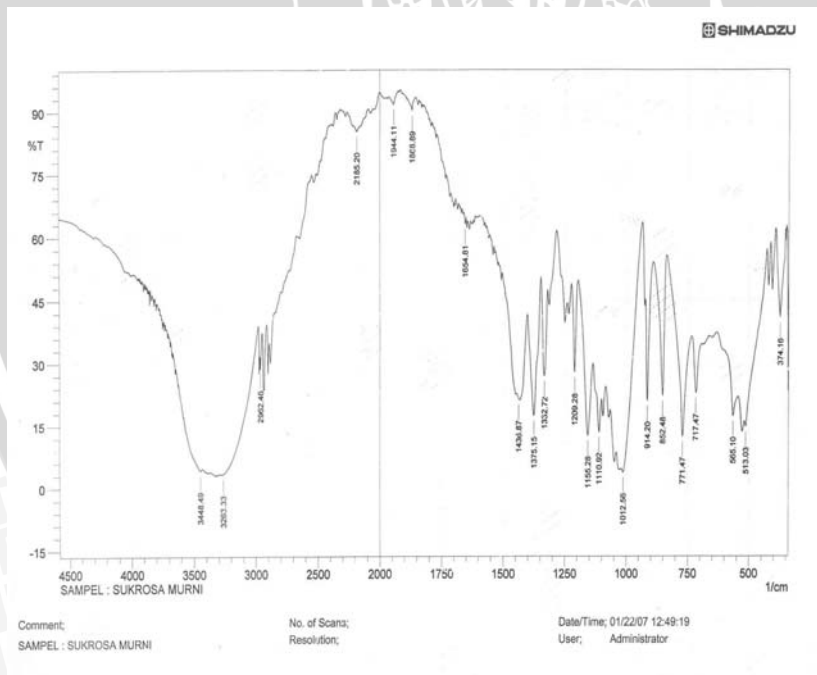
- Titik 1 : Penguapan 60 °C (pembentukan kristal terjadi pada daerah intermediet)
- Titik 2 : Penguapan 65 °C (pembentukan kristal terjadi pada daerah intermediet)
- Titik 3 : Penguapan 70 °C (pembentukan kristal terjadi pada daerah lewat jenuh)
- Titik 4 : Penguapan 75 °C (pembentukan kristal terjadi pada daerah lewat jenuh)
- Titik 5 : Penguapan 80 °C (pembentukan kristal terjadi pada daerah lewat jenuh)

Gambar 4.2. menunjukkan bahwa pembentukan inti kristal pada temperatur penguapan 60 °C dan 65 °C terbentuk di daerah intermediet. Sedangkan pada temperatur penguapan 70 °C, 75 °C dan 80 °C pembentukan kristal terjadi di daerah lewat jenuh dimana inti kristal yang terbentuk jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan pembentukan inti di daerah intermediet. Menurut Earle, 1982

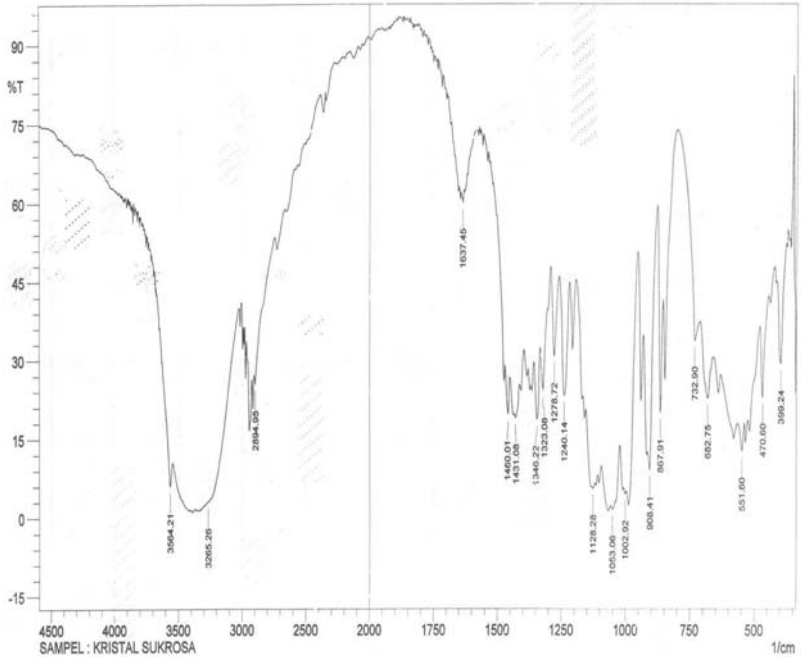
pada daerah lewat jenuh inti kristal terbentuk dengan spontan dan cepat tanpa ditambahkan bibit kristal. Apabila inti kristal terbentuk maka kristal akan terus tumbuh menjadi ukuran yang lebih besar. Pembentukan kristal dapat dicapai bila larutan jenuh gula dipanaskan pada temperatur yang bersesuaian sehingga terjadi penguapan air, dan akan menginduksi terbentuknya inti kristal. Saat larutan didinginkan maka kelarutan semakin kecil dan mendorong terjadinya pertumbuhan kristal

4.4. Karakterisasi Sukrosa

Karakterisasi sukrosa dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari sukrosa. Instrumen yang digunakan adalah spektrofotometer inframerah yang didasarkan pada pengukuran serapan radiasi inframerah pada berbagai panjang gelombang. Setelah dilakukan pengukuran, maka didapatkan spektra sukrosa murni (Gambar. 4.3) dan spektra hasil kristalisasi (Gambar. 4.4)



Gambar 4.3. Spektra sukrosa murni



Comment:
SAMPEL : KRISTAL SUKROSA

No. of Scans:
Resolution:

Date/Time: 01/24/07 13:02:03
User: Administrator

Gambar 4.4. Spektra sukrosa hasil kristalisasi

Bila kedua spektrum dibandingkan tampak pada spektra IR hasil kristalisasi didapatkan serapan yang lebih tajam pada daerah 1460 cm^{-1} dibandingkan spektra sukrosa murni. Disamping itu juga tampak serapan kecil di daerah 3564 cm^{-1} pada spektra IR hasil kristalisasi. Terbentuknya kristal sukrosa ditandai dari adanya serapan OH di daerah $3000\text{-}3700\text{ cm}^{-1}$, gugus C-O daerah $1050\text{-}1260\text{ cm}^{-1}$, C-O-C simetrik di sekitar $1020\text{-}1075\text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-H pada daerah $1435\text{-}1460\text{ cm}^{-1}$ dan $2800\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$.

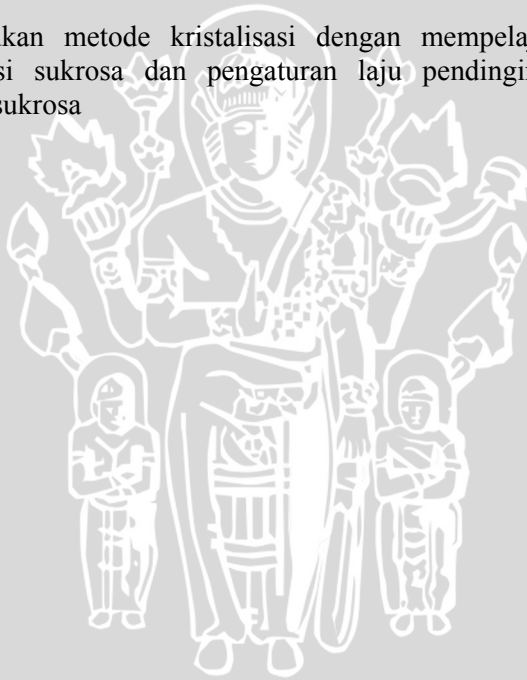
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa: Temperatur penguapan sangat berpengaruh terhadap kristalisasi sukrosa. Semakin tinggi temperatur penguapan pada kisaran 60°C sampai 80°C maka semakin tinggi jumlah rendemen sukrosa yang dihasilkan. Rendemen sukrosa tertinggi dari kristalisasi sukrosa sebesar 31,87% didapatkan pada temperatur penguapan 80°C

5.2. Saran

Perlu dilakukan metode kristalisasi dengan mempelajari pengaruh konsentrasi sukrosa dan pengaturan laju pendinginan terhadap kristalisasi sukrosa



DAFTAR PUSTAKA

- Arca, P.M dan Esparza., 1986, **Juice Clarification Making Sugar**, Vol. 4, Acra Co, Miami-Florida, USA
- Austin, T.G., 1984, **Shreve's Chemical Process Industries**. McGraw-Hill Company, Singapore
- Chen, James P., 1985, **Cane Sugar Handbook**, 11th edition, John Willey and Sons, New York, pp.149-155
- Chen, C. P. dan C. C. Chou., 1993, **Cane sugar handbook**. 12th ed. John Wiley & Sons, Singapore, New York
- Day, R.A dan A.L. Underwood., 1998, **Analisis Kimia Kuantitatif**, Erlangga, Jakarta, hal. 72-74
- Earle, R.L., 1982, **Satuan Operasi Dalam Pengolahan Pangan**, Alih Bahasa : Z. Nasution, IPB, Bogor, hal 260-264
- Gautara dan Wijandi., 1981, **Dasar Pengolahan Gula**, Jilid I, IPB, Bogor, hal 121-123
- Hartel, R.W., 2001, **Crystalization In Food**, Aspen Publisher, Inc, Maryland
- Khopkar, S.M., 1990, **Konsep Dasar Kimia Analitik**, Alih Bahasa : A. Saptorahardjo, Universitas Indonesia- Press, Jakarta, hal. 201-204, 237
- Krisnamurthy, R and M, Kellen., 1995, **Fractionation and Winterization**, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 5th edition, Vol.4, Jhon Wiley and Sons, Inc, New York
- Lehninger, A.L., 1982, **Dasar-Dasar Biokimia**, Jilid 1, Alih bahasa: Thenawidjaja, M., Penerbit Erlangga, Jakarta

- Lehninger, A.L., 1995, **Dasar-Dasar Biokimia**, Jilid 1, Alih bahasa: Thenawidjaja, M., Penerbit Erlangga, Jakarta
- Mathour, R.B.L., 1988, **Handbook of Cane Sugar Technology**, Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, pp. 132-136
- McCabe, W.L., Smith, J.C., dan Harriot, p., 1991, **Unit Operation of Chemical Engineering**, McGraw Hill Book Company, USA
- Mersmann, A., 2001, **Crystallization Technology Handbook**, <http://en.wikipedia.org/wiki/Crystallizer>, tanggal akses : 20 Januari 2007
- Price, Chris J., “ **Take Some Solid Steps to Improve Crystallization**”, Chemical Engineering Progress, September 1997, p. 34. <http://en.wikipedia.org/wiki/>, tanggal akses : 25 September 2006
- Oxtoby, D.W., 2001, **Prinsip-Prinsip Kimia Modern**, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Sarjoni., 1996, **Kamus Kimia**, PT.Rineka Cipta, Jakarta, hal. 89
- Sastrohamidjojo, H., 2001, **Spektroskopi**, Edisi Kedua, Liberty, Yogyakarta, hal. 11-15.
- Smythe, B.M., 1981, **Sucrose Crystal Growth**, Sugar Technology, Rev.1, 191-231
- Sukardjo., 1989, **Kimia Fisika**, edisi baru, PT. Rineka Cipta, Jakarta
- Tai, C.Y., Chen, W.Y., dan Chen, C.Y.. (1999), **Crystal Growth Kinetic Of Calcite In A Dense Fluidized Bed Crystallization**, Journal Of Chemical Engineering, Vol. 45 (8)
- Timms, R.E., 1997, **Lipid Technologis and Application**, Marcel Dekker, Inc, New York, hal 264-268

Vogel., 1990, **Kimia Analitik Kuantitatif Anorganik**, Edisi ke – 4, alih bahasa Pudjaatmaka, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta 67-69

Winarno., 1992, **Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Gramedia, Jakarta, hal 92-93

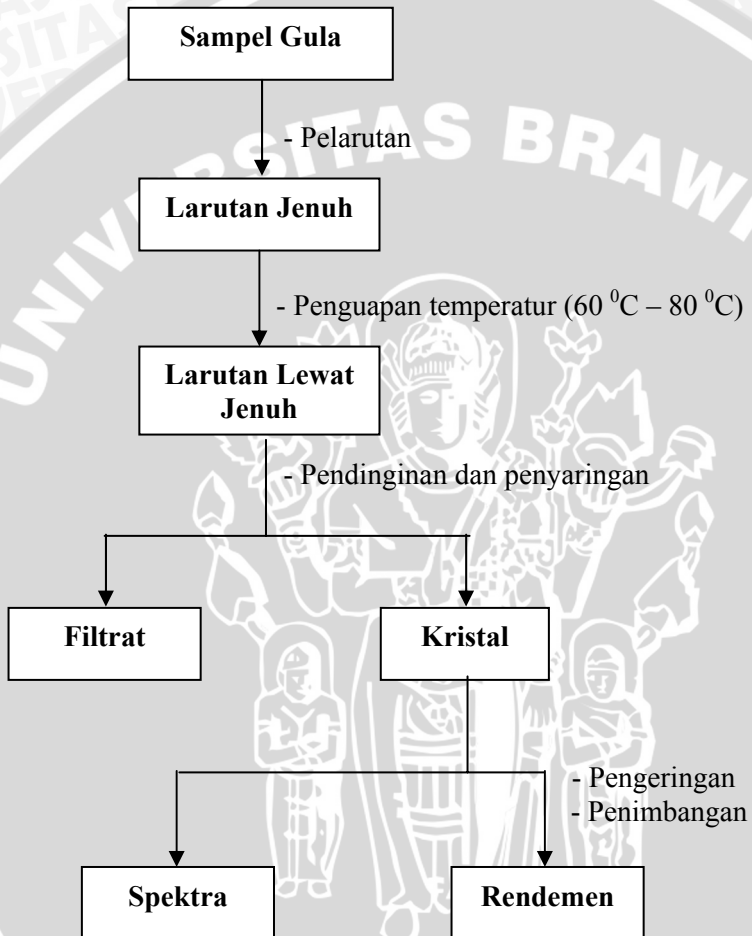
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1.

L.1. Diagram kerja metodologi penelitian

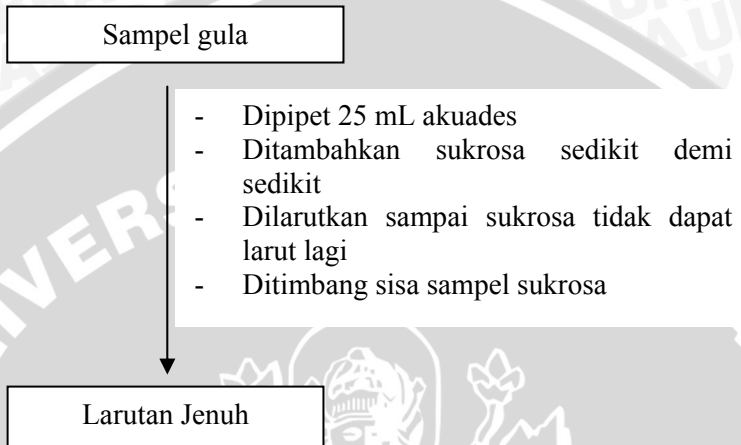
L.1.1. Diagram Alir Penelitian



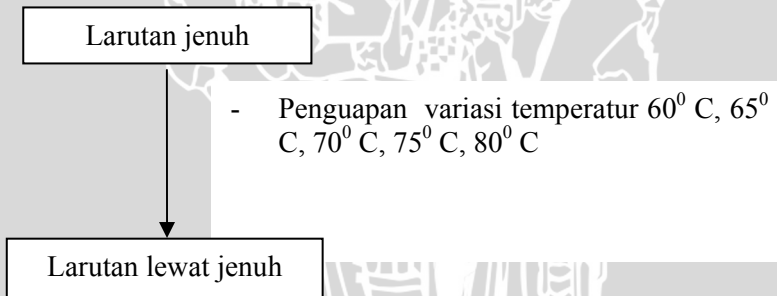
Lampiran 2.

L.2. Diagram kerja

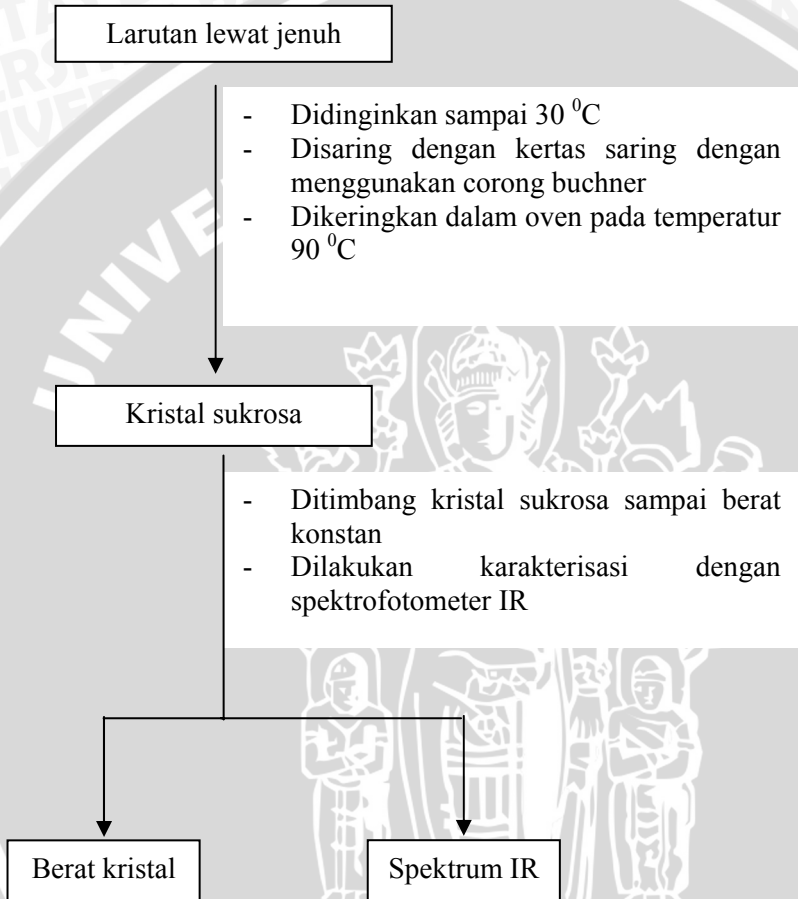
L.2.1. Preparasi larutan gula



L.2.2. Penguapan larutan pada variasi temperatur



L.2.3 Kristalisasi sukrosa



Lampiran 3.

L.3. Perhitungan Rendemen Kristal Sukrosa

L.3.1 Pada temperatur 60 °C

$$\begin{aligned}\text{Berat awal} &= \text{Berat awal timbang} - \text{Berat gula yang tak larut} \\ &= 60 \text{ g} - 10,4119 \text{ g} \\ &= 49,5881 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\% \\ &= \frac{6,2326}{49,5881} \times 100\% \\ &= 12,56 \%\end{aligned}$$

Tabel. L.3.1. Data rendemen Sukrosa

Temperatur (°C)	Berat akhir (g)	Rendemen (%)			
		I	II	III	Rata- rata
60	6,2326	12,32	12,49	12,83	12,56±0,25
65	11,2368	22,65	22,66	22,85	22,66±0,19
70	12,9243	26,33	25,98	25,86	26,06±0,24
75	13,7586	27,38	27,69	28,15	27,73±0,38
80	15,8043	32,36	31,54	31,71	31,87±0,43

L.3.2 Laju pendinginan (pada 60 °C – 30 °C)

$$\begin{aligned}\text{Laju Pendinginan} &= \frac{\Delta T}{\Delta t} \\ &= \frac{60^\circ\text{C}}{53,46 \text{ menit}} \\ &= 1,122^\circ\text{C/menit}\end{aligned}$$

Keterangan :

Δt : Lama untuk mencapai temperatur 30 °C

Tabel L.3.2. Data laju pendinginan

Temperatur (⁰ C)	Waktu pendinginan (menit)	Laju pendinginan (⁰ C/menit)
60	53,46	1,12
65	54,21	1,19
70	56,42	1,24
75	58,39	1,28
80	59,54	1,34

L.3.3 Laju pembentukan sukrosa

$$\begin{aligned}
 \text{Laju pembentukan sukrosa} &= \frac{dw}{dt} \\
 &= \frac{6,2326 \text{ g}}{53,46 \text{ menit}} \\
 &= 0,1165 \text{ g/menit}
 \end{aligned}$$

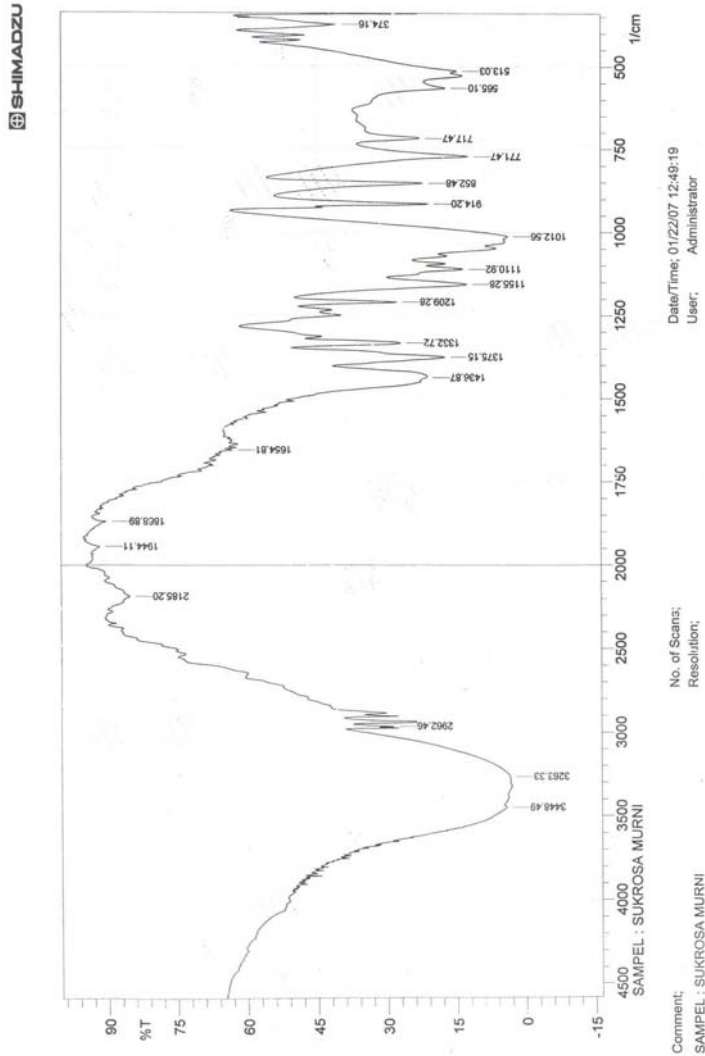
Tabel L.3.3. Data laju pembentukan sukrosa

Berat kristal (gram)	Waktu pendinginan (menit)	Laju pembentukan sukrosa (g/menit)
6,2326	53,46	0,1165
11,2368	54,21	0,2072
12,9243	56,42	0,2290
13,7586	58,39	0,2356
15,8043	59,54	0,2654

Lampiran 4.

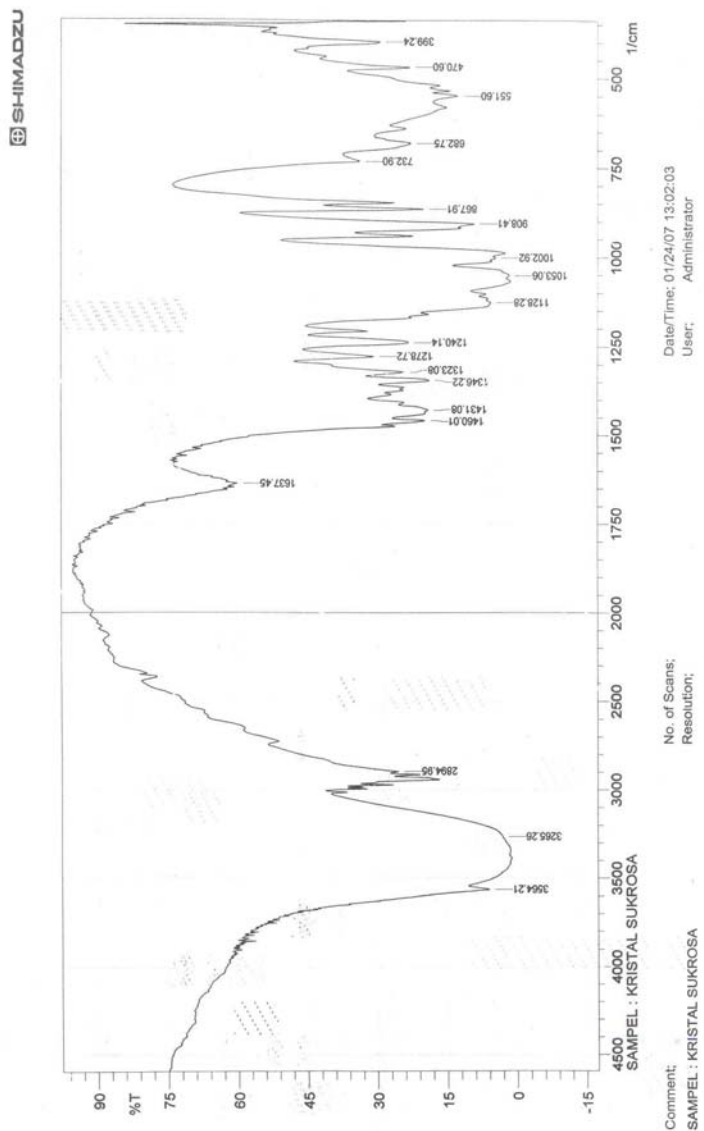
L.4. Data Hasil Analisa dengan spektrofotometri Infra Merah

L.4.1. Spektra sukrosa murni



Gambar L.4.1 Spektra sukrosa murni

L.4.2. Spektra sukrosa hasil kristalisasi



Gambar L.4.2 Spektra sukrosa hasil kristalisasi

Tabel L.4.1 Interpretasi spektra IR sukrosa Murni

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi
3000-3700	Uluran OH
1460	Tekukan C-H
1346	Tekukan C-H
1240	Uluran C-O simetrik
1050-1260	Uluran C-O pada eter
1020-1075	C-O-C simetrik

Tabel L.4.2 Interpretasi spektra IR sukrosa hasil kristalisasi

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Interpretasi
3000-3700	Uluran OH (ada serapan kecil di daerah 3564 cm ⁻¹)
1460	Tekukan C-H (serapan lebih tajam)
1240	Uluran C-O simetrik
1050-1260	Uluran C-O pada eter
1020-1075	C-O-C simetrik
867	Tekukan C-H

Lampiran 5.

L.5. Data Hasil Penelitian

L.5.1. Pengaruh temperatur terhadap proses kristalisasi sukrosa

Tabel L.5.1. Data pengaruh temperatur terhadap kristalisasi sukrosa

Temperatur (° C)	Laju Pendinginan (° C/menit)	Berat Kristal (gram)	Rendemen (%)
60	1,12	6,1112	12,32
65	1,19	11,2353	22,65
70	1,24	13,0604	26,33
75	1,28	13,5807	27,38
80	1,34	16,0476	32,36

Temperatur (° C)	Laju Pendinginan (° C/menit)	Berat Kristal (gram)	Rendemen (%)
60	1,12	6,2231	12,54
65	1,19	11,1405	22,46
70	1,24	12,8873	25,98
75	1,28	13,7334	27,69
80	1,34	15,6410	31,54

Temperatur (° C)	Laju Pendinginan (° C/menit)	Berat Kristal (gram)	Rendemen (%)
60	1,12	6,3636	12,83
65	1,19	11,3357	22,85
70	1,24	12,8253	25,86
75	1,28	13,9617	28,15
80	1,34	15,7244	31,71

Tabel L.5.2. Data rata-rata yang diperoleh

Temperatur ($^{\circ}$ C)	Laju Pendinginan ($^{\circ}$ C/menit)	Berat Kristal (gram)	Rendemen (%)
60	1,12	6,2326	12,56 \pm 0,25
65	1,19	11,2368	22,66 \pm 0,19
70	1,24	12,9243	26,06 \pm 0,24
75	1,28	13,7586	27,73 \pm 0,38
80	1,34	15,8043	31,87 \pm 0,43



Lampiran 6.

L.6. Data dan Uji Statistik pengaruh temperatur terhadap berat kristal sukrosa

Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap kristalisasi sukrosa, data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan analisa ragam pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola analisis sebagai berikut:

Tabel L.6.1. Data pengaruh temperatur terhadap berat sukrosa

Temperatur ($^{\circ}$ C)	Berat kristal sukrosa (gram)			Total	Rata-rata
60	6,1112	6,2231	6,3636	18,6979	6,2326
65	11,2353	11,1405	11,3357	33,7104	11,2368
70	13,0604	12,8873	12,8253	38,7730	12,9243
75	13,5807	13,7334	13,9617	41,2758	13,7586
80	16,0476	15,6410	15,7244	47,4130	15,8043
Total				179,8701	59,9566

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left(\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^P n_i} = \frac{179,8701^2}{15} = 2156,88$$

2. Menghitung jumlah kuadrat (JK)

a. $JKT = \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$

$$JKT = \left[(6,1112)^2 + \dots + (15,6410)^2 + (15,7244)^2 \right] - 2156,88$$

$$JKT = 2313,9582 - 2156,88 = 157,0782$$

b. $JK \text{ Perlakuan} = \frac{\left(\sum_{i=1}^P \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right)}{n} - FK$

$$JKP = \frac{\left(18,6979^2 + 33,7104^2 + \dots + 47,4130^2 \right)}{3} - 2156,88$$

$$JKP = 156,7973$$

$$\begin{aligned} \text{c. JK galat percobaan} &= JKT - JKP \\ &= 157,0782 - 156,7973 \\ &= 0,2809 \end{aligned}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) setiap sumber keragaman

$$\text{a. KT perlakuan} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{galat perlakuan}}}$$

$$= \frac{JKP}{(n-1)}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{156,7973}{4} \\ &= 39,1993 \end{aligned}$$

$$\text{b. KT galat percobaan} = \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{percobaan}}}$$

$$= \frac{JK_{gp}}{P(n-1)}$$

$$= \frac{0,2809}{10}$$

$$= 0,0280$$

4. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$

$$= \frac{39,1993}{0,0280}$$

$$= 1399,975$$

Keterangan :

P = Banyaknya perlakuan

n = Banyaknya ulangan

F_{tabel} 5 % = F (0,05; 4,10) = 3,48

Tabel L.6.2. Analisa Varian satu arah

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	4	156,7973	39,1993	1399,975	3,48
G.percobaan	10	0,2809	0,0280		
Total	14	156,8253	39,2273		

Dari hasil analisis ternyata $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, artinya perbedaan temperatur dan laju pendinginan berpengaruh terhadap kristalisasi sukrosa, selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan $\alpha = 0,05$ untuk mengetahui perbedaan temperatur dan laju pendinginan terhadap nilai berat kristal sukrosa, dengan rumus :

$$BNT \ 5 \% = t_{(\alpha/2; dB)} \times \sqrt{\frac{2KT_{gp}}{n}}$$

$$= t_{(0,025;10)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0280}{3}}$$

$$= 2,228 \times 0,137$$

$$= 0,312$$

Tabel L.6.3. Analisa data berat kristal sukrosa

Perlakuan		60° C	65° C	70° C	75° C	80° C
	Data	6,2326	11,2368	12,9243	13,7586	15,8043
60° C	6,2326	-	*5,0042	*6,6917	*7,5260	*9,5717
65° C	11,2368	-	-	*1,6875	*2,5218	*4,5675
70° C	12,9243	-	-	-	*0,8343	*2,88
75° C	13,7586	-	-	-	-	*2,0457
80° C	15,8043	-	-	-	-	-

Tabel L.6.4. Notasi BNT 5 % pada berat sukrosa

Perlakuan	Rataan Kristalisasi (gram)	Notasi
60° C	6,2326	a
65° C	11,2368	b
70° C	12,9243	c
75° C	13,7586	d
80° C	15,8043	e

Lampiran 7

L.7 Data dan Uji Statistik pengaruh temperatur terhadap rendemen sukrosa

Tabel L.7.1 Data Pengaruh temperatur terhadap rendemen sukrosa

Temperatur (°C)	Rendemen sukrosa (%)			total	Rata-rata
60° C	12,32	12,54	12,83	37,70	12,56
65° C	22,65	22,46	22,85	67,96	22,66
70° C	26,33	25,98	25,86	78,18	26,06
75° C	27,38	27,69	28,15	83,19	27,73
80° C	32,36	31,54	31,71	95,61	31,87
Total				362,68	120,89

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan, maka dilakukan uji F dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{\left(\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^P n_i} = \frac{362,68^2}{15} = 8769,2155$$

2. Menghitung jumlah kuadrat (JK)

$$a. JKT = \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$$

$$JKT = \left[(12,323)^2 + \dots + (31,541)^2 + (31,710)^2 \right] - 8769,2155$$

$$JKT = 9452,3367 - 8769,2155 = 683,1212$$

$$b. JK \text{ Perlakuan} = \frac{\left(\sum_{i=1}^P \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2 \right)}{n} - FK$$

$$JKP = \frac{\left(37,304^2 + 67,98^2 + \dots + 95,613^2 \right)}{3} - 8769,2155$$

$$JKP = 678,0142$$

$$\begin{aligned} \text{c. JK galat percobaan} &= JKT - JKP \\ &= 683,1212 - 678,0142 \\ &= 5,107 \end{aligned}$$

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT) setiap sumber keragaman

$$\text{a. KT perlakuan} = \frac{JK_{\text{perlakuan}}}{dB_{\text{galat perlakuan}}}$$

$$= \frac{JKp}{(n-1)}$$

$$= \frac{678,0142}{4}$$

$$= 169,5035$$

$$\text{b. KT galat percobaan} = \frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{percobaan}}}$$

$$= \frac{JKgp}{P(n-1)}$$

$$= \frac{5,107}{10}$$

$$= 0,5107$$

4. Menghitung nilai F

$$F \text{ hitung} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}}$$
$$= \frac{169,5035}{0,5107}$$
$$= 331,9042$$

Keterangan :

P = Banyaknya perlakuan

n = Banyaknya ulangan

F_{tabel} 5 % = F (0,05; 4,10) = 3,48

Tabel L.7.2 Analisa Varian satu arah

Sumber keragaman	dB	JK	KT	F hitung	F tabel
perlakuan	4	678,0142	169,5035	331,9042	3,48
G. percobaan	10	5,107	0,5107		
Total	14	683,1212	170,0142		

Dari hasil analisis ternyata $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, artinya perbedaan temperatur dan laju pendinginan berpengaruh terhadap rendemen sukrosa, selanjutnya data diuji menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan $\alpha = 0,05$ untuk mengetahui perbedaan temperatur dan laju pendinginan terhadap nilai rendemen sukrosa, dengan rumus :

$$\text{BNT } 5 \% = t_{(\alpha/2; \text{dB})} \times \sqrt{\frac{2KT_{gp}}{n}}$$
$$= t_{(0,025; 10)} \times \sqrt{\frac{2 \times 0,5107}{3}}$$
$$= 2,228 \times 0,583$$
$$= 1,298$$

Tabel L.7.3 Analisa data rendemen sukrosa (berat kristal)

Perlakuan		60 ⁰ C	65 ⁰ C	70 ⁰ C	75 ⁰ C	80 ⁰ C
	Data	12,56	22,66	26.06	27,7	31,87
60 ⁰ C	12,56	-	*10,09	*13,49	*15,16	*19,30
65 ⁰ C	22,66	-	-	*3,40	*5,07	*9,21
70 ⁰ C	26.06	-	-	-	*1,66	*5,81
75 ⁰ C	27,73	-	-	-	-	*4,13
80 ⁰ C	31,87	-	-	-	-	-

Tabel L.7.4 Notasi BNT 5 % pada rendemen sukrosa

Perlakuan	Rataan Kristalisasi (gram)	Notasi
60 ⁰ C	12,56	a
65 ⁰ C	22,66	b
70 ⁰ C	26.06	c
75 ⁰ C	27,73	d
80 ⁰ C	31,87	e

Lampiran 8

L.8 Hasil Pengamatan Pembentukan Inti

L.8.1. Pembentukan inti pada temperatur penguapan 60 °C



Gambar L.8.1. Inti yang terbentuk pada temperatur 60 °C

L.8.2. Pembentukan inti pada temperatur penguapan 65 °C



Gambar L.8.2. Inti yang terbentuk pada temperatur 65 °C

L.8.3. Pembentukan inti pada temperatur penguapan 70 °C



Gambar L.8.3. Inti yang terbentuk pada temperatur 70 °C

L.8.4. Pembentukan inti pada temperatur penguapan 75 °C



Gambar L.8.4. Inti yang terbentuk pada temperatur 75 °C

L.8.5. Pembentukan inti pada temperatur penguapan 80 °C



Gambar L.8.5. Inti yang terbentuk pada temperatur 80 °C

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

