

**Studi Pengaruh  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Minyak Kelapa sebagai Zat  
Anti Buih Terhadap Sifat Fisika-Kimia pada Proses  
Pemanasan Nira Kelapa**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**AYU CHOIRUN NIZAK**  
**0810923036-92**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2012**

**Studi Pengaruh  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Minyak Kelapa sebagai  
Zat Anti Buih Terhadap Sifat Fisika-Kimia pada Proses  
Pemanasan Nira Kelapa**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**AYU CHOIRUN NIZAK**

**0810923036-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**Studi Pengaruh  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Minyak Kelapa sebagai  
Zat Anti Buih Terhadap Sifat Fisika-Kimia pada Proses  
Pemanasan Nira Kelapa**

Oleh :

**AYU CHOIRUN NIZAK**

**0810923036-92**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji

Pada tanggal.....

Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Zubaidah Ningsih AS., S.Si. M.Phil

NIP.19790524 200312 2 002

Drs. Budi Kamulyan.M.Sc

NIP.19630619 199002 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Kimia

Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Sasangka Prasetyawan. MS

NIP. 19630404 198701 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ayu Choirun Nizak

NIM : 0810923036-92

Jurusan : Kimia

Penulisan Skripsi Berjudul :

Studi Pengaruh  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti Buih Terhadap Sifat Fisika-Kimia pada Proses Pemanasan Nira Kelapa

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tercantum pada isi dan tertulis di daftar pustaka dalam tugas akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata tugas akhir 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, Januari 2012

Yang menyatakan

Ayu Choirun Nizak

NIM. 0810923036-92

# **Studi Pengaruh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti Buih Terhadap Sifat Fisika-Kimia pada Proses Pemanasan Nira Kelapa**

## **ABSTRAK**

Nira kelapa adalah bahan baku utama dalam pembuatan gula kelapa. Selama proses pemasakan nira kelapa menjadi gula kelapa timbul buih yang berlebihan sehingga dapat menurunkan kualitas gula kelapa dan menurunkan efisiensi proses. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan penambahan zat anti buih berupa minyak kelapa, larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm, serta kombinasi keduanya. Penelitian ini mengkaji sifat fisika-kimia nira selama pemasakan baik sebelum dan setelah ditambahkan zat anti buih. Parameter sifat fisika-kimia tersebut meliputi pengukuran tegangan permukaan dengan tensiometer Du Nouy, viskositas dengan viskometer Canon-Fenske 350, dan densitas dengan piknometer 25 mL. Dengan mengkaji sifat fisika-kimia akan diketahui korelasi antara densitas, dan viskositas terhadap tegangan permukaan sebagai fungsi suhu terhadap sifat pembuihan nira serta dapat diketahui penambahan zat anti buih yang paling efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa viskositas dan densitas berbanding terbalik terhadap tegangan permukaan. Semakin rendah nilai viskositas dan densitas maka tegangan permukaan akan semakin besar. Penambahan zat anti buih paling efektif dalam menurunkan pembuihan dalam pemasakan nira adalah kombinasi minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  yang menghasilkan nilai tegangan permukaan paling tinggi yaitu sebesar 52,08 dyne/cm.

Kata kunci : Nira Kelapa, buih, zat anti buih, sifat fisika-kimia nira

# Study of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and Coconut Oil Effect as Antifoaming Agents on Coconut Sap Physicochemical Properties During Heating Process

## ABSTRACT

Coconut sap is the raw material in palm sugar production. Coconut sugar quality and process efficiency decrease considerably due to an excessive foam produced during the heating process. Therefore, coconut oil,  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm and its combination were used as antifoaming agents. This research attempts to examine the effect of these agents toward coconut sap physicochemical properties. The physicochemical properties observed were surface tension, viscosity and density using Tensiometer Du Nouy, viscometer Canon-Fenske 350 and picnometer respectively. From these results, a correlation between viscosity, density and surface tension as a function of temperature were plotted and the most effective antifoaming agent was determined. The results showed that viscosity and density were inversely correlated to the surface tension in the presence of antifoaming agents. Coconut oil combined with  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm produce the highest surface tension, 52,08 dyne/cm which signified that the combination is more effective compared to the individual antifoaming agent.

Keywords : Coconut sap, foam, antifoaming agent, physicochemical properties of sap

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan ridho serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Studi Pengaruh  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti Buih Terhadap Sifat Fisika pada Proses Pemanasan Nira Kelapa**“ sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Zubaidah Ningsih AS., S.Si, M.Phil dan Drs. Budi Kamulyan, M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan II atas segala bimbingan, pengarahan dan kesabaran yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Suratmo. selaku dosen penasehat akademik yang senantiasa memberikan pengarahan selama masa perkuliahan.
3. Dr. Diah Mardiana, MS dan Drs.Sutrisno, M.Si selaku dosen peninjau dan penguji atas segala masukan dan saran yang diberikan kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi ini.
4. Ayah, ibu adik, seluruh keluarga, Arisandi, sahabat-sahabat tercinta (Ucik, Vindi, dan Enggar), teman-teman di jurusan Kimia, dan teman-teman kosan Assyifa yang senantiasa memberi dukungan, semangat,do'a dan kasih sayang kepada penulis nasehat, serta dukungan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis mengharap kritik dan saran guna perbaikan dan penyempurnaannya sehingga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gula Kelapa.....	6
2.2 Protein sebagai Surfaktan dalam Nira.....	7
2.3 Komposisi Nira Kelapa dan Perubahan yang terjadi Ketika Dipanaskan.....	9
2.4 Mekanisme Pembentukan Buih dalam Pemanasan Nira.....	12
2.5 Mekanisme Kerja $Ca^{2+}$ dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti Buih.....	13
2.6 Pengaruh Pemanasan Nira Kelapa Terhadap Sifat Fisika Nira.....	16
2.7 Hipotesis Penelitian.....	17
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.2.1 Alat Penelitian.....	18
3.2.2 Bahan Penelitian.....	18

3.3 Tahapan Penelitian .....	18
3.4 Prosedur Kerja Penelitian .....	19
3.4.1 Pembuatan Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .....	19
3.4.2 Pemanasan Nira Kelapa .....	19
3.4.2.1 Pemanasan Nira tanpa Zat Anti Buih.....	19
3.4.2.2 Pemanasan Nira dengan Minyak Kelapa .....	19
3.4.2.3 Pemanasan Nira dengan Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm.....	20
3.4.2.4 Pemanasan Nira dengan Kombinasi Minyak Kelapa dan Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm ..	20
3.4.3 Penentuan Sifat Fisika Nira Kelapa .....	20
3.4.3.1 Pengukuran Tegangan Permukaan dengan Tensiometer Du Nouy.....	20
3.4.3.2 Pengukuran Viskositas dengan Viskometer Canon-Fenske 350 .....	20
3.4.3.3 Pengukuran Densitas dengan Piknometer 25 mL.....	21
3.4.3.4 Pengukuran Indeks Bias dengan Refraktometer.....	21
3.4.3.5 Pengukuran Kadar Air.....	21
3.5 Metode Analisa Data.....	22

#### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Uji Pendahuluan Sifat Fisika Nira Kelapa Sebelum Dipanaskan .....	23
4.2 Pemanasan Nira .....	24
4.2.1 Pemanasan Nira tanpa Zat Anti Buih.....	24
4.2.2 Pemanasan Nira dengan Zat Anti Buih.....	30

#### **BAB V. PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran .....	35

#### **DAFTAR PUSTAKA .....**

#### **LAMPIRAN.....**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Surfaktan .....	7
Gambar 2.2	Struktur Primer Protein.....	8
Gambar 2.3	Struktur Sekunder Protein .....	8
Gambar 2.4	Struktur Tersier Protein .....	9
Gambar 2.5	Struktur Kuartener Protein .....	9
Gambar 2.6	Mekanisme Pembentukan Buih .....	13
Gambar 2.7	Struktur Buih .....	14
Gambar 2.8	Mekanisme Perusakan Buih .....	15
Gambar 4.1	Perubahan Kerapatan Molekul Protein (surfaktan) setelah Dipanaskan.....	28
Gambar 4.2	Proses Terbentuknya Misel dalam Nira.....	29
Gambar 4.3	Mekanisme Minyak Kelapa dalam Mencegah Pembentukan Buih.....	34
Gambar 4.4	Mekanisme Pemecahan Buih oleh ion $Ca^{2+}$ .....	35
Gambar C.1	Skema Alat Tensiometer Du Nouy .....	45
Gambar C.2	Kurva Kalibrasi Tensiometer Du Nouy.....	47
Gambar D.1	Skema Alat Viskometer Canon-Fenske.....	49
Gambar I.1	Sampel Nira dari Desa Dayu, Kabupaten Blitar .....	66
Gambar I.2	Sampel Nira setelah Disaring .....	66
Gambar I.3	Rangkaian Alat Pemanasan Nira .....	67
Gambar I.4	Buih Mulai Terbentuk pada Proses Pemanasan Nira tanpa Zat Anti Buih .....	67
Gambar I.5	Alat Viskometer Canon-Fenske 350.....	68
Gambar I.6	Alat Tensiometer Du Nouy .....	68
Gambar I.7	Alat Piknometer 25 mL .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Gizi pada Gula Kelapa .....	6
Tabel 2.2	Komposisi Nira Kelapa Segar .....	10
Tabel 2.3	Perubahan Sifat Fisika Kimia Nira setelah Dipanaskan .....	10
Tabel 2.4	Perubahan Kadar Asam Amino setelah Di panaskan .....	11
Tabel 4.1.	Perbandingan Parameter Sifat Fisika Nira Hasil Penelitian dan Uji Sebelumnya.....	25
Tabel 4.2	Perubahan Sifat Fisika selama Pemanasan.....	26
Tabel 4.3	Perubahan Sifat Fisika setelah Ditambahkan Zat Anti Buih .....	31
Tabel C.1	Pengolahan Data Kalibrasi Alat Tensiometer Du Nouy .....	46
Tabel F.1	Hubungan Indeks Bias dengan Padatan Terlarut (sukrosa) .....	53
Tabel H.1	Tegangan Permukaan .....	55
Tabel H.1.1	Tegangan Permukaan Nira tanpa Zat Anti Buih(Ulangan I).....	55
Tabel H.1.2	Tegangan Permukaan Nira tanpa Zat Anti Buih(Ulangan II) .....	55
Tabel H.1.3	Tegangan Permukaan Nira+Minyak Kelapa (Ulangan I).....	55
Tabel H.1.4	Tegangan Permukaan Nira +Minyak Kelapa (Ulangan II) .....	55
Tabel H.1.5	Tegangan Permukaan Nira + Larutan Ca <sup>2+</sup> 33,58 ppm (Ulangan I) .....	56
Tabel H.1.6	Tegangan Permukaan Nira + Larutan Ca <sup>2+</sup> 33,58 ppm (Ulangan II) .....	56
Tabel H.1.7	Tegangan Permukaan Nira + Larutan Ca <sup>2+</sup> 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan I).....	56
Tabel H.1.8	Tegangan Permukaan Nira + Larutan Ca <sup>2+</sup> 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan II) .....	56
Tabel H.2	Tegangan Permukaan Nyata.....	57
Tabel H.2.1	Tegangan Permukaan Nyata tanpa Zat Anti Buih ....	57
Tabel H.2.2	Tegangan Permukaan Nyata Nira+Minyak Kelapa.....	57

Tabel H.2.3	Tegangan Permukaan Nira+ Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm.....	57
Tabel H.2.3	Tegangan Permukaan Nira+ Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa.....	57
Tabel H.3	Viskositas .....	58
Tabel H.3.1	Viskositas Nira tanpa Zat Anti Buih(Ulangan I).....	58
Tabel H.3.2	Viskositas Nira tanpa Zat Anti Buih(Ulangan II).....	58
Tabel H31.3	Viskositas Nira+Minyak Kelapa (Ulangan I).....	59
Tabel H.3.4	Viskositas Nira +Minyak Kelapa (Ulangan II).....	59
Tabel H31.5	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan I).....	59
Tabel H.3.6	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan II).....	59
Tabel H.3.7	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan I).....	60
Tabel H.3.8	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan II).....	60
Tabel H.4	Densitas .....	61
Tabel H.4.1	Viskositas Nira tanpa Zat Anti Buih.....	61
Tabel H4.1.2	Viskositas Nira+Minyak Kelapa (Ulangan I).....	61
Tabel H.4.3	Viskositas Nira +Minyak Kelapa (Ulangan II).....	61
Tabel H.4.4	Viskositas Nira +Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan I).....	61
Tabel H.4.5	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan II).....	62
Tabel H.4.6	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan I).....	62
Tabel H.4.7	Viskositas Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan II).....	62
Tabel H.5	Korelasi Indeks Bias terhadap Kadar Padatan Terlarut (sukrosa).....	63
Tabel H.6	Kadar Air.....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Diagram Alir Penelitian .....	43
Lampiran B	Preparasi dan Perhitungan .....	44
Lampiran C	Pengukuran Tegangan Permukaan .....	45
Lampiran D	Pengukuran Viskositas .....	49
Lampiran E	Pengukuran Densitas .....	51
Lampiran F	Pengukuran Indeks Bias .....	52
Lampiran G	Pengukuran Kadar Air .....	54
Lampiran H	Data Hasil Pengamatan .....	55
Lampiran I	Gambar Penelitian .....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Produk gula kelapa dikenal sebagai “Gula Jawa” yang dihasilkan dari penguapan nira pohon kelapa (*Cocos Nucifera L.*). Gula kelapa mempunyai peranan penting dalam menunjang kehidupan manusia, yaitu sebagai campuran bumbu masakan, pemanis masakan, bahan campuran dalam pembuatan kue, bahan campuran untuk membuat kecap, dodol, isi roti dan lain sebagainya. Gula kelapa mengandung mineral, rasa, aroma dan warna yang khas, aman untuk dikonsumsi penderita diabetes, serta mempunyai nilai *glycemic index* (GI) yang rendah, yaitu 35[1,2].

Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan gula kelapa karena Indonesia mampu menyediakan bahan baku secara berkesinambungan untuk proses pembuatan gula kelapa. Namun baru sebagian kecil kelapa Indonesia yang dimanfaatkan niranya sebagai gula, padahal harganya terus meningkat [2]. Indonesia menempati urutan pertama di dunia dalam produksi kelapa mengalahkan Filipina, India dan Brazil. Kebutuhan gula di Indonesia mencapai 3,5 sampai 4,0 juta ton, jauh melebihi produksi yang telah dilakukan di dalam negeri yang hanya 1,7 juta ton [3,4]. Menurut catatan BPEN dalam Palungkun pada tahun 2005 [5] menunjukkan terjadi peningkatan harga komoditi gula kelapa yang pada tahun 1986 harganya hanya US \$ 555,55/MT, pada tahun 2005 telah mencapai US \$ 610,05/MT. Pada kesempatan inilah gula kelapa dapat memasuki peluang pasar sebagai pengisi kekurangan konsumsi gula, namun dengan meningkatkan kualitas gula kelapa.

Kualitas gula kelapa yang kurang bagus dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu kualitas nira yang kurang baik, rusaknya nira akibat terfermentasi oleh mikroba, proses pengolahannya yang kurang benar, timbulnya buih yang berlebihan pada saat pemasakan nira, proses pemasakan yang terlalu lama sehingga dihasilkan produk berwarna gelap, kurangnya ketahanan gula selama penyimpanan serta lemahnya kontrol harga pasar yang merugikan produsen gula [5,6]. Dari beberapa kendala tersebut, perlu dilakukan penelitian yang menitikberatkan pada solusi permasalahan munculnya buih

yang berlebihan dengan mengkaji sifat fisika-kimia nira kelapa selama pemasakan sebelum dan setelah ditambahkan zat anti-buih. Buih yang berlebihan dapat menurunkan efisiensi proses serta penurunan kualitas gula.

Menurut Palungkun [5] permasalahan tersebut diatasi dengan menambahkan parutan kelapa, minyak kelapa dan kemiri yang dihaluskan. Namun hal tersebut tidak memberikan hasil yang efektif karena dapat menyebabkan semakin meningkatnya kandungan padatan tak larut, sehingga standart kandungan padatan tak larut pada gula kelapa yang menurut SNI sebesar 1% tidak terpenuhi [7]. Untuk mengatasi timbulnya buih yang meluap-luap pada saat pemasakan gula kelapa juga dapat dilakukan dengan mengaduknya secara terus-menerus serta dengan meletakkan anyaman bambu ditengah-tengah wajan [2]. Untuk mempermudah proses pengadukan LIPI [8] menciptakan suatu inovasi baru yaitu mengembangkan alat pengaduk mekanik yang dapat menggantikan tenaga manusia. Namun penggunaan alat ini dapat memperbesar biaya produksi karena harus mengeluarkan biaya tambahan untuk membayar energi listrik yang digunakan.

Buih merupakan suatu sistem koloid yang terbentuk karena gelembung gas terdispersi pada cairan. Buih dihasilkan ketika dalam suatu sistem terjadi penjebaran gas oleh surfaktan sehingga gas keluar dari sistem diselubungi film tipis surfaktan [9]. Pembentukan buih itu disebabkan karena adanya protein dalam nira yang bertindak sebagai surfaktan. Kandungan protein dalam nira sebesar 0.23-0.32% [2]. Protein ini merupakan sumber dari terjadinya aktivitas permukaan. Adsorpsi zat aktif permukaan pada permukaan antara udara dan air dapat meningkatkan aktivitas permukaan dan menurunkan tegangan permukaan, sehingga buih yang terbentuk semakin banyak [13].

Untuk mengatasi timbulnya buih yang berlebihan dalam pemasakan gula kelapa dapat dilakukan dengan menambahkan zat anti buih (*anti foaming agent*) berupa ion anorganik  $\text{Ca}^{2+}$  yang dikombinasikan dengan minyak kelapa. Pemilihan ion anorganik ini dikarenakan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dapat menurunkan stabilitas buih [10]. Hal tersebut dapat dilihat ketika  $\text{CaO}$  ditambahkan dalam semen yang dicampur dengan air, buih yang terbentuk akan semakin tidak stabil hingga akhirnya buih semakin berkurang. Pemilihan ion anorganik

$\text{Ca}^{2+}$  karena harga  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dapat dijangkau oleh masyarakat pedesaan sebagai penghasil gula kelapa [11]. Sedangkan menurut Kalyuzhnyi dkk, [12] ion  $\text{Ca}^{2+}$  ini juga dimungkinkan dapat bertindak sebagai agen *chaotropes* yaitu zat yang mampu merusak struktur hidrasi air. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang ditambahkan diharapkan dapat berperan sebagai *foam breaker* (perusak buih) yang mengganggu kinerja surfaktan dalam nira dengan mendrainase larutan dalam buih sehingga buih lebih cepat kering sedangkan minyak kelapa diharapkan dapat berperan sebagai penghambat terbentuknya buih.

Perbedaan suhu pemasakan dapat mempengaruhi sifat fisika-kimia nira kelapa. Secara umum densitas akan menurun saat suhu dinaikkan [14], viskositas nira cenderung naik saat suhu dinaikkan, dan indeks bias cenderung turun saat densitas cairan menurun dan tegangan permukaan cenderung turun saat suhu dinaikkan. Ketika tegangan permukaan menurun maka buih akan semakin mudah terbentuk. Berdasarkan hal tersebut dimungkinkan hubungan antara densitas, viskositas, kadar air dan indeks bias terhadap tegangan permukaan sebagai fungsi temperatur adalah fungsi yang tidak linear, karena kandungan komponen lain pada nira, seperti gula dan garam yang juga dapat berpengaruh pada aktivitas permukaan larutan nira [13]. Faktor lain yang ditengarai mengubah sifat fisika-kimia nira adalah zat anti buih, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui korelasi antara densitas, dan viskositas terhadap tegangan permukaan sebagai fungsi suhu terhadap sifat pembuihan nira dengan adanya penambahan zat anti buih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang dikemukakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh penambahan zat anti buih  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , minyak kelapa serta kombinasi keduanya terhadap sifat fisika-kimia nira kelapa pada berbagai suhu pemanasan?
2. Bagaimanakah korelasi antara sifat fisika-kimia nira kelapa terhadap pembentukan buih?

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sampel nira kelapa yang digunakan berasal dari Desa Dayu Kabupaten Blitar.
2. Minyak kelapa yang digunakan adalah minyak goreng Ikan Dorang.
3. Konsentrasi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang ditambahkan adalah sebesar 33,58 ppm, sedangkan minyak kelapa yang ditambahkan sebanyak 10 tetes dalam 1250 mL nira.
4. Viskometer yang dipakai dalam menentukan viskositas nira adalah Viskometer Canon-Fenske 350.
5. Kinerja zat anti buih ditentukan berdasarkan sifat fisika-kimia pada nira kelapa yang telah dipanaskan yang meliputi tegangan permukaan, densitas, dan viskositas.
6. Sifat fisika-kimia yang diamati pada pemanasan nira tanpa zat anti buih meliputi tegangan permukaan, densitas, viskositas, indeks bias, kadar sukrosa, dan kadar air.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan zat anti buih  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , minyak kelapa serta kombinasi keduanya terhadap sifat fisika-kimia nira kelapa yang meliputi viskositas, tegangan permukaan, dan densitas nira kelapa.
2. Untuk mengetahui korelasi antara sifat fisika-kimia nira kelapa terhadap pembentukan buih.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan informasi lebih detail tentang proses pencegahan terbentuknya buih dalam pembuatan gula kelapa sehingga bermanfaat bagi produsen gula kelapa untuk memperbaiki kualitas gula kelapa yang dihasilkan. Dengan meningkatnya kualitas gula

kelapa maka diharapkan taraf ekonomi produsen gula kelapa yang kebanyakan adalah masyarakat pedesaan juga dapat meningkat.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gula Kelapa

Gula kelapa dikenal juga sebagai “Gula Jawa” yang dihasilkan dari penguapan nira kelapa (*Cocos Nucifera L*). Nira pohon kelapa diperoleh dari penyadapan bunga kelapa (mayang) yang diiris tangkai bunganya sehingga keluar nira tetes demi tetes. Nira kelapa merupakan cairan bening yang terdapat di dalam mayang atau manggar kelapa yang masih tertutup. Mayang atau manggar adalah bunga kelapa yang dijumpai pada pohon kelapa yang sudah berumur 4-5 tahun, mayang atau manggar ini berbentuk karangan bunga. Dari mayang atau manggar ini dilakukan penyadapan nira kelapa. Nira yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula kelapa harus mempunyai pH 5,5 - 7,0 dan kadar gula reduksi (glukosa dan fruktosa) relatif rendah. Nira segar biasanya mempunyai pH 6,0 – 7,0 [1].

Proses pembuatan gula kelapa dilakukan melalui tahap-tahapan sebagai berikut [15] :

- Penyadapan nira kelapa
- Penyaringan nira kelapa
- Pemasakan nira kelapa
- Pencetakan
- Pengeringan

Gula kelapa mengandung nilai gizi yang cukup besar, khususnya kadar karbohidrat dan kalsium. Komposisi gizi gula kelapa per 100 gram bahan mengandung unsur pada Tabel 2.1[2] :

**Tabel 2.1** Kandungan gizi pada gula kelapa

No	Komposisi	Jumlah
1	Kalori	386 kal
2	Karbohidrat	76 gram
3	Lemak	10 gram
4	Protein	3 gram
5	Kalsium	76 gram
6	Fosfor	37 gram
7	Air	10 Gram

## 2.2 Protein sebagai Surfaktan dalam Nira

Protein dapat berfungsi sebagai surfaktan pada beberapa makanan, misalnya gula, kue, dan bir [16]. Nira kelapa juga mengandung protein yang terdiri atas gugus asam amino polar dan gugus asam amino non polar. Sebagai akibat adanya gugus polar dan non polar dalam satu molekul menyebabkan protein memiliki sifat yang aktif permukaan (surfaktan). Di dalam air gugus nonpolar akan tertolak dengan kuat sehingga molekul surfaktan selalu menstabilkan dirinya dengan mengorientasi sisi non polarnya menjauhi air. Orientasi molekul tersebut menyebabkan surfaktan memiliki bentuk sebagai molekul tunggal dan misel dalam air. Kandungan asam amino polar dalam nira adalah sebesar 2,065 g/100 g nira dan asam amino non polar sebanyak 0,175 g/100 g nira. [17,18]. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa aktivitas permukaan terjadi akibat adanya gugus hidrofilik dan hidrofobik yang terpisah dalam satu kesatuan molekul protein.

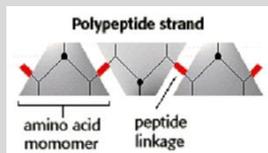


**Gambar 2.1** Struktur surfaktan

Protein dapat dibedakan berdasarkan pada struktur molekulnya yang terdiri atas 4 macam struktur [19,20] yaitu :

### a. Struktur Primer

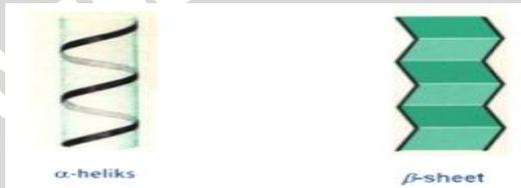
Struktur primer terdiri atas asam-asam amino dihubungkan satu sama lain secara kovalen melalui ikatan peptida seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 Struktur protein primer terdapat dalam sel hewan antara lain sebagai collagen dan elastin.



**Gambar 2.2** Struktur primer protein [20]

### b. Struktur Sekunder

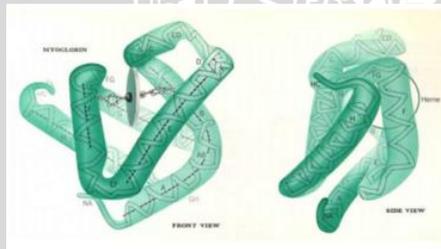
Pada struktur sekunder protein sudah mengalami interaksi intermolekul, melalui rantai samping asam amino. Ikatan yang membentuk struktur ini didominasi oleh ikatan hidrogen antar rantai samping yang membentuk pola tertentu tergantung pada orientasi ikatan hidrogennya. Pada protein polimer asam amino rantai polipeptida membentuk struktur heliks seperti keratin yang terdapat dalam rambut, tanduk, dan wool.



**Gambar 2.3** Struktur sekunder protein [20]

### c. Struktur Tersier

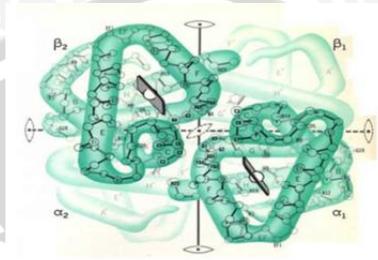
Struktur tersier berbentuk globular, seperti yang terdapat dalam enzim, hormon dan protein pembawa oksigen. Protein tersier terbentuk karena adanya pelipatan membentuk struktur yang kompleks. Pelipatan ini kemudian distabilkan oleh ikatan hidrogen, ikatan disulfida, ikatan hidrofobik, ikatan hidrofilik, dan interaksi ionik.



**Gambar 2.4** Struktur tersier protein [20]

### d. Struktur Kuartener

Struktur kuartener terbentuk dari beberapa bentuk struktur tersier (multi sub unit). Interaksi intermolekul antar sub unit protein ini membentuk struktur keempat/kuartener.



**Gambar 2.5** Struktur kuartener protein [20]

Berdasarkan penjelasan beberapa macam struktur protein di atas dapat diketahui bahwa protein pada nira mempunyai struktur tersier. Asam amino non polar dan polar masing-masing menjadi satu kesatuan yang masing-masing distabilkan oleh ikatan hidrofobik dan hidrofilik. Sehingga dapat dibedakan gugus hidrofilik dan hidrofobiknya dalam molekul protein.

### 2.3 Komposisi Nira Kelapa dan Perubahan yang Terjadi Ketika Dipanaskan

Berdasarkan data FAO [22] nira kelapa segar memiliki komposisi kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Komposisi nira kelapa segar

Komposisi	Kandungan (%)
Air	84,84
Karbohidrat	14,35
<b>Protein</b>	<b>0,10</b>
Abu	0,66
Lemak	0,17

Sedangkan menurut Norris dalam Grimwood, dkk [23] dalam nira kelapa segar ditemukan terkandung 12-18 % karbohidrat, dengan sukrosa sebagai unsur utamanya dan sejumlah kecil glukosa. Nira kelapa juga mengandung 25% *nonfermentable matter* (bahan yang tidak dapat mengalami fermentasi) yaitu 0.5 % abu dan 2 %

padatan organik yang meliputi protein, lemak, konstituen minor, dan substituent nira lainnya. Berdasarkan penelitian Nathanael dan Banerjee dalam Grimwood., dkk [23] dapat diketahui terdapat 16-30 mg asam askorbik pada tiap 10 mL nira kelapa.

Selama dilakukan pemanasan terhadap nira kelapa terjadi peningkatan intensitas warna coklat (karamelisasi), kandungan sejumlah glukosa, fruktosa, sukrosa, dan nitrogen mengalami penurunan. Kandungan gula total, gula pereduksi dan total N (unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein) dalam nira setelah dipanaskan masing-masing 13.12%, 4.80%, dan 0.05% [24]. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa pemanasan dapat mengubah komposisi dalam nira. Menurut Apriantono, dkk [24] pemanasan dapat mengubah sifat fisik- kimia pada nira seperti yang terlihat pada Tabel 2.3 berikut:

**Tabel 2.3** Perubahan sifat fisika-kimia nira kelapa setelah dipanaskan

Parameter	Waktu Pemanasan (menit)				
	0	22.5	45	67.5	90
Berat (g)	2637.5	1926.0	1254.4	762.3	355.4
pH	6.40	6.35	6.10	6.05	n.a
Intensitas Warna Coklat (420 nm)	0.127	0.163	0.363	0.451	0.562
Kandungan uap (%)	87.07	81.39	71.12	53.69	6.95
Total N (g)	0.7	n.a	n.a	n.a	0.4
Sukrosa (g)	345.0 (100%)	344.2 (99.8%)	342.9 (99.4%)	319.8 (92.7%)	288.7 (83.7%)
Glukosa (g)	45.7 (100%)	41.3 (90.3%)	32.4 (70.8%)	20.7 (45.3%)	12.6 (27.7%)
Fruktosa (g)	35.8 (100%)	23.2 (64.9%)	21.9 (61.2%)	13.9 (38.8%)	12.8 (35.7%)

Berdasarkan Tabel 2.3 dapat diketahui bahwa semakin lama pemanasan maka sifat fisika-kimia dalam nira yang meliputi total N, sukrosa, glukosa, fruktosa, kandungan uap, intensitas warna coklat, pH, dan berat akan berubah. Selain mengubah komposisi, pemanasan pada nira juga dapat mengubah kadar asam amino (g/100 g Gula Kelapa) dalam nira yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut [17]:

**Tabel 2.4.** Perubahan kadar asam amino (g/100 g Gula Kelapa) setelah dipanaskan

Asam Amino	Waktu pemanasan (menit)			
	30	60	90	120
<b>Polar</b>				
• Rantai tidak bermuatan	1,646	1.562	1.475	1.104
Asparagin(Asn)	0,325	0.312	0.300	0.289
Glutamin(Gln)	1,203	1.150	1.095	0.762
Serin(Ser)	0,046	0.033	0.031	0.017
Threonin(Thr)	0,072	0.067	0.049	0.036
• Rantai Bermuatan	0,419	0.371	0.323	0.172
Arginin	0,378	0.338	0.293	0.141
Lysin	0,029	0.023	0.022	0.025
Histidin	0,012	0.010	0.008	0.006
<b>Non Polar</b>				
Alanin	0,031	0.029	0.026	0.020
Leusin	0,007	0.006	0.005	0.004
Isoleusin	0,016	0.013	0.011	0.007
Valin	0,011	0.010	0.010	0.009
Fenilalanin	0,013	0.013	0.012	0.012
Tirosin	0,015	0.010	0.009	0.007
Glisin	0,059	0.057	0.054	0.039
Prolin	0,026	0.028	0.031	0.031
<b>Total rantai polar</b>	2,065	1.933	1.798	1.276
<b>Total rantai non-polar</b>	0,178	0.166	0.158	0.129

Berdasarkan Tabel 2.4 dapat diketahui selama pemanasan terjadi perubahan kadar asam amino baik polar maupun non polar yang terkandung pada nira. Semakin lama waktu pemanasan maka kandungan asam amino dalam nira semakin berkurang.

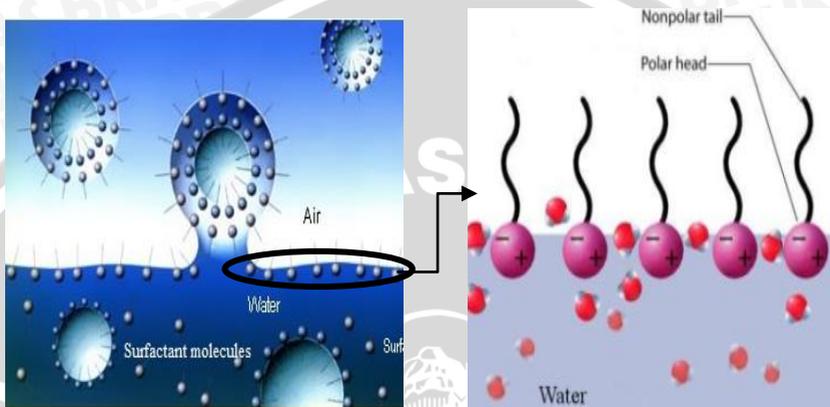
Ketika dilakukan pemanasan pada nira juga dimungkinkan terjadi penguapan senyawa volatil yang terkandung dalam nira. Senyawa volatil yang terkandung pada nira kelapa yaitu ethyl lactate, phenyl ethyl alcohol, ethyl lactate, 3-hydroxy-2-pentanone, farnesol, 2-methyl tetrahydrofuran, and tetradecanone, ethyl lactate, phenyl ethyl alcohol, 1-hexanol, 2-methyl tetrahydrofuran, 3-hydroxy-2-pentanone dan 2-hydroxy-3-pentanone [25].

#### **2.4 Mekanisme Pembentukan Buih dalam Pemanasan Nira Kelapa**

Buih merupakan suatu sistem koloid dengan fase terdispersi gas dan medium pendispersi cair, atau dengan kata lain buih merupakan suatu sistem terdispersinya gelembung gas pada cairan [9]. Fase terdispersi gas pada umumnya berupa udara atau gas yang berasal dari proses fermentasi. Buih dihasilkan ketika dalam suatu sistem terjadi pengebakan gas oleh surfaktan sehingga gas keluar dari sistem dengan diselubungi film tipis surfaktan. Pada nira kelapa terkandung protein yang merupakan surfaktan. Struktur protein yang tersusun atas gugus asam amino non polar dan asam amino polar menunjukkan bahwa protein bersifat amfifatik. Hal itulah penyebab dimungkinkannya protein sebagai sumber terjadinya aktivitas permukaan.

Adsorpsi dari zat aktif permukaan (protein) pada permukaan antara udara dan air dapat menurunkan tegangan permukaan dari nira serta meningkatkan aktivitas permukaan larutan nira. Kandungan komponen lain pada nira, seperti gula dan garam juga dapat berpengaruh pada aktivitas permukaan larutan nira. Ketika terjadi adsorpsi protein pada daerah antarfase (permukaan antara udara dan air) maka zat aktif permukaan akan mengikat gelembung-gelembung gas. Dalam gelembung gas, gugus hidrofobik surfaktan akan mengarah ke gas sedangkan gugus hidrofiliknya akan mengarah ke larutan. Pada saat gelembung gas keluar dari badan larutan nira, maka gelembung gas ini akan dilapisi oleh lapisan film tipis yang mengandung molekul surfaktan. Gelembung gas yang dilapisi lapisan film tipis ini akan meninggalkan larutan nira dalam bentuk buih seperti terlihat pada Gambar 2.6. Gas dalam gelembung itu sendiri dimungkinkan berasal dari senyawa volatil dalam nira yang

telah menguap setelah dilakukan pemanasan serta gas CO<sub>2</sub> hasil fermentasi nira.



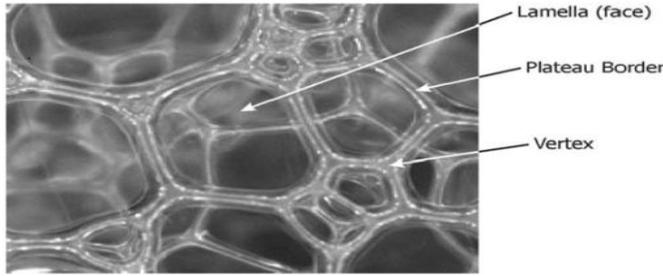
**Gambar 2.6** Mekanisme pembentukan buih [26]

Pembentukan buih pada nira menurut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, garam, sifat dan konsentrasi protein, viskositas, temperatur, dan gula. Gula yang terkandung dalam nira secara umum dapat mempengaruhi stabilitas buih bukan memperbaiki pembentukan buih. Stabilitas buih akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan viskositas spesifik. Pada saat aktivitas permukaan pada nira meningkat maka akan semakin banyak buih yang terbentuk. Hal itu terjadi pada saat kadar air dalam nira sebesar 50%, tetapi pada saat kadar air pada nira mencapai 40% akan terjadi penurunan aktivitas permukaan karena meningkatnya viskositas sehingga memperlambat gerakan protein menuju permukaan larutan nira. Pada saat ini buih akan menjadi lebih stabil dan tidak mudah pecah [13]. Pada konsentrasi protein yang tinggi maka buih yang terbentuk akan lebih tebal dan lebih stabil karena adanya peningkatan ketebalan film interfasial.

## **2.5 Mekanisme Kerja Ca<sup>2+</sup> dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti Buih**

Zat anti buih merupakan suatu zat kimia yang digunakan untuk mencegah terbentuknya buih serta merusak buih. Hal itu

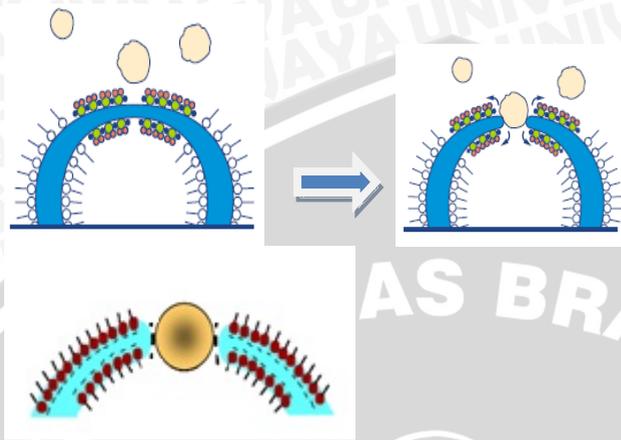
menunjukkan bahwa zat anti buih dapat bekerja melalui 2 cara yaitu mencegah pembentukan buih (*foam inhibitor*) dan memecah buih yang telah terbentuk (*foam breaker*). Buih sendiri memiliki beberapa bagian antara lain *lamella*, *vertex*, serta *plateu border* seperti terlihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Struktur buih, [27]

Bagian lamella dari buih merupakan bagian yang akan diserang/dirusak oleh zat anti buih, karena bagian ini merupakan bagian yang paling tipis dan paling lemah dari film buih [27].

*Foam breaker* merupakan suatu zat aktif permukaan yang mampu meningkatkan tegangan permukaan sehingga buih akan pecah. Efektivitas foam breaker ini dapat diketahui dari kemampuannya untuk menurunkan kestabilan buih. Menurut Evita, M.,dkk [28] mekanisme kinerja *foam breaker* adalah ketika suatu foam breaker dimasukkan ke dalam sistem maka akan terjadi interaksi pada permukaan. Interaksi pada permukaan ini menyebabkan perubahan tegangan permukaan pada buih semakin besar sehingga buih akan semakin cepat pecah. Sedangkan menurut Kulkarni, R.D [29] mekanisme perusakan buih oleh *foam breaker* diawali dengan dispersi *foam breaker* pada larutan yang mengandung buih, sehingga terjadi interaksi antara *antifoam* dengan buih. Pada tahap ini terjadi adsorpsi surfaktan ke dalam *antifoam*. Setelah itu *antifoam* akan mendekat pada gelembung buih pada bagian lamella tetapi tidak terjadi interaksi pada daerah double layer. Kemudian antifoam akan masuk pada gelembung buih sehingga terjadi perusakan gelembung buih seperti terlihat pada Gambar 2.8. Mekanisme lain *foam breaker* menurut Koczko dkk., [30] adalah dengan menurunkan gaya kohesi antar buih melalui penghilangan larutan disekitar film dari buih sehingga buih pecah.



**Gambar 2.8.** Mekanisme perusakan buih [31]

Di sisi lain *foam inhibitor* bekerja dengan cara menurunkan elastisitas. *Foam inhibitor* ini memiliki tegangan permukaan yang konstan sehingga tidak terpengaruh oleh adanya penyempitan maupun perluasan permukaan. *Foam inhibitor* ini mampu menutupi permukaan karena sifatnya yang tidak menimbulkan buih, bersifat tidak kohesif, mempunyai aktivitas permukaan rendah dan cepat berdifusi.

Sebelumnya telah disebutkan bahwa salah satu parameter penting dalam penghilangan buih adalah dengan merusak kestabilan buih. Menurut Mokrusin dan Zhidkova dalam Schugerl [10] kestabilan buih dan kemampuan membentuk buih bersifat saling melengkapi. Pernyataan tersebut juga dibenarkan oleh Bumbullis dan Schugerl dalam Schugerl [10] yang membuktikan bahwa garam-garam organik dapat meningkatkan kemampuan pembentukan buih namun menurunkan kestabilan buih. Sifat ini mendasari pemakaian garam-garam anorganik sebagai bahan pemecah buih hasil proses flotasi di bidang pertambangan. Pada penelitian ini digunakan  $\text{Ca}^{2+}$  sebagai zat perusak buih dan dikombinasikan dengan minyak kelapa yang dapat bertindak sebagai *foam inhibitor* yang mekanismenya telah disebutkan sebelumnya. Minyak kelapa dapat berperan sebagai *foam inhibitor* karena pada minyak kelapa mengandung asam-asam lemak yang dapat menurunkan aktivitas permukaan pada nira. Asam-asam lemak tersebut Menurut Hilda [32] antara lain asam laurat

(47.50%), asam miristat (16.88%), kaprilat (9.07%), palmitat (8.20%), kaprat (6.86%) dan oleat (6.44%). Dengan mengombinasikan kedua bahan tersebut maka proses penghilangan buih pada pemanasan nira dapat lebih efektif.

## **2.6 Pengaruh Pemanasan Nira Kelapa Terhadap Sifat Fisika Kimia Nira Kelapa**

Secara umum tegangan permukaan akan menurun saat terjadi kenaikan temperatur. Tegangan permukaan bertindak sebagai besarnya gaya yang melawan semakin meningkatnya luas permukaan. Tegangan permukaan juga disebutkan sebagai besarnya gaya per satuan panjang yang harus dikerjakan sejajar permukaan untuk mengimbangi gaya tarikan ke dalam pada cairan. Hal tersebut terjadi karena pada permukaan cairan, gaya adhesi (antara cairan dan udara) lebih kecil dari pada gaya kohesi antar molekul cairan [13, 33].

Perubahan temperatur sangat berpengaruh terhadap energi gerak molekul dalam larutan. Saat temperatur meningkat maka molekul-molekul dalam cairan akan bergerak lebih cepat, semakin cepat gerakan molekul maka pengaruh interaksi antar molekul semakin lama akan semakin berkurang dan tegangan permukaan akan semakin berkurang [34].

Pengukuran tegangan permukaan pada nira dimaksudkan untuk menunjukkan adanya zat aktif permukaan pada nira yang dapat menurunkan tegangan permukaan antara udara dan air. Adsorpsi dari zat aktif permukaan (protein) pada permukaan antara udara dan air dapat menurunkan tegangan permukaan dari nira serta meningkatkan aktivitas permukaan larutan nira. Tegangan permukaan pada nira kelapa juga akan semakin menurun ketika terjadi penurunan kadar air [13]. Ketika kadar air dalam nira menurun maka kerapatan molekul protein dalam nira akan semakin meningkat sehingga hambatan terhadap gerakan molekul di dalam nira akan semakin meningkat. Semakin besar hambatan terhadap gerakan molekul maka kekentalannya akan semakin meningkat.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat diketahui bahwa ketika temperatur pemasakan nira meningkat maka aktivitas permukaan yang terjadi pada nira akan semakin meningkat dan tegangan

permukaan nira akan semakin berkurang. Pada keadaan tersebut buih yang terbentuk akan semakin banyak. Dan ketika terjadi penurunan aktivitas permukaan yang disebabkan semakin kentalnya nira maka kestabilan buih akan tercapai.

Viskositas dapat dianggap sebagai gerakan di bagian dalam suatu fluida [34]. Temperatur merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap viskositas. Menurut Munson, B.R., Viskositas larutan juga dipengaruhi oleh konsentrasi, ukuran serta bentuk dari makromolekul yang terdapat pada larutan. Di dalam larutan makromolekul tersebut akan bergerak sehingga timbul suatu gesekan antar makromolekul. Dalam gesekan antar makromolekul tersebut akan timbul suatu tahanan atau hambatan. Semakin besar gesekan maka akan semakin besar viskositas. Hal itu dapat disebabkan karena molekul-molekul dalam larutan mempunyai densitas yang besar dan gaya kohesi antar molekulnya juga kuat. Peningkatan densitas akan seiring dengan penurunan tegangan permukaan. Bahan larut air akan meningkat seiring dengan meningkatnya densitas nira tebu, nira kelapa, dan nira kurma. Ketika bahan larut air meningkat maka kadar airnya akan semakin berkurang dan densitasnya juga akan semakin berkurang [35, 36].

Densitas pada umumnya akan menurun saat suhu dinaikkan [13]. Dengan berubahnya densitas saat suhu diubah, indeks bias juga akan berubah dikarenakan adanya perubahan densitas cairan yang dilewati cahaya. Indeks bias cenderung turun saat densitas cairan menurun. Perubahan indeks bias ini disebabkan karena terjadinya perubahan komposisi larutan.

## **2.7 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa penambahan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang dikombinasikan dengan minyak kelapa dapat bekerja efektif untuk mengurangi pembentukan buih saat pemanasan nira kelapa. Kinerja kombinasi zat anti buih ini diharapkan lebih efektif untuk mencegah buih dibandingkan penambahan secara individu zat anti buih, baik  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  saja maupun minyak kelapa saja. Keefektifan kinerja zat anti buih dapat diamati pada sifat fisika kimia nira kelapa yang dihasilkan setelah dilakukan pemanasan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisik, dan Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, selama kurang lebih 3 bulan.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.1 Alat penelitian**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat Tensiometer Du Nouy, Viskometer Canon-Fenske 350, Piknometer 25 mL, Refraktometer + lampu pijar, cawan porselen, oven, desikator, hot plate, wajan, termocouple, pengaduk, labu takar 50 mL dan 100 mL, erlenmeyer 250 mL, pipet tetes, pipet ukur 10 mL, gelas kimia 500 mL, 100 mL dan 250 mL, stopwatch, spatula, karet hisap, botol semprot, corong gelas, botol sampel, dan termometer.

##### **3.2.2 Bahan penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sampel nira kelapa yang berasal dari desa Ngelegok Kabupaten Blitar yang telah ditambahkan sulfat dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , minyak kelapa merk Ikan Dorang, larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , aquades, tissue, aluminium foil, kertas pH universal Macherey-Nagel.

#### **3.3 Tahapan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, meliputi :

1. Persiapan alat dan bahan
2. Uji Pendahuluan
  - 2.1 Penentuan densitas, indeks bias, viskositas, tegangan permukaan, dan kadar air pada nira kontrol sebelum dipanaskan.

- 2.2 Pembuatan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
3. Pemanasan nira yang meliputi :
  - 3.1 Pemanasan nira tanpa zat anti buih (nira kontrol).
  - 3.2 Pemanasan nira dengan minyak kelapa.
  - 3.3 Pemanasan nira dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm.
  - 3.4 Pemanasan nira dengan kombinasi minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm.
4. Pengukuran sifat fisika-kimia sampel nira hasil pemanasan yang meliputi tegangan permukaan, viskositas, dan densitas.

### **3.4 Prosedur Kerja Penelitian**

#### **3.4.1 Pembuatan Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$**

Setelah mengetahui kadar  $\text{Ca}^{2+}$  yang terlarut dalam larutan stok  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , maka dapat dibuat larutan  $\text{Ca}^{2+}$  yang akan ditambahkan sebagai zat anti buih. Pembuatan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  dilakukan dengan mengencerkan dari larutan stok  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sebanyak 3,8 mL. Kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan dengan aquades sampai tanda batas.

#### **3.4.2 Pemanasan Nira Kelapa**

##### **3.4.2.1 Pemanasan Nira tanpa Zat Anti Buih**

Sebanyak 1250 mL nira dipanaskan di atas hot plate dan dikontrol suhu pemanasan dengan termocouple. Dilakukan sampling sebanyak 130 mL pada beberapa suhu pemanasan yaitu 85 °C, 90 °C, 95 °C, 98 °C. Nira kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

##### **3.4.2.2 Pemanasan Nira dengan Minyak Kelapa**

Sebanyak 600 mL nira dipanaskan di atas hot plate sampai suhu pemanasan mencapai 98 °C dan dikontrol suhu pemanasan dengan termocouple. Kemudian ditambahkan 0,5 mL minyak kelapa, dan setelah buih tidak meluap, nira diambil sebanyak 130 mL. Kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

### **3.4.2.3 Pemanasan Nira dengan Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm**

Sebanyak 1250 mL nira ditambahkan 10 mL larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm. Kemudian dipanaskan di atas hot plate dan dikontrol suhu pemanasan dengan termocouple. Dilakukan sampling sebanyak 130 mL pada beberapa suhu pemanasan yaitu 85 °C, 90 °C, 95 °C, 98 °C dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

### **3.4.2.4 Pemanasan Nira dengan Kombinasi Minyak Kelapa dan Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm**

Sebanyak 1250 mL nira ditambahkan 10 mL larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm. Kemudian dipanaskan diatas hot plate dan dikontrol suhu pemanasan dengan termocouple. Ketika suhu pemanasan mencapai 98 °C ditambahkan 0,5 mL minyak kelapa. Setelah buih tidak meluap, nira diambil sebanyak 130 mL dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang.

## **3.4.3 Penentuan Sifat Fisika-Kimia Nira Kelapa**

### **3.4.3.1 Pengukuran Tegangan Permukaan dengan Tensiometer Du Nouy**

Sebelum ditentukan tegangan permukaan, sampel nira tanpa zat anti buih, sampel nira dengan minyak kelapa, sampel nira dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm, serta sampel nira dengan kombinasi minyak kelapa dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm yang telah dipanaskan pada suhu tertentu, didinginkan terlebih dahulu sampai suhu ruang. Selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan permukaan dengan tensiometer Du Nouy yang telah dikalibrasi sebelumnya.

### **3.4.3.2 Pengukuran Viskositas dengan Viskometer Canon-Fenske 350**

Pengukuran viskositas larutan nira dilakukan menggunakan viskometer Canon Fenske 350. Kemudian 10 mL larutan dimasukkan dalam viskometer yang telah dibersihkan dan dihomogenkan menggunakan larutan uji dan diukur waktu alirnya menggunakan stopwatch pada suhu kamar. Dari data waktu alir ini kemudian ditentukan viskositas masing-masing larutan nira dengan komposisi

zat anti buih yang berbeda. Penentuan viskositas larutan juga dilakukan pada larutan nira yang sudah dipanaskan dengan interval waktu dan suhu tertentu. Larutan ini didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu kamar sebelum ditentukan viskositasnya.

#### **3.4.3.3 Pengukuran Densitas dengan Piknometer 25 mL**

Pengukuran densitas dilakukan menggunakan piknometer dengan volume 25 mL pada suhu kamar. Larutan nira yang telah disiapkan seperti pada perlakuan sebelumnya dimasukkan dalam piknometer kosong yang sudah ditentukan massanya. Piknometer yang sudah berisi larutan nira kemudian ditimbang dan dihitung selisih massa antara piknometer yang kosong dan yang berisi nira. Penentuan densitas larutan dilakukan pada larutan nira yang sudah dipanaskan dengan interval waktu dan suhu tertentu. Larutan ini didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu kamar sebelum ditentukan densitasnya.

#### **3.4.3.4 Pengukuran Indeks Bias dengan Refraktometer**

Sejumlah larutan nira yang telah dipersiapkan ditetaskan pada kaca pengamatan refraktometer. Dari pengamatan ini kemudian ditentukan indeks bias larutan. Penentuan indeks bias larutan juga dilakukan pada larutan nira yang sudah dipanaskan dengan interval waktu dan suhu tertentu. Larutan ini didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu kamar sebelum ditentukan indeks biasnya.

#### **3.4.3.5 Pengukuran Kadar Air**

Penentuan kadar air pada larutan nira dilakukan dengan cara mengoven sampel nira dalam cawan porselen yang telah ditentukan massa totalnya terlebih dahulu. Namun sebelumnya dilakukan penimbangan pada cawan porselen kosong. Pengovenan sampel dilakukan selama kurang lebih 2 jam pada suhu 105 °C. Setelah dilakukan pengovenan ditimbang kembali massa total cawan porselen dengan nira dan dilakukan kalkulasi sehingga diperoleh besarnya kadar air dalam sampel nira. Penentuan kadar air larutan dilakukan pada larutan nira yang sudah dipanaskan dengan interval

waktu dan suhu tertentu. Larutan ini didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu kamar sebelum ditentukan kadar airnya.

### **3.5 Metode Analisa Data**

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan diolah secara deskriptif dimana dilakukan komparasi hasil pengukuran berdasarkan zat anti buih yang ditambahkan. Setelah dilakukan komparasi ditentukan efektivitas zat anti buih.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dilakukan penentuan sifat fisika-kimia pada nira kelapa sebelum dan sesudah ditambahkan zat anti buih. Dengan membandingkan dua perlakuan yang berbeda tersebut maka dapat diketahui korelasi antara sifat fisika-kimia dengan pembentukan buih.

Secara garis besar penelitian ini terbagi atas 5 tahapan. Pada tahap pertama dilakukan pengujian pendahuluan pada nira sebelum dipanaskan yang meliputi tegangan permukaan, densitas, viskositas, indeks bias, kadar sukrosa, kadar air, kadar protein serta kadar  $\text{Ca}^{2+}$  dalam sampel nira. Tahap kedua adalah pemanasan nira kelapa tanpa penambahan zat anti buih yang kemudian dilakukan penentuan sifat fisika-kimia nira yang meliputi tegangan permukaan, densitas, viskositas, indeks bias, kadar sukrosa, serta kadar air. Untuk sampel dengan komposisi tanpa penambahan zat anti buih dilakukan penentuan nilai indeks biasanya untuk mengetahui komposisi sukrosa dalam nira serta perubahan komposisi sukrosa selama pemanasan. Tahap ketiga adalah pemanasan nira kelapa dengan penambahan minyak kelapa. Tahap keempat, pemanasan nira kelapa dengan penambahan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm. Tahap kelima, pemanasan nira kelapa dengan penambahan kombinasi zat anti buih yaitu minyak kelapa dan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm.

#### **4.1 Uji Pendahuluan Sifat Fisika-Kimia Nira Kelapa Sebelum Dipanaskan**

Nira kelapa (nira segar) sebelum dipanaskan dilakukan pengujian sifat fisika-kimianya sebagai kontrol sehingga dapat diketahui pengaruh pemanasan terhadap sifat fisika-kimia nira kelapa. Pengujian sifat fisika-kimia nira meliputi kadar protein, kadar  $\text{Ca}^{2+}$ , suhu nira, pH, densitas, viskositas, tegangan permukaan, kadar air dan indeks bias. Berdasarkan penelitian Roziyah [37] yang menggunakan sampel yang sama diketahui kadar  $\text{Ca}^{2+}$  dalam nira segar sebesar 0,016% (b/b) dan kadar protein rata-rata dalam nira sebesar 0,35% (b/b).

Nilai kadar protein tersebut berdekatan dengan kadar protein dalam nira pada penelitian sebelumnya menurut Issoesetiyo dan Sudarto [1] yaitu sebesar 0,22%-0,3% (b/b) (0,23-0,32 grm per 100 mL). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian Roziyah [37] mendekati hasil penelitian sebelumnya oleh Issoesetiyo dan Sudarto [1].

Pengukuran parameter fisika-kimia dilakukan pada suhu ruang yang berkisar antara 25 °C – 27 °C. Berikut adalah data parameter sifat fisika-kimia yang diperoleh berdasarkan penelitian dengan pembanding parameter sifat fisika-kimia pada uji sebelumnya :

**Tabel 4.1** Perbandingan parameter sifat fisika-kimia nira hasil penelitian dan uji sebelumnya

No	Parameter	Hasil Uji	Hasil Uji Sebelumnya
1	Kadar Protein	0,35% (b/b) <sup>(1)</sup>	0,22%-0,3% (b/b) <sup>(2)</sup> 0,35% (b/b) <sup>(3)</sup>
2	Kadar Ca <sup>2+</sup>	0,016% (b/b) <sup>(1)</sup>	
3	pH	7	6-7 <sup>(4)</sup>
4	Viskositas spesifik	0,281	
5	Indeks Bias	1,35716	n.a
6	Tegangan Permukaan	37,56 dyne/cm	n.a
7	Densitas	1,0621 g/mL	1,053 g/mL <sup>(5)</sup> 1,058-1,077g/mL <sup>(2)</sup>
8	Kadar Sukrosa	20,71%	16,95% <sup>(2)</sup>
9	Kadar air	79,6 %	84,84 % <sup>(6)</sup>

1. Roziyah [37]

2. Issoesetiyo dan Sudarto, [1]

3. Rao, dkk, [36]

4. Soetanto, [15]

5. Thabet dkk, [13]

6. FAO, [22]

## 4.2 Pemanasan Nira

### 4.2.1 Pemanasan Nira Tanpa Zat Anti Buih

Pemanasan dengan komposisi tanpa zat anti buih ini dilakukan selama kurang lebih 2-3 jam. Perubahan suhu pemanasan dapat mempengaruhi sifat fisika-kimia nira kelapa. Oleh karena itulah perlu dilakukan penentuan sifat fisika-kimia sebagai fungsi temperatur. Pengamatan sifat fisika-kimia nira dilakukan dengan

mengkondisikan sampel sampai suhu ruang. Hal itu disebabkan karena pengamatan pada suhu kamar dapat mewakili perubahan sifat fisika-kimia larutan nira selama pemasakan, pengamatan pada suhu pemasakan yang sesungguhnya sulit dilakukan. Berikut adalah perubahan sifat fisika-kimia nira kelapa setelah dipanaskan tanpa penambahan zat anti buih :

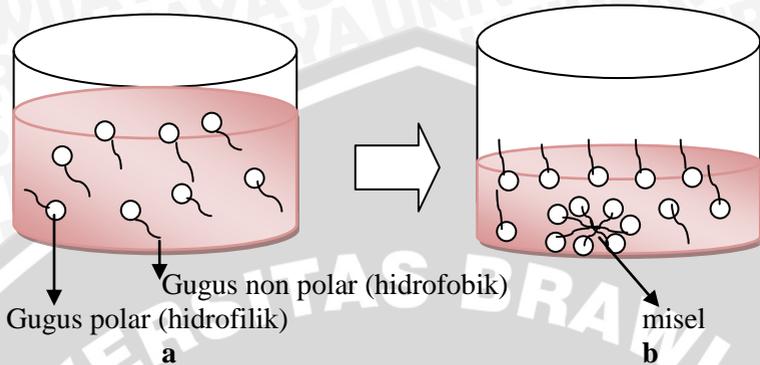
**Tabel 4.2** Perubahan sifat fisika-kimia selama pemanasan

Suhu pemanasan	$\rho$ ( $\frac{g}{mL}$ )	$\eta_{sp}$	$\gamma$ ( $\frac{dyne}{cm}$ )	Indeks Bias	Kadar Sukrosa (%)	Kadar air (%)
Awal (26°C)	1,0621	0,281	37,56	1,3572	20,71	79,6
Pemanasan 85 °C	1,1517	2,291	41,95	1,3914	40,05	58,2
Pemanasan 90 °C	1,1660	2,889	41,84	1,3974	42,69	54,6
Pemanasan 95°C	1,1780	3,335	41,69	1,4017	44,95	51,6
Pemanasan 98 °C	1,1872	4,278	41,32	1,4125	50,93	47,6

Ketika pemanasan mencapai 85 °C sampai 95 °C volume nira semakin berkurang dan belum terbentuk buih. Berdasarkan pengamatan secara visual, buih mulai terbentuk ketika suhu pemanasan mencapai 98 °C. Berkurangnya volume nira tersebut menunjukkan semakin berkurangnya kadar air dalam nira karena terjadinya penguapan seperti terlihat pada Tabel 4.2 di atas. Ketika kadar air berkurang maka konsentrasi protein di dalam nira akan semakin meningkat dan aktivitas permukaan semakin meningkat. Hal itu sesuai dengan hasil penelitian Thabet dkk [13] yang menyatakan ketika kandungan air pada nira semakin berkurang maka aktivitas permukaan akan semakin meningkat sehingga banyak buih yang akan terbentuk. Sumber terjadinya aktivitas permukaan ini adalah adanya adsorpsi protein pada permukaan. Peningkatan aktivitas permukaan ini dapat ditunjukkan dari nilai tegangan permukaan ( $\gamma$ ) yang semakin kecil dari suhu 85 °C sampai 98 °C pada Tabel 4.2.

Pembuihan terjadi ketika misel mulai terbentuk yaitu ketika temperatur pemanasan mencapai 98 °C. Hal itu dibuktikan pada hasil penelitian Roziyah [37] dengan sampel nira yang sama bahwa dari suhu 85 °C sampai suhu 98 °C waktu terbentuknya buih semakin cepat, dalam arti bahwa semakin cepat waktu terbentuknya buih maka aktivitas permukaan akan semakin meningkat. Waktu yang dibutuhkan untuk terbentuknya buih pada suhu 85 °C, 90 °C, 95 °C, dan 98 °C masing-masing adalah 912,5 sekon; 631 sekon; 484,5 sekon dan 89,5 sekon.

Berdasarkan Tabel 4.2 pemanasan larutan terbukti dapat mengubah densitas larutan dengan kecenderungan densitas akan semakin meningkat dengan semakin meningkatnya temperatur. Sebelum dipanaskan densitas nira 1,0621 g/mL dan setelah dipanaskan mencapai suhu 85 °C, 90 °C, 95 °C, dan 98 °C densitas nira semakin meningkat masing-masing menjadi 1,1517 g/mL, 1,1660 g/mL, 1,1780 g/mL, dan 1,1872 g/mL. Perubahan nilai densitas tersebut disebabkan karena kadar air dalam nira semakin berkurang sedangkan komposisi bahan larut air tetap sehingga densitasnya akan semakin meningkat. Hal itu sejalan dengan penelitian Rao, dkk [36], dimana semakin tinggi suhu pemanasan nira kelapa dan semakin lama waktu pemanasan maka total padatan terlarut juga akan semakin meningkat sehingga densitasnya akan semakin meningkat. Begitu pula dengan viskositas yang cenderung meningkat seiring meningkatnya temperatur pemanasan nira. Sebelum dipanaskan viskositas spesifik nira sebesar 0,281 dan setelah dipanaskan mencapai suhu 85 °C, 90 °C, 95 °C, dan 98 °C viskositas spesifik nira meningkat menjadi 2,291; 2,889; 3,335 dan 4,278. Ketika temperatur pemanasan meningkat maka kadar air dalam larutan nira akan semakin menurun. Semakin berkurangnya volume air pada nira menyebabkan kerapatan molekul protein dalam nira akan semakin meningkat sehingga hambatan terhadap gerakan molekul meningkat dan viskositas nira akan semakin meningkat.



**Gambar 4.1** Perubahan kerapatan molekul protein (surfaktan) setelah dipanaskan. Kerapatan molekul sebelum dipanaskan (a). Kerapatan molekul setelah dipanaskan dan terbentuk misel (b).

Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian Rao, dkk [36] yang menyatakan bahwa viskositas semakin meningkat ketika konsentrasi total padatan terlarut meningkat.

Sedangkan tegangan permukaan semakin menurun dari suhu 85 °C sampai 98 °C yaitu dari 41,95 dyne/cm menjadi 41,32 dyne/cm. Hal itu sejalan dengan pernyataan Farrington dan Albert [38] bahwa tegangan permukaan akan turun dengan naiknya suhu sesuai persamaan berikut :

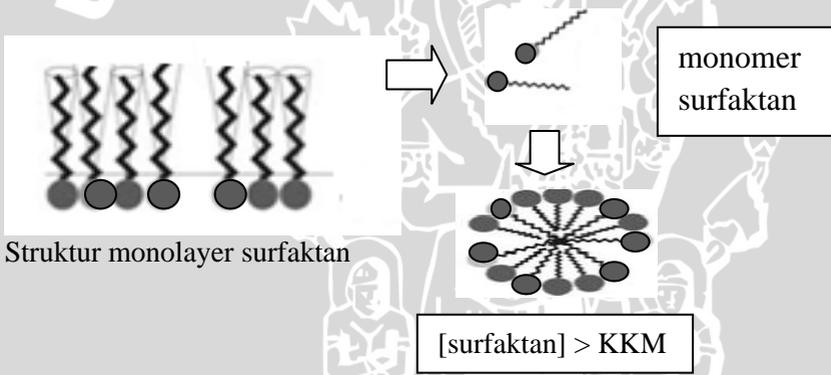
$$\frac{\partial \gamma}{\partial T} = -s^{\sigma} \quad (4.1)$$

Keterangan :  $\gamma$  = tegangan permukaan  
 $T$  = suhu  
 $s^{\sigma}$  = entropi

Semakin kecil tegangan permukaan suatu larutan maka semakin banyak buih yang dihasilkan. Kecilnya nilai tegangan permukaan disebabkan karena adanya adsorpsi zat aktif permukaan (protein) pada daerah antarfasa (permukaan antara udara dan air) sehingga aktivitas permukaan larutan nira meningkat. Ketika terjadi adsorpsi protein pada antarmuka udara dan air maka zat aktif permukaan (surfaktan) akan menyelubungi gelembung-gelembung

gas [9]. Gelembung gas kemudian keluar dari larutan nira, dengan dilapisi oleh lapisan film tipis yang mengandung molekul surfaktan. Gelembung gas yang dilapisi lapisan film tipis ini akan meninggalkan larutan nira dalam bentuk buih.

Ketika misel terbentuk di dalam nira maka Konsentrasi Kritis Misel (KKM) telah tercapai sehingga buih yang timbul pada saat nira dipanaskan akan semakin stabil. Hal itu dikarenakan adanya pengaturan diri pada surfaktan. Di dalam nira gugus nonpolar akan menempatkan dirinya menjauhi air, sedangkan gugus polar akan mendekati air. Dengan orientasi tersebut mengakibatkan surfaktan memiliki bentuk sebagai molekul tunggal dan misel di dalam air. Misel merupakan gabungan dari molekul-molekul surfaktan yang berikatan pada gugus non polarnya sehingga membentuk molekul raksasa dengan gugus polar menghadap keluar seperti yang disajikan pada Gambar 4.2 [18].



**Gambar 4.2** Proses terbentuknya misel dalam nira

Sebelum dilakukan pemanasan, surfaktan dalam nira tidak beraturan, dan ketika dilakukan pemanasan surfaktan di dalam nira akan mengatur diri dan semakin rapat satu sama lain seiring dengan semakin berkurangnya volume air dalam nira sehingga semakin mudah terbentuknya misel seperti halnya terlihat pada Gambar 4.1.b Hal itu terjadi ketika temperatur pemanasan mencapai 98°C. Pada saat temperatur pemanasan 98 °C konsentrasi surfaktan semakin tinggi sehingga pembentukan misel semakin mudah dan buih yang

terbentuk semakin stabil dibandingkan dengan saat temperatur pemanasan 85 °C, 90 °C, dan 95 °C.

Perubahan suhu pemanasan juga dapat mempengaruhi nilai indeks bias nira. Semakin tinggi suhu pemasakan nira maka indeks bias nira akan semakin meningkat. Perubahan indeks bias nira ini disebabkan karena terjadinya perubahan komposisi nira saat dilakukan pemanasan. Ketika dilakukan pemanasan kandungan air dalam nira akan semakin berkurang. Perubahan komposisi dalam nira dapat menyebabkan terjadinya perubahan pembelokan sinar datang di antarmuka larutan nira dan udara. Menurut SNI [39] perubahan indeks bias ini dapat menguatkan perubahan komposisi nira saat dilakukan pemanasan. Nilai indeks bias setara dengan total padatan terlarut (dihitung sebagai konsentrasi sukrosa) dengan menggunakan tabel hubungan antara indeks bias dan kadar padatan terlarut pada lampiran Tabel F.1. Oleh karena itulah nilai indeks bias yang diperoleh dari hasil pengukuran dapat digunakan untuk menentukan perubahan komposisi sukrosa pada nira.

Semakin tinggi suhu pemanasan maka kadar sukrosa (total padatan terlarut) dalam larutan nira akan semakin tinggi hal itu sejalan dengan penelitian Rao, dkk [36], dimana semakin tinggi suhu pemanasan dan semakin lama waktu pemanasan maka bahan larut air (total padatan terlarut) juga akan semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi sukrosa (total padatan terlarut) dalam nira, semakin besar kerapatan nira sehingga perbelokan sinar akan semakin menyimpang dari arah sinar datang di antarmuka udara dan cairan nira sehingga indeks bias semakin besar.

Berdasarkan beberapa penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa pemanasan dapat mengubah sifat fisika-kimia nira kelapa dan juga dapat mengubah komposisi sukrosa dalam nira. Tegangan permukaan sangat dipengaruhi oleh densitas dan viskositas pada nira, dimana tegangan permukaan berbanding terbalik dengan densitas dan viskositas.

Ketika temperatur pemanasan meningkat maka volume larutan nira akan semakin menurun, sehingga kerapatan molekul dalam nira semakin meningkat dan konsentrasi total padatan terlarut juga akan semakin meningkat. Peningkatan konsentrasi total padatan terlarut menyebabkan perbelokan sinar akan semakin menyimpang dari arah sinar datang sehingga indeks biasnya semakin besar.

Semakin besar kerapatan larutan nira maka kekentalannya juga akan semakin meningkat sehingga tegangan permukaannya akan semakin menurun dan buih yang terbentuk akan semakin banyak.

#### 4.2.2 Pemanasan Nira dengan Zat Anti Buih

Pemanasan yang kedua yang dilakukan adalah pemanasan nira dengan menambahkan zat anti buih, komposisi zat anti buih yang digunakan adalah minyak kelapa sebanyak 10 tetes (0,5 mL) dalam 1,25 L nira, larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm ( $\text{Ca}^{2+}$  total di dalam nira 0,267 ppm), dan kombinasi minyak kelapa dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm. Pemanasan nira kelapa dengan zat anti buih ini juga dilakukan selama kurang lebih 2-3 jam. Pengambilan sampel dilakukan pada 98 °C karena suhu 98 °C adalah suhu krusial saat buih mulai terbentuk. Berdasarkan pengamatan secara visual buih yang terbentuk setelah ditambahkan zat anti buih lebih sedikit dibandingkan dengan nira yang dipanaskan tanpa penambahan zat anti buih.

Penambahan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ditujukan untuk menambah  $\text{Ca}^{2+}$  yang sebelumnya sudah terlarut dalam nira. Hal itu karena pada penyadapan air kapur sengaja ditambahkan yang bertujuan untuk menjaga pH nira agar tetap berkisar antara 6-7. Berdasarkan hal itulah sehingga perlu dilakukan penentuan besarnya kadar  $\text{Ca}^{2+}$  yang terlarut dalam nira terlebih dahulu. Perubahan sifat fisika-kimia nira kelapa pada pemanasan 98 °C setelah ditambahkan zat anti buih disajikan pada tabel 4.3 berikut :

**Tabel 4.3** Perubahan sifat fisika-kimia setelah ditambahkan zat anti buih

Komposisi Pemanasan	$\rho$ (g/mL)	$\eta_{sp}$	$\gamma$ (dyne/cm)
Nira Tanpa Zat Anti Buih	1,1872	4,278	41,32
Nira + Minyak Kelapa	1,242	11,224	42,57
4.2.2.1 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm	1,225	7,965	44,85
Nira + Minyak Kelapa + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm	1,143	1,706	52,08

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui bahwa penambahan zat anti buih dapat mempengaruhi sifat fisika kimia nira kelapa. Penambahan minyak kelapa, larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm, dan kombinasi keduanya dapat mengubah densitas nira kelapa. Penambahan minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm secara individu dapat meningkatkan nilai densitas nira menjadi masing-masing sebesar 1,242 g/mL dan 1,225 g/mL. Namun ketika ditambahkan kombinasi keduanya densitas larutan nira semakin turun menjadi 1,143 g/mL. Penambahan minyak kelapa (senyawa organik) dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  dapat memperbesar jumlah padatan larut air sehingga total massa dalam larutan nira juga semakin meningkat. Dalam penelitian ini penambahan senyawa organik dapat lebih meningkatkan densitas nira dibandingkan penambahan ion anorganik. Hal itu dimungkinkan karena terjadi perbedaan interaksi antar molekul di dalam larutan nira seiring dengan semakin meningkatnya temperatur pemanasan sehingga distribusi ukuran molekul dan bentuk molekul di dalam larutan nira berubah. Perubahan distribusi ukuran dan bentuk molekul tersebut dapat mempengaruhi kerapatan molekul di dalam larutan nira.

Penambahan minyak kelapa, larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm, dan kombinasi keduanya juga dapat mengubah viskositas spesifik nira kelapa. Seperti halnya pada densitas, penambahan minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm secara individu dapat meningkatkan nilai viskositas spesifik nira menjadi masing-masing sebesar 11,224 dan 7,965. Namun ketika ditambahkan kombinasi keduanya viskositas spesifik larutan nira semakin turun menjadi 1,706. Hal tersebut sejalan dengan tren yang diperoleh pada densitas sehingga terbukti bahwa penambahan kombinasi minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm dapat menghasilkan distribusi ukuran dan bentuk molekul yang berbeda sehingga kerapatan molekul berbeda. Peningkatan kerapatan molekul dalam nira dapat menyebabkan hambatan terhadap gerakan cairan meningkat sehingga viskositas nira akan semakin meningkat. Berdasarkan hal tersebut dapat dibuktikan bahwa viskositas dan densitas memiliki hubungan yang linear.

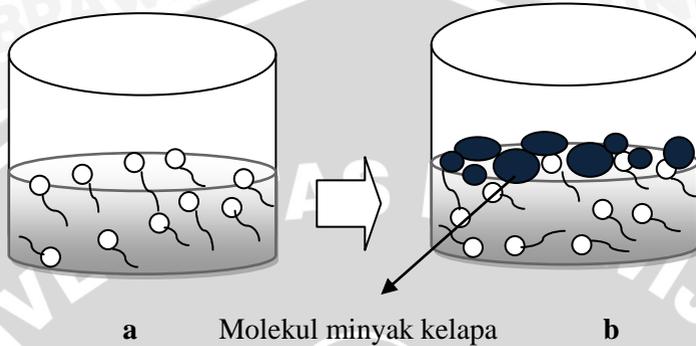
Sebelum ditambahkan zat anti buih tegangan permukaan nira semakin turun ketika dilakukan pemanasan. Namun sebaliknya, setelah ditambahkan zat anti buih baik secara individu maupun

kombinasi tegangan permukaan nira semakin meningkat. Hal itu dibuktikan dengan hasil pengukuran tegangan permukaan pada penelitian ini. Ketika ditambahkan kombinasi minyak kelapa dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm diperoleh nilai tegangan permukaan paling tinggi, yaitu sebesar 52,08 dyne/cm. Dan nilai tegangan permukaan terendah diperoleh ketika dilakukan penambahan minyak kelapa, yaitu sebesar 42,57 dyne/cm. Sedangkan ketika ditambahkan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm diperoleh nilai tegangan permukaan larutan nira sebesar 44,85 dyne/cm.

Semakin tinggi tegangan permukaan yang dihasilkan dari hasil pemanasan nira kelapa dengan zat anti buih, maka potensi terbentuknya buih akan semakin kecil karena aktivitas permukaan semakin menurun. Dari ketiga komposisi penambahan kombinasi minyak kelapa dengan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm menghasilkan tegangan permukaan paling tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa penambahan kombinasi zat anti buih memberikan hasil paling efektif dalam mencegah terbentuknya buih, dimana minyak kelapa bertindak sebagai penghambat buih (*foam inhibitor*) sedangkan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm bertindak sebagai perusak buih (*foam breaker*).

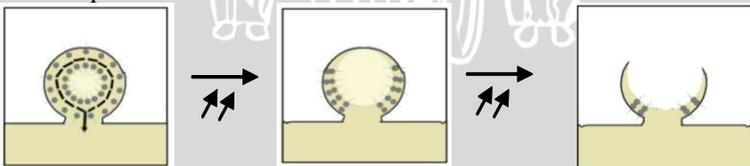
Minyak kelapa dapat berperan sebagai foam inhibitor karena kandungan asam lemak yang dapat menurunkan aktivitas permukaan pada nira. Asam-asam lemak tersebut antara lain asam laurat (47,50%), asam miristat (16,88%), asam kaprilat (9,07%), asam palmitat (8,20%), asam kaprat (6,86%), dan asam oleat (6,44%) [32]. Dari beberapa kandungan asam lemak tersebut asam palmitat merupakan asam yang paling berperan dalam menurunkan elastisitas permukaan [40]. Mekanisme kerja minyak kelapa sebagai *foam inhibitor* adalah dengan cara menurunkan elastisitas permukaan. Elastisitas permukaan yang rendah menyebabkan surfaktan sulit membentuk buih. Minyak kelapa akan menutup permukaan karena mempunyai densitas yang relatif rendah yaitu 0,928 g/mL sehingga menghalangi protein untuk membentuk buih. Minyak kelapa sukar larut dalam nira (bersifat hidrofob) mengingat minyak kelapa bersifat non polar sedangkan nira bersifat polar (like dissolve like). Menurut Rosen, [40] minyak kelapa tidak menimbulkan buih (tidak aktif permukaan), tidak kohesif, mempunyai aktivitas permukaan yang rendah, dan cepat berdifusi. Selain itu minyak kelapa memiliki

tegangan permukaan yang konstan sehingga tidak terpengaruh oleh adanya penyempitan maupun perluasan permukaan.



**Gambar 4.3** Mekanisme minyak kelapa dalam mencegah pembentukan buih. Keadaan nira saat dipanaskan sebelum ditambahkan minyak kelapa (a). Keadaan nira setelah ditambahkan minyak kelapa (b).

Sedangkan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm bertindak sebagai perusak buih (foam breaker) dengan cara menurunkan kestabilan buih sehingga buih akan pecah. Ketika larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm didispersikan ke dalam larutan nira maka akan terjadi interaksi antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan buih yang menyebabkan peningkatan tegangan permukaan buih sehingga buih akan semakin cepat pecah [28]. Ion  $\text{Ca}^{2+}$  dari larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm akan mendrainase air disekitar film dari buih sehingga lapisan air disekitar film surfaktan tidak merata (tidak tebal). Dengan semakin menipisnya lapisan air ini maka film menjadi lebih rapuh dan menjadi mudah pecah. Berikut adalah mekanisme pemecahan buih oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$ .



**Gambar 4.4** Mekanisme pemecahan buih oleh ion  $\text{Ca}^{2+}$

Efektivitas penambahan kombinasi zat anti buih dalam mencegah terbentuknya buih ini didukung dengan hasil penelitian Roziyah [37] dengan sampel nira yang sama dengan menggunakan metode flotasi. Pada nira dengan zat anti buih kombinasi tidak timbul buih sama sekali saat diflotasi setelah dilakukan pengamatan selama  $\pm 15$  menit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa zat anti buih kombinasi bekerja paling efektif dalam mencegah buih pada saat nira dipanaskan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pemanasan nira dan penambahan zat anti buih dapat mengubah sifat fisika-kimia nira. Densitas, viskositas, dan tegangan permukaan larutan nira yang diamati pada 98°C menunjukkan korelasi yang linear, namun berbanding terbalik antara densitas dan viskositas dengan tegangan permukaan.
2. Kombinasi minyak kelapa dan larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm bekerja paling efektif dalam menurunkan pembuihan dibandingkan minyak kelapa maupun larutan  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm secara individu.

### 5.2 Saran

Berdasarkan data yang diperoleh disarankan adanya studi lebih lanjut tentang distribusi ukuran, bentuk dan berat molekul partikel dalam larutan nira selama proses pemasakan sehingga didapatkan informasi lebih mengenai hubungan sifat fisika-kimia nira dengan kemampuan pembentukan buih pada pemanasan larutan nira.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Isoesetiyo dan T.Sudarto, 2001, **Gula Kelapa Produk Industri Hilir Sepanjang Masa**, Penerbit Arkola, Surabaya.
- [2] Santoso, H.B., 1993, **Pembuatan Gula Kelapa**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [3] FAOSTAT, 2009, **Food and Agricultural Commodities Production**, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, diakses tanggal 2 September 2011.
- [4] Yamin, K., 2006, **Palm Sugar Can Sweeten Economy and Environment**, <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=31962>, diakses tanggal 2 September 2011.
- [5] Palungun, R., 2005, **Aneka Produk Olahan Kelapa**, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [6] RADIO, Y., 2009, **Perajin Gula Jawa Pacitan Butuh Koperasi**, <http://gemilang-fm.biz/>, diakses tanggal 2 September 2011.
- [7] Marsigit, W., 2005, **Penggunaan Bahan Tambahan pada Nira dan Mutu Gula Aren yang Dihasilkan di Beberapa Sentra Produksi di Bengkulu**, *Jurnal Penelitian UNIB*. XI: 42-48, UNIB, Bandung.
- [8] LIPI, 2010, **Sentuhan Teknologi Picu Produksi Gula Merah**, <http://www.lipi.go.id/www.cgi?berita&1275156460&&2010>, diakses tanggal 2 September 2011.No. 3, pp. 974-982, Great Britain

- [9] Everett, D.H., 1998, **Basic Principles of Colloid Science**, Whistable Litho Ltd, Cambridge.
- [10] Schugerl, K., 2000, **Recovery of Proteins and Microorganisms Form Cultivation Media by Foam Flotation**. *Adv Biochem Eng Biotechnol*, 68, 191-233, University of Hannover, Germany.
- [11] Oetoyo, S., 1984, **Diktat Aneka Industri Kimia**, Akademi Perindustrian Yogyakarta, Yogyakarta.
- [12] Kalyuzhnyi, Y.V., Vojko, V., and Ken A. Dill., 2001, **Hydration of Simple Ions Effect of the Charge Density**, *Acta Chim*, 48, 309-316, Institut for Condensed Matter Physics, Ukraine.
- [13] Thabet, I. B., Attia, H., Besbes, S., Deroanne, C., Francis, F., Drira, N.-E. dan Blecker, C., 2007, **Physicochemical and Functional Properties of Typically Tunisian Drink : Date Palm Sap (*Phoenix Dactylifera L.*)**, *Food Biophysics*, 2: 76-82, Unite Analyses Alimentaires, Tunisia.
- [14] Castellan, G.B., 1987, **Physical Chemistry**, third edition, Addison-Wesley Publishing Company, Sydney.
- [15] Soetanto, N.E., 2005, **Membuat Gula Kelapa Kristal**, penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- [16] Belitz, H.D and W. Grosch, 1999, **Food Chemistry**, Spinger-Verlag Berlin Heidelberg, Germany
- [17] Ho, C. W., Aida, W. M. W., Maskat, M. Y. dan Osman, H., 2008, **Effect of Thermal Processing of Palm Sap on the Physico-Chemical Composition of Traditional Palm**

**Sugar**, *Pakistan Journal of Biological Science*. 11: 989-996,  
Universiti Kebangsaan Malaysia, Malaysia.

- [18] Moules, C., 2005, **The Role of Interfacial Tension Measurement in The Oil Industry**, [www.camtel.demonweb.co.uk/files/AP011.PDF](http://www.camtel.demonweb.co.uk/files/AP011.PDF), diakses tanggal 2 September 2011.
- [19] Lehninger, A.L., 1975, **Biochemistry The Molecular Basic of Cell Structure and Function**, second Edition, Worth Publisher Inc, New York.
- [20] Santoso, H., 2008, **Protein dan Enzim**, [www.heruswn.technology.com](http://www.heruswn.technology.com), diakses tanggal 2 Desember 2011.
- [21] Yepyhardi, 2010, **Struktur Molekul Protein**, <http://sciencebiotech.net/struktur-molekul-protein/>, diakses tanggal 2 September 2011.
- [22] FAO, na, **Tradisi Masyarakat Banjar-Ciamis dalam Pembuatan Gula Kelapa secara Sederhana yang Memberikan Tambahan Pendapatan bagi Petani (Banjar, Jawa Barat)**, <http://database.deptan.go.id/sains-indonesia/index.php?files=DetailTechnologies-Indo&id=90>, diakses tanggal 2 September 2011.
- [23] Grimwood, Brian E., Ashman F., Dendy D.A.V., and Jarman, C.G., 2001, **Coconut Palm Products: Their Processing in Developing Countries**, Longman Group Ltd, London.
- [24] Apriantono, A., Astrid A., Nurhayati., Yeni L., Slamet B., Soewarno T.S, 2002, **Rate Of Browning Reaction During**

**Preparation Of Coconut and Palm Sugar**, *International Congress Series 1245, 275-278*, Bogor Agricultural University, Bogor.

- [25] Borse, B. B., Rao, L. J. M., Ramalakshmi, K. & Raghavan, B., 2007, **Chemical Composition of Volatiles from Coconut Sap (neera) and Effect of Processing**. *Food Chemistry, 101, 877-880*, Central Food Technological Research Institute, India.
- [26] Tauschs, M.W., 2010, **Silicones for Paints**, [http://www.chemiedidaktik.uniwuppertal.de/disido\\_cy/en/info/app/paints.htm](http://www.chemiedidaktik.uniwuppertal.de/disido_cy/en/info/app/paints.htm), diakses tanggal 2 September 2011.
- [27] McGee, J., 1997, **Selecting Chemical Defoamers and Antifoams**, *Journal Chemical Engineering. Vol 96*, University of Minnesota, United States.
- [28] Evita, W., Mikrajuddin, A., Hernawan, M., dan Khairurrijal, 2008, **Peningkatan Efektivitas Defoamer Silika (SiO<sub>2</sub>) dengan Coating pada HDPE (High Density Polyethylene)**, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi. Vol 2. No 2*, Intitut Teknologi Bandung, Bandung.
- [29] Kulkarni, R.D., E.D Goddard., and B. Kanner, 1977, **Mechanism Of Antifoaming Action**, *Journal of Colloid and Interface Science, Vol.59 No 3*, Tarrytown Technical Center, New York.
- [30] Koczko, K., Koczko, J.K. and Wasan, D.T, 1997, **Mechanism for Antifoaming Action in Aqueous System by Hydrophobic Particles and Insoluble Liquids**. *Journal of Colloid and Interface Science, 166, 225-238*, Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois.

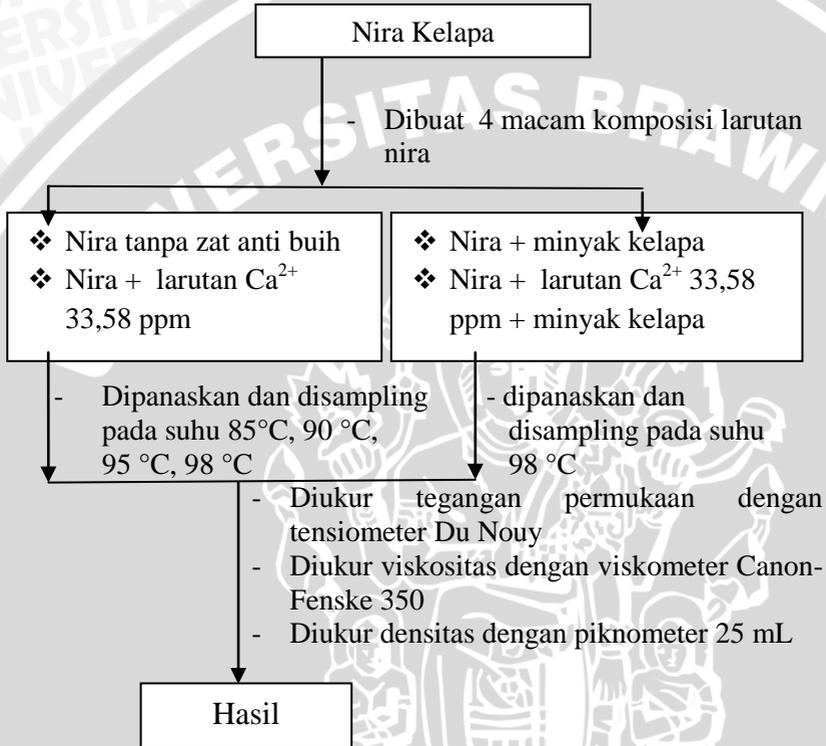
- [31] Galgovi.,E.C., Steven Y.C., dan Khalil, Y., 2004, **Innovative Molecular Defoamer Technology**, No.120-05-017-GLB, Air Products and chemicals, Inc., London.
- [32] Hilda, L., 2010, **Restrukturisasi Lemak Kakao dengan Minyak Kelapa (Coconut Oil) dan dengan Minyak Kemiri (Candle Nut Oil) Melalui Reaksi Interesterifikasi Enzimatis**, *Disertasi*, Doktor, Universitas Sumatra Utara, Sumatra, Medan.
- [33] Giancoli,D.C., 2001, **Fisika**, Jilid I, diterjemahkan oleh DR. N.M Surdia, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [34] Sears dan Zemansky, 1982, **Fisika Universitas**, Edisi Ke Sepuluh, Jilid I, diterjemahkan DR. N.M Surdia, Penerbit Bina Cipta, Bandung.
- [35] Munson, B.R., Donald,F.Young., dan Theodore, H.O., 2003, **Mekanika Fluida**, Jilid I, Edisi 4, diterjemahkan oleh Dr.Ir Herinaldi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [36] Rao, P.V.K.J, M.Das, and S.K. Das, 2009, **Changes in Physical and Thermo-physical Properties of Sugarcane Palmyra-palm and Date-palm Juices at Different Concentration of Sugar**, *Journal of Food Engineering* 90 (2009) 559–566, Ranga Agricultural University, India.
- [37] Roziyah, A., 2011, **Efektivitas Penambahan Ca(OH)<sub>2</sub> dan Minyak Kelapa sebagai Pencegah Buih dalam Pemanasan Nira Kelapa**, *Skripsi*, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

- [38] Farrington, R.A and albert, D.,1983, **Kimia Fisika**, Jilid I, Edisi Kelima, diterjemahkan oleh :DR.N.M. Surdin, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [39] Dewan Standarisasi Nasional, 2008, SNI :**Selai Buah-3746**, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [40] Rosen, M.J., 1978, **Surfactans and Interfacial Phenomena**, John Willey and Sons, New York.



## LAMPIRAN

### Lampiran A. Diagram Alir Penelitian



## Lampiran B. Preparasi dan Perhitungan

### B.1. Preparasi Larutan Stok $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Larutan stok yang dipakai sama dengan larutan stok yang telah dibuat sebelumnya pada penelitian Roziyah [37] dengan kadar  $\text{Ca}^{2+}$  0,016 % (b/b).

### B.2. Perhitungan Kadar $\text{Ca}^{2+}$ dalam Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$

$$\begin{aligned}\text{ppm Ca}^{2+} &= \frac{\text{Vol.titrasi} \times \text{BM Ca} \times [\text{EDTA}]}{\text{Volume sampel yang dititrasi}} \\ &= \frac{22,5 \text{ mL} \times 40,08 \text{ mg/mmol} \times 0,0098 \text{ mmol/mL} \times 10^3}{10 \text{ mL}} \\ &= 883,7 \text{ ppm}\end{aligned}$$

### B.3. Perhitungan Kadar $\text{Ca}^{2+}$ dalam Sampel Nira Kelapa

$$\begin{aligned}\text{ppm Ca}^{2+} &= \frac{\text{Vol.titrasi} \times \text{BM Ca} \times [\text{EDTA}]}{\text{Volume sampel yang dititrasi}} \\ &= \frac{4,4 \text{ mL} \times 40,08 \text{ mg/mmol} \times 0,0098 \text{ mmol/mL} \times 10^3}{10 \text{ mL}} \\ &= 172,1 \text{ ppm}\end{aligned}$$

### B.4. Perhitungan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ke dalam nira

Larutan stok yang dipakai Volume  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang diambil dari larutan stok  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  883,7 ppm adalah 3,8 mL, sehingga ppm  $\text{Ca}^{2+}$  menjadi :

$$\begin{aligned}M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 883,7 \text{ ppm} \times 3,8 \text{ mL} &= M_2 \times 100 \text{ mL} \\ M_2 &= 33,58 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Volume  $\text{Ca}^{2+}$  33,58 ppm yang ditambahkan ke dalam 1250 mL nira sebanyak 10 mL, sehingga total ppm  $\text{Ca}^{2+}$  yang ada dalam nira adalah 0,267 ppm.

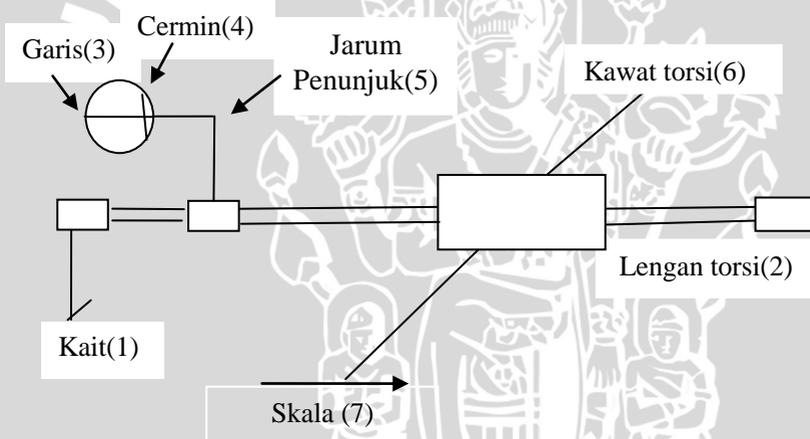
$$\begin{aligned}M_1 V_1 &= M_2 V_2 \\ 33,4 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL} &= M_2 \times 1260 \text{ mL} \\ M_2 &= 0,267 \text{ ppm}\end{aligned}$$

## Lampiran C. Pengukuran Tegangan Permukaan

### C.1 Kalibrasi alat Tensiometer Du Nouy

Sebelum digunakan alat tensiometer Du Nouy harus dikalibrasi terlebih dahulu. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Lengan Torsi (2) ditutup supaya tidak bergerak.
- Cincin platina dipasang pada ujung kait (1) dengan hati-hati
- Beban dipasang pada lingkaran cincin platina.
- Skrup dibawah skala (7) diputar sehingga garis (3) pada cermin (4) dan jarum (5) saling berhimpitan.
- Kurva kalibrasi dibuat dengan variasi beban.



**Gambar C.1** Skema Alat Tensiometer Du Nouy

### C.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Dibuat kurva kalibrasi antara  $\gamma$  percobaan dengan  $\gamma$  hitungan, dimana  $\gamma$  hitungan dapat diperoleh melalui persamaan berikut :

$$\gamma \text{ hitungan} = \frac{m \cdot g}{2 \cdot C}$$

Keterangan : m = massa beban total (g)

g = percepatan gravitasi = 980,1 cm/s<sup>2</sup>  
 C = keliling cincin platina = 6,005 cm

**Tabel C.1** Pengolahan Data Kalibrasi Alat Tensiometer Du Nouy

No	Beban (mg)	γ perc (dyne/cm)	γ hit (dyne/cm)	X <sup>2</sup>	XY	Y <sup>2</sup>
1	5	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2
2	20	2,9	1,6	8,4	4,6	2,6
3	50	5,2	4,1	27,0	21,3	16,8
4	100	10,8	8,2	116,6	88,6	67,2
5	200	22,9	16,3	524,4	373,3	265,7
6	300	33,5	24,5	1122,3	820,8	600,3
7	400	44,6	32,6	1989,2	1454	10627,8
8	500	56	40,8	3136	2284,8	1664,6

Keterangan :

Y = Tegangan permukaan hitungan (dyne/cm)

X = Tegangan permukaan percobaan (dyne/cm)

a = Slope

r = Koefisien reaksi

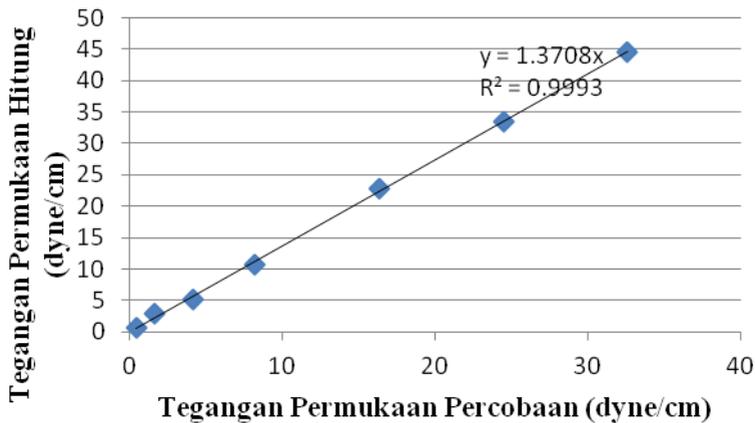
$$a = \frac{\sum(X_i \cdot Y_i)}{\sum(X_i^2)}$$

$$r = \frac{\sum(X_i^2)}{[\sum(X_i^2) \cdot \sum(Y_i^2)]^{0,5}}$$

a = 0,729

b = 0,999

## Kurva Kalibrasi Tensiometer Du Nouy



**Gambar C.2** Kurva Kalibrasi Tensiometer Du Nouy

### C.3 Prosedur Penentuan Tegangan Permukaan

Prosedur penentuan nilai tegangan permukaan dengan tensiometer Du Nouy adalah sebagai berikut :

- Posisi alat diatur supaya horizontal dengan Waterpass.
- Cincin dibakar platina kemudian digantung pada lengan torsi.
- Larutan yang akan ditentukan tegangan permukaannya diletakkan pada botol timbang 25 mL dan diletakkan diatas penyangga.
- Penyangga dinaikkan hingga cincin tercelup 2-3 mm dibawah permukaan.
- Lengan torsi dilepaskan dan pembacaan dinolkan pada kedudukan jarum penunjuk dan bayangannya berhimpit dengan garis pembanding pada cermin.
- Penyangga diturunkan dan kedudukan cincin dipertahankan tetap terhimpit dengan memutar sekrup gaya hingga film pecah.
- tegangan permukaan pada skala dilakukan pembacaan.
- Dilakukan pengulangan pengukuran dan diambil nilai rata-ratanya.

Tegangan permukaan hitungan juga dapat diperoleh dengan persamaan rumus berikut :

$$P = 0,729 \times \gamma \text{ Percobaan}$$

Keterangan :

$\gamma$  Percobaan = Tegangan permukaan percobaan

P = Tegangan permukaan hitungan

Sedangkan tegangan permukaan nyata dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut :

$$\gamma \text{ Nyata} = Fr \times P$$

Dimana Fr dapat dicari melalui persamaan berikut :

$$Fr = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,0142 P}{C^2 (D-d)} + 0,0453} - \frac{1,679 r}{R}$$

Keterangan :

Fr = Faktor koreksi

P = Tegangan permukaan hitungan

D = Rapat massa dibawah cincin permukaan cairan

d = Rapat massa udara =  $0,001134 \text{ g/cm}^3$

C = Keliling cincin = 6,010 cm

r = jari-jaridalam

R = jari-jari luar

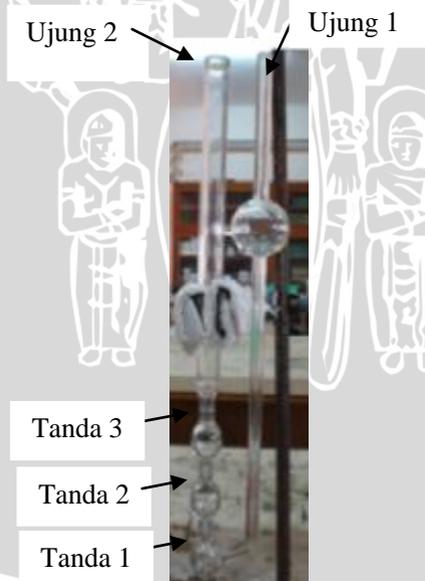
r/R = Jari-jari kawat cincin = 1/53,83848846

## Lampiran D. Pengukuran Viskositas

### D.1 Prosedur Penentuan Viskositas

Prosedur penentuan nilai viskositas nira dengan viskometer Canon-Fenske adalah sebagai berikut :

- Viskometer Canon-Fenske 350 dibersihkan dengan aquades.
- Viskometer Canon-Fenske 350 dikeringkan dengan hairdryer.
- Viskometer Canon-Fenske 350 dihomogenkan dengan larutan uji.
- Sebanyak 10 mL larutan sampel dimasukkan ke dalam viskometer melalui ujung (1).
- Bola hisap di pasang pada ujung (2).
- Sampel dikondisikan sampai berada di bawah tanda (1).
- Bola hisap dilepaskan sampai larutan mengalir dan dihitung waktu alir larutan dari tanda (1) sampai tanda (3) dengan stopwatch.
- Pengukuran laju alir Dilakukan pengulangan dan diambil nilai rata-ratanya.
- Dilakukan kalkulasi sehingga diperoleh nilai viskositas larutan.



**Gambar D.1** Skema alat Viskometer Canon-Fenske 350

Nilai viskositas larutan dapat diperoleh melalui persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t \times \rho}{t_0 \times \rho_0}$$

$$\eta_{sp} = \frac{\eta}{\eta_0} - 1$$

Keterangan :

$\eta$  = Viskositas larutan uji (mPas)

$\eta_0$  = Viskositas aquades (mPas)

$\eta_{sp}$  = Viskositas spesifik (mPas)

$t$  = waktu alir larutan uji (s)

$t_0$  = waktu alir aquades (s)

$\rho$  = densitas larutan uji (gr/mL)

$\rho_0$  = densitas aquades (gr/mL)



## Lampiran E. Pengukuran Densitas

### E.1 Prosedur Penentuan Densitas

Prosedur penentuan densitas larutan dengan piknometer 25 mL adalah sebagai berikut :

- Piknometer 25 mL dibersihkan dengan aquades dan dikeringkan dengan hairdryer
- Massa piknometer 25 mL kosong (x) dilakukan penimbangan
- Larutan uji dimasukkan ke dalam piknometer 25 mL sampai penuh
- Piknometer ditutup sampai nira yang berlebih di dalam piknometer tumpah melalui kapiler pada tutup pinometer.
- Massa total piknometer + nira (z) ditimbang sehingga diketahui massa total piknometer + nira
- Dilakukan kalkulasi sehingga diperoleh densitas larutan uji.

Kalkulasi untuk mendapatkan densitas larutan uji dilakukan dengan persamaan berikut :

$$\rho = \frac{\text{massa total (z)} - \text{massa piknometer kosong (y)}}{V_{\text{piknometer}}}$$

Keterangan :

$\rho$  = densitas larutan uji (g/mL)

z = massa total piknometer + larutan uji (g)

y = massa piknometer kosong (g)

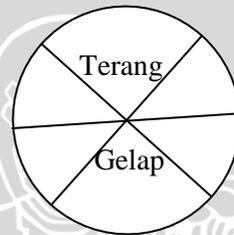
V = volume piknometer = 25 mL

## Lampiran F. Pengukuran Indeks Bias

### F.1 Prosedur Penentuan Indeks Bias

Prosedur penentuan indeks bias larutan dengan refraktometer adalah sebagai berikut :

- Kaca pengamatan pada refraktometer ditetesi aquades dan dibilas searah.
- Sejumlah larutan ditetaskan pada kaca pengamatan refraktometer.
- Lampu penerang dihidupkan dan diputar tombol pengatur sampai diperoleh 2 sisi seperti gambar berikut :



- Skala yang ditunjuk dilakukan pembacaan.

Nilai indeks bias setara dengan jumlah padatan terlarut. Bila pengukuran indeks bias tidak dilakukan pada suhu  $20^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  maka koreksinya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$n_D^{20} = n_D^t + 0,0013 (t - 20)$$

Keterangan :

$n_D^{20}$  = indeks bias pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$

$n_D^t$  = indeks bias pada suhu pengukuran

t = suhu pengukuran ( $^{\circ}\text{C}$ )

Selanjutnya dilakukan penentuan kadar sukrosa dengan rumus berikut :

$$\frac{n_D^{20} \text{ tabel} \uparrow - n_D^{20} \text{ tabel} \downarrow}{n_D^{20} \text{ hitung} - n_D^{20} \text{ tabel} \downarrow} = \frac{\% \text{ sukrosa} \uparrow - \% \text{ sukrosa} \downarrow}{\% \text{ sukrosa hitung} - \% \text{ sukrosa} \downarrow}$$

Nilai indeks bias yang diperoleh,  $n_D^{20}$  dan kadar sukrosa harus dikoreksi menggunakan Tabel F.1.

**Tabel F.1** Hubungan antara Indeks Bias dengan Padatan terlarut (sukrosa)

Indeks bias $n_D^{20}$	Padatan terlarut (sukrosa) % (massa)	Indeks bias $n_D^{20}$	Padatan terlarut (sukrosa) % (massa)	Indeks bias $n_D^{20}$	Padatan terlarut (sukrosa) % (massa)	Indeks bias $n_D^{20}$	Padatan terlarut (sukrosa) % (massa)
1,3330	0	1,3672	22	1,4076	44	1,4558	66
1,3344	1	1,3689	23	1,4096	45	1,4582	67
1,3359	2	1,3706	24	1,4117	46		
1,3373	3	1,3723	25	1,4137	47	1,4606	68
1,3388	4	1,3740	26			1,4630	69
1,3403	5	1,3758	27	1,4158	48	1,4654	70
				1,4179	49		
1,3418	6	1,3775	28	1,4201	50	1,4679	71
1,3433	7	1,3793	29	1,4222	51	1,4703	72
1,3448	8	1,3811	30	1,4243	52	1,4728	73
1,3463	9	1,3829	31			1,4753	74
1,3478	10	1,3847	32	1,4265	53	1,4778	75
				1,4286	54		
1,3494	11	1,3865	33	1,4308	55	1,4803	76
1,3509	12	1,3883	34	1,4330	56	1,4829	77
1,3525	13	1,3902	35	1,4352	57	1,4854	78
1,3541	14	1,3920	36			1,4880	79
1,3557	15	1,3939	37	1,4374	58	1,4906	80
				1,4397	59		
1,3573	16	1,3958	38	1,4419	60	1,4933	81
1,3589	17	1,3978	39	1,4442	61	1,4959	82
1,3605	18	1,3997	40	1,4465	62	1,4985	83
1,3622	19	1,4016	41			1,5012	84
1,3638	20	1,4036	42	1,4488	63	1,5039	85
				1,4511	64		
1,3655	21	1,4056	43	1,4535	65		

## Lampiran G. Pengukuran Kadar Air

### G.1 Prosedur Penentuan Kadar Air

Prosedur penentuan kadar air dilakukan sebagai berikut :

- Cawan porselen yang akan digunakan dicuci dengan aquades.
- Cawan porselen dioven pada temperatur 105 °C selama ± 1 jam.
- Cawan porselen didinginkan dalam desikator.
- Massa cawan porselen ditimbang .
- Sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen.
- Cawan porselen yang berisi sampel dioven selama ± 2 jam pada 105 °C.
- Sampel yang telah hilang kadar airnya didinginkan dalam desikator.
- Massa total cawan porselen + nira kelapa yang telah hilang kadar airnya ditimbang sampai massanya konstan.
- Langkah (f-i) diulangi sampai diperoleh massa total yang konstan.

Nilai kadar air pada larutan uji dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{x + y - z}{y} \times 100 \%$$

Keterangan :

x = massa porselen kosong (g)

y = massa sampel (g)

z = massa total sampel +cawan porselen setelah di oven (g)

## Lampiran H. Data Hasil Penelitian

### Tabel H.1 Data Tegangan Permukaan

#### H.1.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih (Ulangan I)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{rata-rata}$ (dyne/cm)
26	56,9	57,1	57,1	57
85	63,1	63,2	63,3	63,2
90	63,1	63,2	62,8	63
95	62,8	62,9	63,1	62,9
98	62,3	62,3	62,4	62,3

#### H.1.2 Nira Tanpa Zat Anti Buih (Ulangan II)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{rata-rata}$ (dyne/cm)
26	57,1	57,2	57,2	57,2
85	62,8	63,1	63,1	63
90	62,8	62,8	62,9	62,8
95	62,4	62,5	62,3	62,4
98	61,8	61,9	62	61,9

#### H.1.3 Nira + Minyak Kelapa (Ulangan I)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{rata-rata}$ (dyne/cm)
98	63,9	63,8	63,7	63,8

#### H.1.4 Nira + Minyak Kelapa (Ulangan II)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{rata-rata}$ (dyne/cm)
98	63,5	63,7	63,6	63,6

### H.1.5 Nira + larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan I)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{\text{rata-rata}}$ (dyne/cm)
85	66,1	66	66	66
90	66,3	66,4	66,3	66,3
95	67	67,1	67	67
98	67,1	67,2	67,1	67,1

### H.1.6 Nira + larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan II)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{\text{rata-rata}}$ (dyne/cm)
85	65,5	65,4	65,6	65,5
90	55	65,9	65,8	65,9
95	66,3	66,3	66,3	66,3
98	67	66,8	66,9	66,9

### H.1.7 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak kelapa (Ulangan I)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{\text{rata-rata}}$ (dyne/cm)
98	77	76,9	76,9	76,9

### H.1.8 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak kelapa (Ulangan II)

T (°C)	$\gamma_1$ (dyne/cm)	$\gamma_2$ (dyne/cm)	$\gamma_3$ (dyne/cm)	$\gamma_{\text{rata-rata}}$ (dyne/cm)
98	77,9	77,8	77,9	77,8

## Tabel H.2 Tegangan Permukaan Nyata

### H.2.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih

T (°C)	$\gamma$ rata-rata percobaan (dyne/cm)	$\gamma$ hitungan (dyne/cm)	$\rho$ larutan (g/mL)	Faktor Koreksi (Fr)	$\gamma$ Nyata (dyne/cm)
26	57,1	41,63	1,0621	0,902416	37,56
85	63,1	45,99	1,1517	0,911872	41,95
90	62,9	45,85	1,1660	0,912384	41,84
95	62,65	45,67	1,1780	0,912736	41,69
98	62,1	45,27	1,1872	0,912678	41,32

### H.2.2 Nira + Minyak Kelapa

T (°C)	$\gamma$ rata-rata percobaan (dyne/cm)	$\gamma$ hitungan (dyne/cm)	$\rho$ larutan (g/mL)	Faktor Koreksi (Fr)	$\gamma$ Nyata (dyne/cm)
98	63,7	46,43	1,2413	0,9093	42,57

### H.2.3 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm

T (°C)	$\gamma$ rata-rata percobaan (dyne/cm)	$\gamma$ hitungan (dyne/cm)	$\rho$ larutan (g/mL)	Faktor Koreksi (Fr)	$\gamma$ Nyata (dyne/cm)
85	65,75	47,93	1,1183	0,911723	43,7
90	66,1	48,19	1,1525	0,913747	44,03
95	66,65	48,59	1,1674	0,914978	44,46
98	67	48,84	1,2250	0,91817	44,85

### H.2.4 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa

T (°C)	$\gamma$ rata-rata percobaan (dyne/cm)	$\gamma$ hitungan (dyne/cm)	$\rho$ larutan (g/mL)	Faktor Koreksi (Fr)	$\gamma$ Nyata (dyne/cm)
98	77,35	56,39	1,1435	0,92359	52,08

**Tabel H.3 Viskositas**

**H.3.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih (Ulangan I)**

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Awal</b>	5,895	6,863	5,835	6,198	1,281	0,281
<b>Pemanasan 85 °C</b>	15,36	15,36	15,17	15,297	3,411	2,411
<b>Pemanasan 90 °C</b>	17,58	17,72	17,81	17,703	3,996	2,996
<b>Pemanasan 95 °C</b>	20,40	20,40	20,58	20,46	4,667	3,667
<b>Pemanasan 98 °C</b>	22,01	22,03	22,13	22,06	5,071	4,071

**H.3.2 Nira Tanpa Zat Anti Buih (Ulangan II)**

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Awal</b>	5,895	6,863	5,835	6,198	1,281	0,281
<b>Pemanasan 85 °C</b>	14,74	14,62	14,75	14,703	3,171	2,171
<b>Pemanasan 90 °C</b>	17,44	17,41	17,45	17,43	3,783	2,783
<b>Pemanasan 95 °C</b>	18,40	18,34	18,33	18,36	4,002	3,002
<b>Pemanasan 98 °C</b>	24,75	24,82	24,85	24,807	5,486	4,486

### H.3.3 Nira + Minyak Kelapa (Ulangan I)

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 98 °C</b>	49,16	49,14	49,20	49,17	11,817	10,817

### H.3.4 Nira + Minyak Kelapa ( Ulangan II)

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 98°C</b>	53,67	52,50	52,36	52,51	12,634	11,634

### H.3.5 Nira + Larutan $Ca^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan I)

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 85 °C</b>	11,01	11,01	11,01	11,01	2,397	1,397
<b>Pemanasan 90 °C</b>	12,51	12,31	12,31	12,38	2,713	1,713
<b>Pemanasan 95°C</b>	16,11	16,41	16,31	16,28	3,558	2,558
<b>Pemanasan 98 °C</b>	32,01	32,41	32,11	32,18	7,636	6,636

### H.3.6 Nira + Larutan $Ca^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan II)

	Waktu alir (sekon)			$t_{rata-rata}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{sp}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 85 °C</b>	11,87	11,89	11,82	11,86	2,582	1,582
<b>Pemanasan 90 °C</b>	19,86	19,86	19,86	19,86	4,534	3,534
<b>Pemanasan 95°C</b>	19,80	19,71	19,70	19,74	4,506	3,506

<b>Pemanasan 98 °C</b>	42,88	42,80	42,75	42,81	10,295	9,295
----------------------------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

### H.3.7 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan I)

	Waktu alir (sekon)			$t_{\text{rata-rata}}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{\text{sp}}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 98 °C</b>	14,00	13,98	14,05	14,01	2,38	1,38

### H.3.8 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan II)

	Waktu alir (sekon)			$t_{\text{rata-rata}}$	$\eta/\eta_0$	$\eta_{\text{sp}}$
	$t_1$	$t_2$	$t_3$			
<b>Pemanasan 98 °C</b>	13,78	13,73	13,72	13,74	3,033	2,033



## Tabel H.4 Densitas

### H.4.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 85°C	21,9229	50,7157	28,7928	25	1,1517	26,1
Pemanasan 90°C	21,9229	51,0737	29,1508	25	1,1660	26
Pemanasan 95°C	21,9229	51,3737	29,4508	25	1,1780	26
Pemanasan 98°C	21,9229	51,6035	29,6806	25	1,1872	26

### H.4.2 Nira + Minyak Kelapa (Ulangan I)

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 98°C	21,9229	52,9564	31,0335	25	1,2413	26,1

### H.4.3 Nira + Minyak Kelapa (Ulangan II)

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 98°C	21,9229	52,9908	31,0679	25	1,2427	26

#### H.4.4 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan I)

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 85°C	21,9229	49,8804	27,9575	25	1,1183	26,1
Pemanasan 90°C	21,9229	50,2304	28,3075	25	1,1323	26
Pemanasan 95°C	21,9229	50,9754	29,0525	25	1,1621	26
Pemanasan 98°C	21,9229	52,3979	30,475	25	1,2190	26

#### H.4.5 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm (Ulangan II)

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 85°C	21,9229	49,8804	27,9575	25	1,1183	26,1
Pemanasan 90°C	21,9229	51,2404	29,3175	25	1,1727	26
Pemanasan 95°C	21,9229	51,2404	29,3175	25	1,1727	26
Pemanasan 98°C	21,9229	52,6979	30,775	25	1,2310	26

#### H.4.6 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan I)

	$m_{\text{pikno}}$ meter (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 98°C	21,9229	50,5654	28,6425	25	1,1457	26,1

#### H.4.7 Nira + Larutan $\text{Ca}^{2+}$ 33,58 ppm + Minyak Kelapa (Ulangan II)

	$m_{\text{piknometer}}$ (g)	$m_{\text{total}}$ (g)	$m_{\text{nira}}$ (g)	$V_{\text{pikno}}$ (mL)	$\rho_{\text{nira}}$ (g/mL)	$T_{\text{nira}}$ (°C)
Pemanasan 98°C	21,9229	50,4554	28,5325	25	1,1413	26,1

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**Tabel H.5 Korelasi Indeks Bias Terhadap Kadar Padatan Terlarut (Sukrosa)**

**H.5.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih**

	$(n_D^t)$	T (°C)	$n_D^{20}$	% Sukrosa
Awal (26°C)	1,3572	26	1,365	20,71
Pemanasan 85°C	1,391354	26,1	1,399284	40,05
Pemanasan 90°C	1,397388	26	1,405188	42,69
Pemanasan 95°C	1,40169	26	1,40949	44,95
Pemanasan 98°C	1,412462	27	1,421562	50,93



## Tabel H.6 Kadar Air

### H.6.1 Nira Tanpa Zat Anti Buih

	$m_{\text{porselen}}(\text{g})$	$m_{\text{total}}(\text{g})$	$m_{\text{total}}$ rata-rata (g)
Awal	15,95	1. 16,98 2. 16,97	16,92
Pemanasan 85°C	13,26	1. 15,35 2. 15,35	15,35
Pemanasan 90°C	13,18	1. 15,46 2. 15,43	15,45
Pemanasan 95°C	14,25	1. 16,67 2. 16,66	16,67
Pemanasan 98°C	14,49	1. 17,11 2. 17,11	17,11

	$m_{\text{porselen}}$ rata- rata (g)	$m_{\text{nira}}(\text{g})$	$m_{\text{total}}$ rata-rata (g)	$T_{\text{sampel}}$ (°C)	Kadar Air (%)
Awal	15,95	5,00	16,97	26,8	79,6
Pemanasan 85°C	13,26	5,00	15,35	26,5	58,2
Pemanasan 90°C	13,18	5,00	15,45	26,7	54,6
Pemanasan 95°C	14,25	5,00	16,67	26,5	51,6
Pemanasan 98°C	14,49	5,00	17,11	26,5	47,6

## Lampiran I. Gambar Penelitian



**Gambar I.1 Sampel Nira dari Desa Dayu, Kabupaten Blitar**



**Gambar I.2 Sampel Nira setelah Disaring**



**Gambar I.3 Rangkaian Alat Pemanasan Nira**



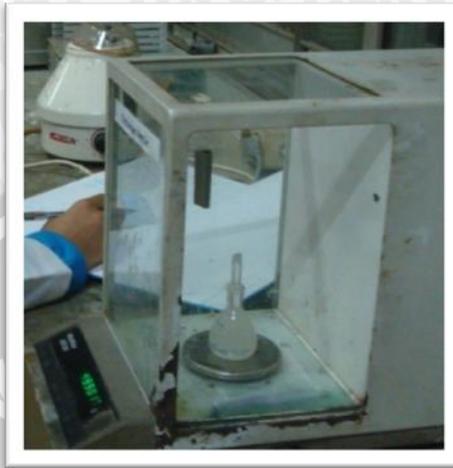
**Gambar I.4 Buih Mulai Terbentuk pada Proses Pemanasan Nira tanpa Zat Anti Buih**



**Gambar I.5 Alat Viskometer Canon-Fenske 350**



**Gambar I.6 Alat Tensiometer Du Nouy**



**Gambar I.7 Alat Piknometer 25 mL**

