

**Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat
Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa**

SKRIPSI

oleh:
IKE OKTAVIANA
0810920038-92



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

Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa

SKRIPSI

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

oleh:

IKE OKTAVIANA

0810920038-92



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika
Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa**

oleh:

IKE OKTAVIANA
0810920038-92

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

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Diah Mardiana, MS
NIP. 19630529 199103 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 : Ike Oktaviana
NIM : 0810920038-92
Jurusan : Kimia
Penulis skripsi berjudul :

“Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa”

Dengan ini menyatakan bahwa :

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

Malang, Juli 2012
Yang menyatakan,

(Ike Oktaviana)
NIM. 0810920038-92

Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa

ABSTRAK

Nira kelapa merupakan bahan baku pembuatan gula kelapa. Proses pembuatan gula kelapa menghasilkan buih yang berlebihan yang dapat menurunkan kualitas gula kelapa yang dihasilkan. Pada penelitian ini ditambahkan ion Ca^{2+} dalam bentuk garamnya untuk mencegah timbulnya buih tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan sifat fisika nira kelapa dengan adanya variasi penambahan ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa. Penambahan ion Ca^{2+} tersebut dilakukan dengan variasi komposisi terhadap kadar protein dalam nira kelapa, yaitu 1:8, 1:4, 1:2, dan 1:1 (b/b) dan dikombinasikan dengan minyak kemiri sebanyak 0,125 mL dalam 625 mL nira kelapa yang dipanaskan hingga suhu nira 98 °C untuk memaksimalkan kerja ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih. Pengaruh penambahan ion Ca^{2+} pada pemanasan nira kelapa dapat diamati pada perubahan sifat fisiknya, meliputi densitas, kadar sukrosa, viskositas, dan tegangan permukaan nira kelapa. Pengukuran densitas nira kelapa menggunakan piknometer, kadar sukrosa menggunakan refraktometer brix, viskositas menggunakan viskometer Canon Fenske 350, dan tegangan permukaan menggunakan tensiometer Du Nouy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi penambahan ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa dapat mengubah sifat fisika nira kelapa yang ditunjukkan dengan densitas, kadar sukrosa, dan viskositas yang cenderung meningkat, tetapi tegangan permukaan turun, sehingga kombinasi penggunaan ion Ca^{2+} dan minyak kemiri masih kurang efektif berperan sebagai zat anti buih.

Kata kunci: nira kelapa, buih, ion Ca^{2+} , sifat fisika

Effect of Ca^{2+} Ion as Anti Foaming Agent to Physical Properties of Coconut Sap in Coconut Sap Heating

ABSTRACT

Coconut sap is a raw material for coconut sugar production. Coconut sugar making process produces foam abundantly that is able to decrease produced coconut sugar quality. In this research, it is added Ca^{2+} ion that formed as salt to prevent that. This research purposes to study coconut sap physical property exchange by Ca^{2+} ion addition variant as anti foaming agent in coconut sap heating. It is performed with the kinds of amount to protein degree of coconut sap, those are 1:8, 1:4, 1:2, 1:1 (w/w) and Ca^{2+} ion is combined with 0,125 mL of candlenut oil in 625 mL of coconut sap which heated up to coconut sap temperature is 98 °C for maximizing the Ca^{2+} ion work as anti foaming agent. The effect of adding Ca^{2+} ion in coconut sap heating can be observed in its physical properties exchange, those are density, sucrose degree, viscosity, and surface tension of coconut sap. The measurement of coconut sap density uses picnometer, sucrose degree uses brix refractometer, viscosity uses viscometer Canon Fenske 350, and surface tension uses tensiometer Du Nouy. The result of the research shows that Ca^{2+} ion addition variant as anti foaming agent in coconut sap heating can exchange coconut sap physical properties which performed with density, sucrose degree, and viscosity of coconut sap are increase, but surface tension of coconut sap are decrease, so usage combination of Ca^{2+} ion and candlenut oil insufficiently effective act as anti foaming agent.

Key words: sap coconut, foam, Ca^{2+} ion, physical properties

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kehadiran Allah S.W.T atas limpahan rahmat, hidayah, dan petunjuk-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tidak lupa juga shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W.

Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains dalam bidang Kimia di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bimbingan dan bantuan dari banyak pihak. Dalam kesempatan ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Diah Mardiana, MS dan Drs. Budi Kamulyan, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan II atas bimbingan, arahan, dan dukungan serta kesabaran yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Zubaidah Ningsih AS, S.Si, M.Phil atas kesempatan yang diberikan untuk terlibat dalam penelitian.
3. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku dosen penasehat akademik sekaligus Ketua Jurusan yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk mengadakan penelitian di semua laboratorium di Jurusan Kimia.
4. Drs. Dinar Purwonugroho, M.Si dan Drs. Sutrisno, M.Si selaku dosen penguji dan peninjau atas kritik dan saran yang membangun.
5. Seluruh dosen Jurusan Kimia.
6. Staf administrasi dan Karyawan Jurusan Kimia.
7. Ibu Hery Suryani, Ayah Edi Karsidi, Adik M. Arif A., keluarga besar, Panji R.D., In Sundariani, Liya Fardani, teman-teman kimia 2008, teman-teman SSC, dan teman-teman kos 168 Lt.3 atas doa, dukungan, motivasi, kasih sayang, dan nasihat hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu segala masukan yang bermanfaat sangat diharapkan guna mencapai hasil yang lebih baik dan semoga dapat memberikan manfaat bagi penyusun pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Juli 2012
Penulis

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| | |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Nira Kelapa | 4 |
| 2.2 Protein sebagai Surfaktan dalam Nira Kelapa..... | 5 |
| 2.3 Proses Pembentukan Buih pada Pemanasan Nira Kelapa | 8 |
| 2.4 Mekanisme Kerja Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih..... | 10 |
| 2.5 Pengaruh Pemanasan Nira Kelapa terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa | 11 |
| 2.6 Hipotesis..... | 13 |
| | |
| BAB III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 14 |
| 3.2 Bahan Penelitian..... | 14 |
| 3.3 Alat Penelitian | 14 |
| 3.4 Tahapan Penelitian | 14 |
| 3.5 Cara Kerja Penelitian | 15 |
| 3.5.1 Penentuan kadar ion Ca^{2+} dalam nira kelapa | |

| | | |
|---------|--|----|
| | dengan metode kompleksometri..... | 15 |
| 3.5.2 | Penentuan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa..... | 15 |
| 3.5.2.1 | Pengukuran densitas | 15 |
| 3.5.2.2 | Pengukuran kadar sukrosa | 15 |
| 3.5.2.3 | Pengukuran viskositas | 15 |
| 3.5.2.4 | Pengukuran tegangan permukaan | 16 |
| 3.5.3 | Pemanasan Nira Kelapa | 16 |
| 3.5.3.1 | Pemanasan tanpa zat anti buih..... | 16 |
| 3.5.3.2 | Pemanasan dengan zat anti buih..... | 16 |
| 3.6 | Metode Analisis Data..... | 16 |

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Penentuan Kadar Ion Ca^{2+} dalam Sampel Nira Kelapa secara Kompleksometri..... | 17 |
| 4.2 | Penentuan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa sebagai Kontrol | 17 |
| 4.3 | Perubahan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa setelah Pemanasan..... | 18 |
| 4.3.1 | Sampel nira kelapa tanpa zat anti buih | 18 |
| 4.3.2 | Sampel nira kelapa dengan zat anti buih | 21 |

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 27 |
| 5.2 | Saran..... | 27 |

| | |
|-----------------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 28 |
| LAMPIRAN | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1: Proses pembuatan gula kelapa | 4 |
| Gambar 2.2: Struktur surfaktan | 6 |
| Gambar 2.3: Struktur primer protein | 7 |
| Gambar 2.4: Struktur sekunder protein | 7 |
| Gambar 2.5: Struktur tersier protein..... | 8 |
| Gambar 2.6: Struktur kuarterner protein | 8 |
| Gambar 2.7: Proses terbentuknya buih dalam larutan yang mengandung surfaktan..... | 9 |
| Gambar 2.8: Mekanisme pemecahan buih oleh ion Ca^{2+} | 11 |
| Gambar 4.1: Proses terbentuknya misel dalam sampel nira kelapa..... | 20 |
| Gambar 4.2: Perubahan kerapatan molekul surfaktan sampel nira kelapa yang dipanaskan | 20 |
| Gambar 4.3: Densitas sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan | 22 |
| Gambar 4.4: Kadar sukrosa sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan | 23 |
| Gambar 4.5: Viskositas sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan | 24 |
| Gambar 4.6: Tegangan permukaan sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan | 25 |
| Gambar C.1: Bagian-bagian refraktometer brix..... | 36 |
| Gambar C.2: Kurva kalibrasi refraktometer brix | 37 |
| Gambar C.3: Skema alat tensiometer Du Nouy | 40 |
| Gambar C.4: Kurva kalibrasi tensiometer Du Nouy | 41 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|-------------------|--|
| Tabel 2.1: | Komposisi nira kelapa secara umum 5 |
| Tabel 2.2: | Kandungan asam amino dalam nira kelapa 6 |
| Tabel 4.1: | Data sifat fisika sampel nira kelapa sebagai kontrol..... 18 |
| Tabel 4.2: | Data sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan tanpa penambahan zat anti buih 18 |
| Tabel 4.3: | Data sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan dengan penambahan zat anti buih 25 |
| Tabel B.1: | Pengolahan data perhitungan penambahan garam $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam sampel nira 35 |
| Tabel C.1: | Densitas sampel nira kelapa..... 36 |
| Tabel C.2: | Pengolahan data kalibrasi refraktometer brix 37 |
| Tabel C.3: | Kadar sukrosa sampel nira kelapa 38 |
| Tabel C.4: | Viskositas sampel nira kelapa..... 39 |
| Tabel C.5: | Pengolahan data kalibrasi tensiometer Du Nouy 41 |
| Tabel C.6: | Tegangan permukaan sampel nira kelapa 43 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran A. Diagram alir penelitian | 32 |
| Lampiran B. Preparasi, perhitungan, dan pembakuan larutan | 33 |
| B.1 Preparasi larutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M | 33 |
| B.2 Preparasi larutan Na_2EDTA 0,01 M | 33 |
| B.3 Pembakuan larutan Na_2EDTA 0,01 M | 33 |
| B.4 Preparasi larutan NaOH 1 M | 33 |
| B.5 Perhitungan kadar ion Ca^{2+} dalam sampel nira kelapa | 34 |
| B.6 Perhitungan penambahan garam $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam sampel nira kelapa | 34 |
| Lampiran C. Penentuan sifat fisika sampel nira kelapa | 35 |
| C.1 Penentuan densitas | 35 |
| C.2 Penentuan kadar sukrosa | 36 |
| C.3 Penentuan viskositas | 39 |
| C.4 Penentuan tegangan permukaan | 40 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu sumber kalori dalam struktur konsumsi masyarakat selain bahan pangan. Salah satu sumber gula yang saat ini diminati masyarakat selain gula tebu adalah gula kelapa. Gula kelapa adalah gula yang diperoleh dari pemekatan cairan hasil sadapan tongkol bunga kelapa. Gula kelapa mempunyai kelebihan dibandingkan dengan gula-gula yang lain, yaitu memiliki aroma dan rasa yang khas karamel *palm*, sehingga gula kelapa biasanya digunakan untuk pemanis minuman, sebagai bahan pembuat kecap, dodol, dan segala kebutuhan lainnya. Selain itu, gula kelapa mengandung garam mineral dan kandungan gulanya jauh lebih kecil [1]. Gula kelapa mempunyai *glycemic index* (GI) sebesar 35, jauh di bawah standar minimum dari *glycemic index* (GI), yaitu sebesar 55 [2], sehingga gula kelapa ini aman bagi kesehatan.

Gula kelapa merupakan hasil pengolahan nira kelapa. Selama proses pembuatan gula kelapa, nira kelapa dimasak di atas tungku pemanas sampai mencapai suhu 110 °C selama beberapa jam sampai nira kelapa menjadi pekat. Kemudian nira kelapa yang sudah pekat dicetak untuk membentuk gula kelapa murni [3]. Pada proses pemasakan ini sering terjadi pembuihan secara berlebihan. Hasil pembuihan akan menimbulkan rongga-rongga dalam gula kelapa yang dihasilkan, sehingga ketahanan daya simpan dari gula kelapa yang dihasilkan menjadi berkurang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut umumnya masyarakat menambahkan minyak goreng, parutan kelapa, atau minyak kemiri. Akan tetapi bahan-bahan ini masih menimbulkan masalah, yaitu dapat menyebabkan gula kelapa yang dihasilkan tidak memenuhi standar mutu.

Buih merupakan sistem koloid dengan fase terdispersi gas dan medium pendispersi zat cair. Buih distabilkan dengan adanya surfaktan. Surfaktan cenderung teradsorpsi ke daerah permukaan dan mengikat gelembung-gelembung gas [4]. Gas dapat berasal dari uap air yang terbentuk saat nira kelapa dipanaskan atau karbondioksida yang terbentuk dari fermentasi nira oleh mikroorganisme. Gas akan terperangkap dan keluar dari sistem dengan diselubungi oleh film tipis surfaktan dalam bentuk buih.

Pembentukan buih dalam nira saat dipanaskan dimungkinkan terjadi karena adanya protein yang dapat berperan sebagai surfaktan. Adapun kadar protein dalam nira berkisar 0,350-0,386% (b/b) [5,6]. Timbulnya buih saat nira mencapai suhu 98 °C dapat dicegah dengan penambahan minyak kelapa atau minyak kemiri. Kombinasi antara minyak kemiri dengan ion Ca^{2+} menjadi lebih efektif mengurangi buih karena ion ini dapat berperan sebagai pemecah buih [5] dan minyak kemiri dapat berperan sebagai pencegah timbulnya buih [7]. Berdasarkan kandungan minyak kemiri yang kebanyakan adalah asam-asam lemak seperti asam miristat, laurat, linoleat, dan linolenat [8], maka minyak kemiri dapat berperan sebagai zat pencegah buih yang mampu menurunkan aktivitas permukaan nira. Keberadaan ion Ca^{2+} dalam nira diperoleh dari penambahan kapur yang berperan untuk menjaga kestabilan pH nira selama proses penyadapan. Penambahan minyak kemiri sebanyak 0,125 mL untuk 625 mL nira kelapa [7] juga cukup efektif dalam mencegah buih karena penggunaan minyak kemiri yang terlalu banyak dimungkinkan akan menurunkan kualitas terutama aroma gula yang diperoleh. Selain itu, volume minyak kemiri sebanyak 0,125 mL tersebut merupakan volume minyak kemiri yang paling optimal dalam mencegah timbulnya buih [7]. Oleh karena itu, perlu dikaji kombinasi penggunaan ion Ca^{2+} dan minyak kemiri, sehingga meminimalkan adanya minyak kemiri dalam gula kelapa.

Mekanisme pecahnya buih oleh ion Ca^{2+} kemungkinan disebabkan adanya interaksi ion Ca^{2+} dengan protein, sehingga menurunkan peranannya sebagai surfaktan. Meskipun demikian, belum diketahui secara pasti jenis protein yang berada dalam nira sehingga perbandingan antara ion Ca^{2+} yang ditambahkan terhadap kadar protein perlu kajian lebih dalam. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan ion Ca^{2+} ke dalam nira kelapa dengan mempertimbangkan jumlah yang telah ada. Peranan pemecah buih ion Ca^{2+} yang dikombinasikan dengan minyak kemiri sebagai pencegah timbulnya buih dapat diperkirakan dari sifat fisika nira selama pemanasan nira kelapa. Beberapa sifat fisika yang dapat menjadi tolok ukur adalah tegangan permukaan, densitas, kadar sukrosa, dan viskositas [7].

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perubahan sifat fisika nira kelapa dengan adanya variasi penambahan ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa?

1.3 Batasan Masalah

1. Sifat fisika sampel nira kelapa yang diuji meliputi densitas, kadar sukrosa, viskositas, dan tegangan permukaan.
2. Penentuan sifat fisika sampel nira kelapa dilakukan pada suhu ruang.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan sifat fisika nira kelapa dengan adanya variasi penambahan ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi mengenai komposisi ion Ca^{2+} yang ditambahkan sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa. Komposisi terbaik dari ion Ca^{2+} tersebut dapat diaplikasikan dalam proses pembuatan gula kelapa, sehingga dapat meningkatkan kualitas gula yang dihasilkan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nira Kelapa

Nira kelapa merupakan cairan getah yang keluar dari tangkai bunga kelapa dan dalam keadaan segar mempunyai rasa manis, tak berwarna, dan berbau harum khas nira [9]. Nira diperoleh dari tangkai bunga kelapa yang belum mekar. Pengambilan nira kelapa dari tangkai bunga kelapa disebut dengan penyadapan. Di Indonesia, nira kelapa banyak digunakan untuk memproduksi gula kelapa, tuak, dan minuman segar [10]. Proses pembuatan gula kelapa dari nira kelapa prinsipnya adalah proses penguapan atau pemekatan nira kelapa. Menurut Balai Informasi Pertanian Irian Jaya [11], tahap-tahap proses pembuatan gula kelapa meliputi:

- Penyadapan nira kelapa
- Penyaringan
- Pemasakan dengan pengadukkan
- Pencetakan
- Pendinginan



Gambar 2.1. Proses pembuatan gula kelapa [11]

Nira yang baik bercirikan masih segar, rasa manis, harum, tidak berwarna, dan derajat keasamannya (pH) antara 6,0-7,0 [11]. Komposisi gula merah sebagian besar terdiri atas sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Itoh, dkk [12] dalam penelitiannya melaporkan bahwa sukrosa dalam nira kelapa merupakan komponen utama dari gula, yaitu sebesar 60% dan glukosa serta fruktosa masing-masing 20%. Komposisi nira kelapa secara umum ditunjukkan dalam Tabel 2.1 [12].

Tabel 2.1. Komposisi nira kelapa secara umum

| No | Komposisi | Prosentase |
|----|-----------|------------|
| 1 | Air | 88,09% |
| 2 | Gula | 10,63% |
| 3 | Abu | 10,38% |
| 4 | Protein | 0,31% |

Menurut Ho, dkk [3] protein yang terkandung dalam 100 g nira kelapa terdiri atas total asam amino polar sebesar 2,065 g dan total asam amino non-polar sebesar 0,178 g. Selain itu berdasarkan penelitian Itoh, dkk [12], dalam 100 g nira kelapa juga mengandung asam-asam organik, diantaranya asam suksinat, asam piroglutamat, asam sitrat, asam laktat, asam malat, asam tartarat, dan asam fumarat.

2.2 Protein sebagai Surfaktan dalam Nira Kelapa

Fungsi protein pada beberapa makanan sering kali bertindak sebagai zat pembentuk buih dan zat penstabil buih (surfaktan), contohnya protein pada kue, pemanis, makanan penutup, dan bir [13]. Nira kelapa juga mengandung protein. Protein pada nira kelapa mempunyai sifat polar dan non-polar dalam satu struktur molekulnya karena mengandung asam amino polar dan asam amino non-polar, sehingga dapat berperan sebagai surfaktan karena mempunyai kesamaan sifat antar keduanya. Kandungan asam amino dalam nira kelapa dicantumkan pada Tabel 2.2 [3].

Tabel 2.2. Kandungan asam amino dalam nira kelapa

| Senyawa asam amino | Kadar (g/100 g) |
|---------------------------------------|-----------------|
| Rantai samping polar | |
| - Rantai tak bermuatan | 1,646 |
| Asparagin (Asn) | 0,325 |
| Glutamin (Gln) | 1,203 |
| Serin (Ser) | 0,046 |
| Threonin (Thr) | 0,072 |
| - Rantai bermuatan | 0,419 |
| Arginin (Arg) | 0,378 |
| Lysin (Lys) | 0,029 |
| Histidin (His) | 0,012 |
| Rantai samping non-polar | |
| Alanin (Ala) | 0,031 |
| Leusin (Leu) | 0,007 |
| Isoleusin (Ile) | 0,016 |
| Valin (Val) | 0,011 |
| Phenilalanin (Phe) | 0,013 |
| Tyrosin (Tyr) | 0,015 |
| Glysin (Gly) | 0,059 |
| Prolin (Pro) | 0,026 |
| Total rantai samping polar | 2,065 |
| Total rantai samping non-polar | 0,178 |

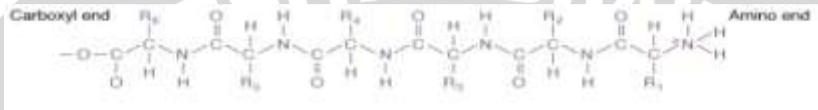
Surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan permukaan atau meningkatkan aktivitas permukaan karena mempunyai sifat amfifatik, yaitu bersifat hidrofobik pada gugus non-polar dan hidrofilik pada gugus polar seperti yang terlihat pada Gambar 2.2 [14]. Karena surfaktan mempunyai dua sifat yang berbeda dalam satu struktur molekulnya, mengakibatkan surfaktan cenderung menuju ke permukaan. Oleh sebab itu, protein yang mengandung asam amino polar dan asam amino non-polar cenderung teradsorpsi ke daerah permukaan [13].

**Gambar 2.2.** Struktur surfaktan

Protein dapat dibedakan berdasarkan struktur molekulnya. Menurut Sari [15], protein mempunyai empat macam struktur molekul, meliputi:

a. Struktur primer

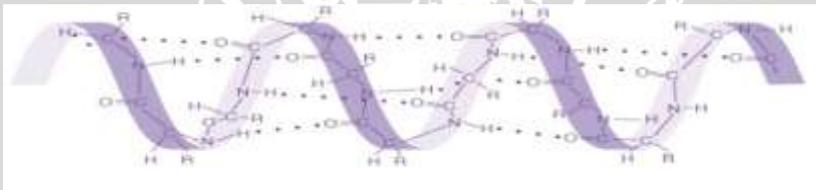
Struktur primer suatu protein merupakan urutan linier asam amino yang disatukan oleh ikatan peptida yang mencakup lokasi setiap ikatan disulfida serta tidak terjadi percabangan rantai [16] seperti yang terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Struktur primer protein [15]

b. Struktur sekunder

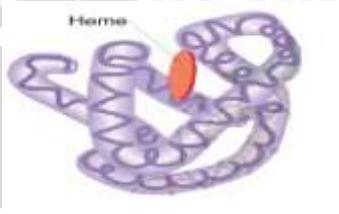
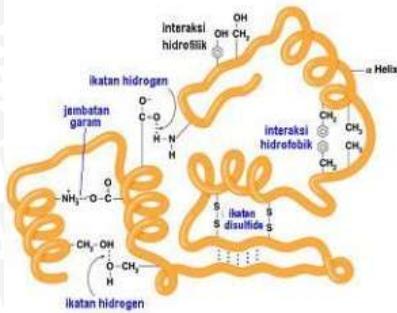
Struktur sekunder suatu protein merupakan struktur yang terbentuk karena adanya ikatan hidrogen antara oksigen karbonil dari satu ikatan peptida dan nitrogen dari ikatan peptida lainnya, sehingga dapat membentuk struktur heliks [16] seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Struktur sekunder protein [15]

c. Struktur tersier

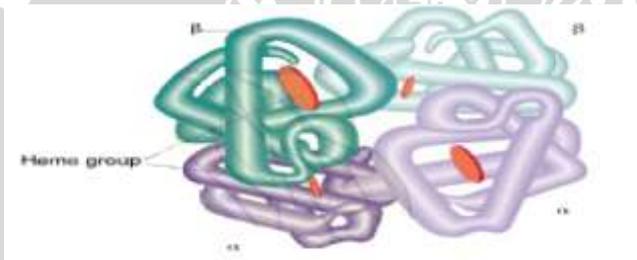
Struktur tersier suatu protein merupakan konformasi tiga dimensi yang mengacu pada hubungan spasial antar unsur struktur sekunder. Struktur tersier ini distabilkan dengan adanya interaksi non-kovalen antara rantai sisi residu asam amino yang terdiri dari interaksi hidrofobik, elektrostatik, dan ikatan hidrogen [16] seperti yang terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Struktur tersier protein [15]

d. Struktur kuarterner

Struktur kuartener suatu protein merupakan gabungan dari dua atau empat rantai polipeptida. Masing-masing polipeptida disebut dengan subunit. Struktur kuartener mengarah ke penyusunan ulang dari subunit [17] seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



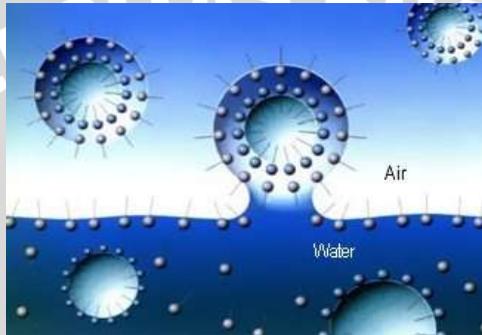
Gambar 2.6. Struktur kuarterner protein [15]

Adapun protein pada nira kelapa yang ditengarai menjadi penyebab timbulnya buih saat pemanasan nira kelapa merupakan protein dengan struktur tersier. Dengan struktur tersebut, asam amino polar dan asam amino non-polar pada nira kelapa distabilkan dengan adanya interaksi hidrofobik dan hidrofilik.

2.3 Proses Pembentukan Buih pada Pemanasan Nira Kelapa

Buih adalah sistem koloid tidak stabil secara termodinamika yang terdiri dari gelembung-gelembung kecil yang terlarut dalam fasa kontinu cairan [18]. Pembuihan dapat terjadi ketika adanya zat aktif permukaan [4]. Zat di permukaan mempunyai sifat khas dari pada zat yang berada di bawahnya karena adanya ketidakseimbangan

gaya dari zat di permukaan, sehingga untuk menyeimbangkan gayanya zat tersebut cenderung menuju ke daerah permukaan. Zat aktif permukaan cenderung menuju ke permukaan atau daerah yang berbeda karena mempunyai dua sifat atau gugus yang berbeda atau struktur yang tidak seragam, zat aktif tersebut dinamakan surfaktan (*surface active agent*). Proses terbentuknya buih karena adanya surfaktan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Proses terbentuknya buih dalam larutan yang mengandung surfaktan [19]

Surfaktan pada gugus polarnya berikatan dengan air pada nira kelapa, sedangkan pada gugus non-polarnya berikatan dengan udara atau gas yang berasal dari uap air yang terbentuk saat nira kelapa dipanaskan atau karbondioksida yang terbentuk dari fermentasi nira oleh mikroorganisme [20].

Surfaktan bersifat tidak stabil karena mempunyai struktur yang tidak seragam, sehingga untuk menstabilkan surfaktan cenderung membentuk kelompok atau misel. Konsentrasi tertentu dari surfaktan dimana misel mulai terbentuk disebut dengan Konsentrasi Kritis Misel (KKM) [6]. Misel yang telah terbentuk kemudian cenderung menuju kepermukaan. Gaya yang diperoleh untuk menuju kepermukaan berasal dari pengaruh meningkatnya temperatur selama pemanasan nira kelapa, sehingga mengakibatkan tegangan permukaan pada nira kelapa menurun. Selain itu, buih dapat terbentuk karena adanya adsorpsi protein di permukaan, sehingga menurunkan tegangan permukaan sekaligus meningkatkan aktivitas

permukaan [13]. Ketika protein teradsorpsi ke permukaan, tegangan permukaan menjadi menurun dan karena pengaruh temperatur larutan yang semakin meningkat misel akan terdorong dan keluar dari sistem dalam bentuk buih.

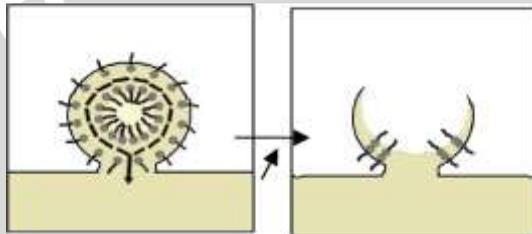
Faktor-faktor yang mempengaruhi proses terbentuknya buih adalah pH, garam, sifat, konsentrasi protein, viskositas, temperatur, dan gula. Thabet, dkk [18] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa ketika jumlah padatan tak larut meningkat, aktivitas permukaan secara signifikan mengalami perubahan dikarenakan meningkatnya kandungan protein dalam nira. Sementara itu, aktivitas permukaan meningkat tajam ketika air berkurang sampai 50% sehingga banyak buih terbentuk. Namun pada prosentase air 40%, aktivitas ini menurun dikarenakan meningkatnya pengaruh gula maupun viskositas yang memperlambat gerakan protein menuju permukaan. Pada kondisi ini buih menjadi lebih stabil dan tidak mudah pecah.

2.4 Mekanisme Kerja Ion Ca^{2+} sebagai Zat Anti Buih

Zat anti buih adalah suatu zat yang dimaksudkan untuk mencegah pembentukan buih, yaitu dengan cara mengganggu kestabilan [21]. Kestabilan buih disebabkan oleh adanya surfaktan. Ada dua jenis zat anti buih, yaitu zat pemecah buih (*foam breaker*) dan zat pencegah munculnya buih (*foam inhibitor*). Zat pemecah buih adalah zat yang menghancurkan buih yang timbul, yaitu dengan cara menurunkan tegangan permukaan atau dengan meningkatkan kemampuan drainase air yang terdapat pada lapisan tipis buih dan mempercepat pecahnya buih. Zat penghambat munculnya buih merupakan zat yang mencegah atau menghalangi terbentuknya buih, yaitu dengan menghilangkan elastisitas permukaan buih. Zat tersebut bekerja dengan menghasilkan tegangan permukaan konstan saat pemanasan atau pemekatan nira kelapa. Zat tersebut dapat mengganti lapisan tipis buih yang elastis menjadi rapuh, sehingga buih sulit terbentuk [22]. Schugerl [23] dalam penelitiannya membuktikan bahwa garam-garam organik dapat meningkatkan kemampuan pembentukan buih namun menurunkan kestabilan buih. Garam kalsium dari asam lemak rantai panjang (stearat dan palmitat) dapat memecah buih dengan mengganti permukaan lapisan tipis buih secara keseluruhan atau sebagian dengan molekul garam kalsium,

sehingga membentuk buih yang mudah rapuh. Garam kalsium ini membuat buih tidak stabil [22].

Garam kalsium yang digunakan dalam penelitian ini adalah garam anorganik, CaCl_2 . Dalam laboratorium, CaCl_2 digunakan sebagai *dry-ing agent* [24]. Ion Ca^{2+} digolongkan sebagai struktur pemecah yaitu suatu ion yang terlarut dalam suatu larutan yang mampu mendrainase air [25]. Ion Ca^{2+} dari garam CaCl_2 berfungsi untuk mengikat air pada nira kelapa, sehingga buih yang terbentuk tidak stabil dan kemudian akan pecah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8. Mekanisme pemecahan buih oleh ion Ca^{2+} [5]

Garam CaCl_2 dapat larut dalam air dengan kelarutan ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebesar 1000 g/L air [26] serta *food grade* namun penambahan CaCl_2 tidak boleh melebihi batas maksimum kalsium yang boleh dikonsumsi, yaitu 1300 mg per hari [27].

2.5 Pengaruh Pemanasan Nira Kelapa terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa

Sifat fisika suatu nira kelapa mempunyai hubungan yang erat dengan temperatur dan kadar air. Seperti yang telah dilaporkan oleh Rao, dkk [28], ketika pemanasan nira kelapa dan temperaturnya divariasi terjadi perubahan densitas dari nira yang sedang diteliti. Hal ini disebabkan oleh penguapan air pada nira kelapa yang mengakibatkan total padatan terlarut nira kelapa menjadi meningkat. Suhu pemanasan nira kelapa diawal pemanasan meningkat secara cepat, kemudian naik secara perlahan ketika mendekati titik didihnya bersamaan dengan meningkatnya total padatan terlarut dalam nira kelapa [28]. Perubahan sifat fisika selama proses pemanasan nira kelapa ini dapat ditentukan dengan mengamati perubahan pada

densitas, kadar sukrosa, viskositas, dan tegangan permukaan pada nira kelapa.

Densitas atau massa jenis suatu larutan merupakan hasil perbandingan dari massa dan volume dari larutan, dengan satuan gram per sentimeter atau sebanding dengan gram per milliliter (g/mL) [29]. Densitas juga disebut dengan kerapatan. Densitas dari nira kelapa segar menurut Astuti [10] pada suhu 29 °C (suhu ruang) adalah 1,058-1,077 g/mL.

Konsentrasi larutan yang terkandung di dalam suatu larutan dapat diukur menggunakan refraktometer brix [30]. Satuan skala pembacaan refraktometer brix adalah % brix, yaitu satuan skala yang digunakan untuk pengukuran kandungan padatan terlarut (konsentrasi) [31]. Brix adalah zat padat kering yang terlarut dalam suatu larutan yang dihitung sebagai sukrosa. Brix juga dapat didefinisikan sebagai prosentase massa sukrosa yang terkandung di dalam massa larutan sukrosa [30]. Prinsip dari refraktometer brix mempunyai kesamaan dengan pengukuran indeks bias menggunakan refraktometer, yaitu membelokkan cahaya terhadap kerapatan larutan sampel. Indeks bias pada suatu medium didefinisikan sebagai perbandingan antara kecepatan cahaya dalam ruang hampa udara dengan cepat rambat cahaya pada suatu medium [32]. Indeks bias suatu larutan dipengaruhi oleh densitasnya dan juga bergantung pada fungsi temperatur. Jadi, kenaikan temperatur akan diikuti dengan kenaikan densitas dan juga indeks bias. Perubahan indeks bias menandakan adanya perubahan komposisi larutan.

Viskositas adalah ukuran hambatan suatu fluida untuk mengalir [29]. Hambatan tersebut dihasilkan oleh adanya gaya gesek antar makromolekul yang bergerak, sehingga semakin besar gesekan semakin besar viskositasnya. Tingkat viskositas dari suatu nira kelapa juga berhubungan dengan berat molekul dari senyawa organik yang terkandung dalam nira kelapa tersebut, semakin tinggi berat molekul dari suatu senyawa organiknya, maka tingkat viskositas dari nira kelapa tersebut semakin meningkat pula [28]. Semakin meningkatnya kemampuan penguapan nira kelapa, konsentrasi gula pereduksi semakin meningkat pula bersamaan dengan berkurangnya volume nira kelapa, sehingga laju alirannya juga semakin berkurang.

Tegangan permukaan suatu larutan adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk menarik atau memperluas permukaan sebesar satu satuan luas. Gaya yang menyebabkan tegangan permukaan suatu larutan berbeda-beda, yaitu gaya kohesi dan gaya adhesinya [29]. Kedua gaya tersebut berhubungan dengan kesamaan dan ketidaksamaan jenis molekul dari suatu larutan. Berubahnya densitas suatu larutan karena adanya variasi temperatur juga dapat mengakibatkan berubahnya tegangan permukaan dari larutan tersebut.

2.6 Hipotesis

Penambahan ion Ca^{2+} dapat menyebabkan perubahan sifat fisika nira kelapa, sehingga dapat mempengaruhi efektivitas pencegahan buih saat pemanasan nira kelapa.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu pada bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2012 di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain nira kelapa yang diperoleh dari Desa Dayu, Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar, minyak kemiri hasil ekstraksi padat-cair, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Na_2EDTA (Dinatrium Etilen Diamin Tetra Asetat), buffer salmiak, NaOH , indikator EBT- NaCl , indikator *murexide*, dan akuades.

3.3 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas, kertas indikator pH (merk Macherey-Nagel, Jerman), penangas, termometer, *thermocouple*, neraca analitis, stopwatch, piknometer 25 mL, refraktometer brix, viskometer Cannon Fenske 350, dan tensiometer Du Nouy.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Penentuan kadar ion Ca^{2+} dalam sampel nira kelapa dengan metode kompleksometri
2. Penentuan sifat fisika sampel nira kelapa sebagai kontrol sebelum pemanasan, meliputi:
 - 2.1 Pengukuran densitas
 - 2.2 Pengukuran kadar sukrosa
 - 2.3 Pengukuran viskositas
 - 2.4 Pengukuran tegangan permukaan
3. Pemanasan sampel nira kelapa
 - 3.1 Pemanasan sampel nira kelapa tanpa zat anti buih
 - 3.2 Pemanasan sampel nira kelapa dengan zat anti buih

4. Penentuan sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan

3.5 Metode Kerja

3.5.1 Penentuan kadar ion Ca^{2+} dalam sampel nira kelapa dengan metode kompleksometri

Sampel nira disentrifuge, kemudian diambil dengan pipet 10 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambah dengan 2 mL larutan NaOH 1 M, kemudian ditambah indikator *murexide*, dan dititrasi dengan larutan Na_2EDTA 0,01 M yang telah dibakukan hingga berubah warna dari merah muda menjadi ungu.

3.5.2 Penentuan sifat fisika sampel nira kelapa

3.5.2.1 Pengukuran densitas

Pengukuran densitas sampel nira kelapa dilakukan menggunakan piknometer dengan volume 25 mL pada suhu kamar. Sampel nira yang telah disiapkan seperti pada perlakuan sebelumnya dimasukkan dalam piknometer kosong yang sudah ditentukan massanya. Piknometer yang sudah berisi sampel nira kemudian ditimbang dan dihitung selisih massa antara piknometer yang kosong dengan yang berisi sampel nira. Selisih massa tersebut merupakan massa sampel nira. Massa sampel nira tersebut kemudian dibagi dengan volume sampel nira dalam piknometer, sehingga diperoleh densitas sampel nira kelapa.

3.5.2.2 Pengukuran kadar sukrosa

Pengukuran kadar sukrosa sampel nira kelapa dilakukan menggunakan refraktometer brix. Sejumlah sampel nira yang telah dipersiapkan ditetaskan pada prisma refraktometer hingga merata. Kemudian diamati skala yang terbaca pada lubang pengamat. Skala ditunjukkan pada batas antara gelap dan terang. Skala yang terbaca tersebut merupakan kadar sukrosa dari sampel nira kelapa.

3.5.2.3 Pengukuran viskositas

Pengukuran viskositas sampel nira kelapa dilakukan menggunakan viskometer Cannon Fenske 350. Sebanyak 10 mL sampel nira dimasukkan dalam viskometer yang telah dibersihkan dan dihomogenkan menggunakan larutan uji (analit) dan diukur

waktu alirnya menggunakan stopwatch pada suhu kamar. Dari data waktu alir ini kemudian ditentukan viskositas sampel nira kelapa.

3.5.2.4 Pengukuran tegangan permukaan

Sebanyak 10 mL sampel nira kelapa ditentukan tegangan permukaannya dengan menggunakan tensiometer Du Nouy pada suhu kamar. Sebelumnya tensiometer Du Nouy dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Skala yang terbaca pada alat kemudian disesuaikan dengan persamaan garis hasil kalibrasi dan faktor koreksi, sehingga diperoleh nilai tegangan permukaan yang sebenarnya dari tiap sampel nira kelapa.

3.5.3 Pemanasan sampel nira kelapa

3.5.3.1 Pemanasan sampel nira kelapa tanpa zat anti buih

Sebanyak 625 mL sampel nira kelapa dipanaskan menggunakan penangas. Suhu pemanasan diatur menggunakan *thermocouple* dengan suhu maksimal pemanasan 110 °C. Pemanasan dilakukan hingga suhu sampel nira mencapai 98 °C. Kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Lalu dilakukan penentuan sifat fisika seperti pada prosedur 3.5.2.

3.5.3.2 Pemanasan sampel nira kelapa dengan zat anti buih

Sebanyak 625 mL sampel nira kelapa ditambahkan ion Ca^{2+} dalam bentuk garam $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan variasi perbandingan berat antara ion Ca^{2+} dan kadar protein 1:1, 1:2, 1:4, dan 1:8 (b/b) untuk setiap pemanasan. Kemudian dipanaskan menggunakan penangas. Suhu pemanasan diatur menggunakan *thermocouple* dengan suhu maksimal pemanasan 110 °C. Setelah suhu sampel nira mencapai 98 °C, minyak kemiri ditambahkan ke dalam sampel nira kelapa sebanyak 0,125 mL dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Lalu diuji sifat fisikanya seperti pada prosedur 3.5.2.

3.6 Metode Analisa Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan diolah secara deskriptif dimana dilakukan komparasi hasil pengukuran berdasarkan variasi komposisi zat anti buih yang ditambahkan. Hasil komparasi tersebut dapat diketahui melalui parameter sifat fisika sampel nira

kelapa yang meliputi perubahan densitas, kadar sukrosa, viskositas, dan tegangan permukaan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberadaan ion Ca^{2+} yang dikombinasi dengan minyak kemiri diketahui dapat menekan terbentuknya buih, terutama saat dilakukan pemanasan nira. Buih dapat terbentuk diduga karena adanya gas-gas terlarut dalam nira didukung oleh adanya protein yang dapat berperan sebagai surfaktan. Peranan protein diperkirakan dapat diminimalkan dengan adanya ion Ca^{2+} . Oleh karenanya efektivitas peran ion tersebut akan dipengaruhi perbandingan keduanya. Atas dasar inilah maka pada penelitian ini dilakukan variasi perbandingan protein dan ion Ca^{2+} setelah terlebih dahulu ditentukan kadar Ca^{2+} yang ada dalam nira. Adapun untuk mengetahui pengaruh penambahan ion Ca^{2+} yang dikombinasi dengan minyak kemiri dikaji berdasarkan perubahan sifat fisika nira setelah dipanaskan hingga temperatur 98°C dan sebagai kontrol digunakan sampel nira tanpa pemanasan serta nira tanpa penambahan zat anti buih.

4.1 Penentuan Kadar Ion Ca^{2+} dalam Sampel Nira Kelapa secara Kompleksometri

Penentuan kadar ion Ca^{2+} ini dilakukan untuk mengetahui kandungan ion Ca^{2+} yang telah ada dalam sampel nira kelapa karena saat penyadapan ditambahkan kapur yang berperan untuk menjaga kestabilan pH nira. Analisa dilakukan secara kompleksometri dengan reaktan larutan Na_2EDTA 0,01 M dan indikator *murexide* pada pH 12-13. Titik akhir titrasi ditandai dengan berubahnya warna larutan dari merah muda menjadi ungu [33].

Hasil analisa diperoleh kadar ion Ca^{2+} dalam sampel nira kelapa sebesar 0,017 % (b/b). Selanjutnya hasil ini digunakan sebagai dasar penambahan ion Ca^{2+} , sehingga diperoleh perbandingan berat ion Ca^{2+} dengan protein sebesar 1:8, 1:4, 1:2, dan 1:1 (b/b). Secara lengkap hasil perhitungan serta jumlah ion Ca^{2+} yang ditambahkan diberikan pada Lampiran B.6.

4.2 Penentuan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa sebagai Kontrol

Nira kelapa sebagai kontrol adalah nira sebelum pemanasan serta nira tanpa penambahan anti buih. Sebelum penentuan sifat fisik yang meliputi densitas, kadar sukrosa, viskositas, dan tegangan

permukaan maka terlebih dahulu ditentukan pH nira. Nilai pH nira adalah 6,5, sehingga nira yang digunakan masih memiliki kualitas baik, sesuai standar dari Balai Informasi Pertanian Irian Jaya bahwa nira yang baik memiliki pH berkisar 6,0 – 7,0 [11]. Adapun hasil penentuan sifat fisika sampel nira kelapa diberikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data sifat fisika sampel nira kelapa sebagai kontrol

| Densitas (g/mL) | Kadar sukrosa (%) | Viskositas relatif (mm ² /det) | Tegangan permukaan nyata (dyne/cm) |
|-----------------|-------------------|---|------------------------------------|
| 1,0560 | 20,12 | 1,98 | 50,86 |

4.3 Perubahan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa setelah Pemanasan

4.3.1 Sampel nira kelapa tanpa zat anti buih

Sampel nira kelapa terdiri dari dua komposisi, yaitu tanpa penambahan zat anti buih dan dengan penambahan zat anti buih, yaitu penambahan ion Ca²⁺ dalam bentuk garam CaCl₂.2H₂O sebagai zat pemecah buih dan minyak kemiri sebagai zat pencegah timbulnya buih. Sedangkan pemanasan dilakukan hingga suhu mencapai 98 °C, yaitu saat mulai timbulnya buih pada nira. Kemudian sampel nira didinginkan hingga mencapai suhu ruang untuk ditentukan sifat fisiknya. Hasil penentuan sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan tanpa penambahan zat anti buih diberikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan tanpa penambahan zat anti buih

| Densitas (g/mL) | Kadar sukrosa (%) | Viskositas relatif (mm ² /det) | tegangan permukaan nyata (dyne/cm) |
|-----------------|-------------------|---|------------------------------------|
| 1,1422 | 36,84 | 5,15 | 40,81 |

Bila dibandingkan hasil pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2, sifat fisika sampel nira kelapa mengalami perubahan yang signifikan. Densitas, kadar sukrosa, viskositas relatif, serta tegangan permukaan mengalami kenaikan setelah pemanasan. Pemanasan sampel nira

akan mengakibatkan sebagian molekul air menguap, sehingga volume total nira berkurang. Saat volume berkurang maka kadar padatan total dalam nira akan meningkat sehingga densitas juga meningkat dari 1,0560 g/mL menjadi 1,1422 g/mL, sesuai hasil penelitian Rao, dkk [28] diperoleh bahwa peningkatan suhu pemanasan mengakibatkan total padatan terlarut meningkat seiring dengan meningkatnya densitas sampel nira kelapa.

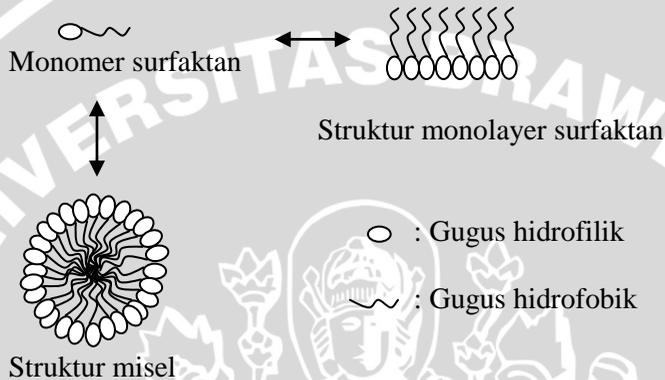
Perubahan densitas juga didukung dengan meningkatnya kadar sukrosa dari 20,12 % sebelum pemanasan menjadi 36,84 % setelah pemanasan. Pengukuran kadar sukrosa ditentukan berdasarkan sifat pembiasan cahaya, indeks bias, dinyatakan sebagai Brix. Berubahnya indeks bias cairan disebabkan kerapatan molekul dalam nira berubah, semakin tinggi kerapatan maka sudut pembelokan cahaya akan semakin tinggi sehingga indeks bias juga meningkat [3].

Demikian pula halnya dengan viskositas cairan. Viskositas merupakan ukuran hambatan suatu cairan untuk mengalir. Hambatan dihasilkan oleh adanya gaya gesek antar makromolekul yang bergerak. Pada penelitian ini viskositas yang digunakan adalah viskositas kinematik relatif karena dibandingkan terhadap air dan densitas. Saat kadar sukrosa meningkat dan kerapatan meningkat maka gaya gesek molekul sukrosa dalam sampel akan meningkat sehingga menghalangi jalannya aliran dan viskositas menjadi semakin besar.

Pengaruh pemanasan juga mempengaruhi nilai tegangan permukaan sampel nira kelapa, yaitu dari 66,6 dynes/cm menjadi 51,4 dynes/cm. Hal ini disebabkan adanya adsorpsi protein dari nira menuju daerah permukaan. Adsorpsi protein ke permukaan ini mengakibatkan meningkatnya aktivitas permukaan dan menurunkan tegangan permukaan [18] yang ditunjukkan dengan timbulnya buih yang semakin banyak ketika suhu pemanasan dinaikkan.

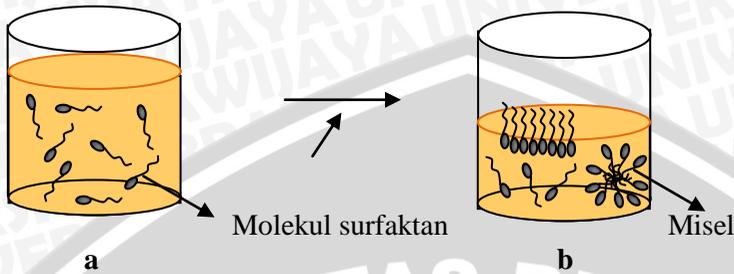
Buih yang muncul tersebut distabilkan dengan adanya surfaktan. Dalam hal ini, yang berperan sebagai surfaktan yang ditengarai menjadi penyebab timbulnya buih adalah protein yang mempunyai struktur tersier. Adanya gugus polar dan non-polar pada protein akan mengakibatkan senyawa ini cenderung terorientasi di permukaan atau fasa antarmuka, suatu sifat khas dari surfaktan. Gugus polar surfaktan cenderung berikatan dengan air dalam sampel nira kelapa sedangkan gugus non-polarnya lebih suka berikatan

dengan fasa gas yang berasal dari udara atau gas yang berasal dari uap air yang terbentuk saat sampel nira kelapa dipanaskan. Sumber gas lainnya adalah karbondioksida yang terbentuk dari proses fermentasi sumber gula dalam sampel nira. Pembentukan buih juga akan semakin banyak bila surfaktan membentuk misel, suatu gabungan surfaktan, sering disetarakan sebagai polimer.



Gambar 4.1. Proses terbentuknya misel dalam sampel nira kelapa

Polimer dari surfaktan atau misel merupakan kumpulan dari monomer-monomer surfaktan yang membentuk struktur menyerupai bola yang terbentuk karena adanya ikatan antar gugus non-polar di bagian dalam dan antar gugus polar di bagian luar seperti tampak pada Gambar 4.1. Misel akan mulai terbentuk pada konsentrasi surfaktan tertentu atau yang sering dinamakan dengan KKM (Konsentrasi Kritis Misel) [6]. KKM merupakan konsentrasi saat misel mulai terbentuk.



Gambar 4.2. Perubahan kerapatan molekul surfaktan sampel nira kelapa yang dipanaskan. Keadaan surfaktan sebelum dipanaskan (a). Keadaan surfaktan setelah dipanaskan (b).

Ketika volume nira berkurang akibat pemanasan, maka kerapatan cairan juga meningkat, sehingga molekul protein kemungkinan akan semakin rapat (Gambar 4.2). Hal ini menyebabkan pembentukan misel semakin mudah dan buih semakin mudah pula terjadi dan keluar dari sistem menuju permukaan. Kondisi ini terlihat saat pemanasan 98°C buih semakin cepat terbentuk. Thabet, dkk [18] juga telah membuktikan bahwa aktivitas permukaan secara signifikan meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan protein dalam sampel nira sehingga buih yang terbentuk semakin banyak.

4.3.2 Sampel nira kelapa dengan zat anti buih

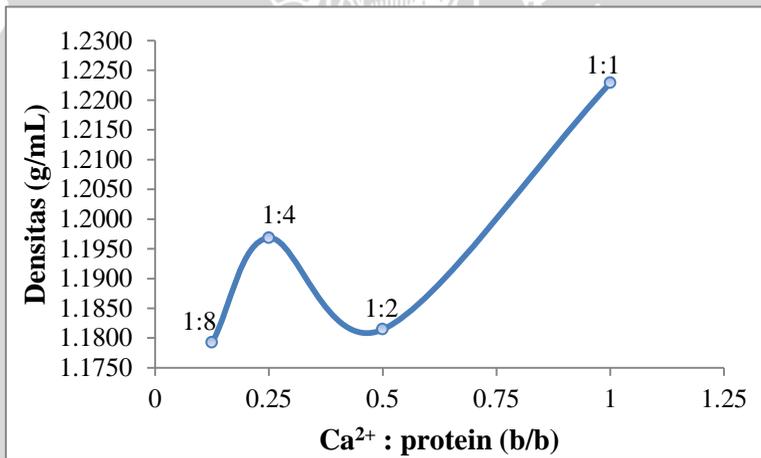
Penambahan zat anti buih dalam sampel nira kelapa dilakukan untuk mengetahui efektivitas peranan ion Ca^{2+} dalam memecah buih. Jumlah anti buih yang ditambahkan sebelum pemanasan dilakukan bervariasi yaitu dengan perbandingan berat antara ion Ca^{2+} dan kadar protein 1:8, 1:4, 1:2, dan 1:1 (b/b). Perbandingan ini telah disesuaikan dengan jumlah ion Ca^{2+} yang sebelumnya telah ada dari kapur yang ditambahkan saat penyadapan. Setelah pemanasan mencapai suhu 98°C , minyak kemiri ditambahkan dan diaduk. Minyak kemiri yang ditambahkan sejumlah 0,125 mL, hasil optimum pencegahan terbentuknya buih [7]. Setelah didinginkan hingga suhu ruang dilakukan pengukuran sifat fisiknya.

Hasil penentuan sifat fisika sampel nira kelapa dengan penambahan zat anti buih dirangkum pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data sifat fisika sampel nira kelapa setelah pemanasan dengan penambahan zat anti buih

| Sampel nira (Ca ²⁺ : protein) | Densitas (g/mL) | Kadar sukrosa (%) | Viskositas relatif (mm ² /det) | tegangan permukaan nyata (dyne/cm) |
|--|-----------------|-------------------|---|------------------------------------|
| 1 : 8 | 1,1792 | 45,65 | 10,77 | 45,24 |
| 1 : 4 | 1,1968 | 46,75 | 12,84 | 42,94 |
| 1 : 2 | 1,1814 | 44,28 | 11,06 | 40,89 |
| 1 : 1 | 1,2229 | 59,74 | 13,22 | 40,71 |

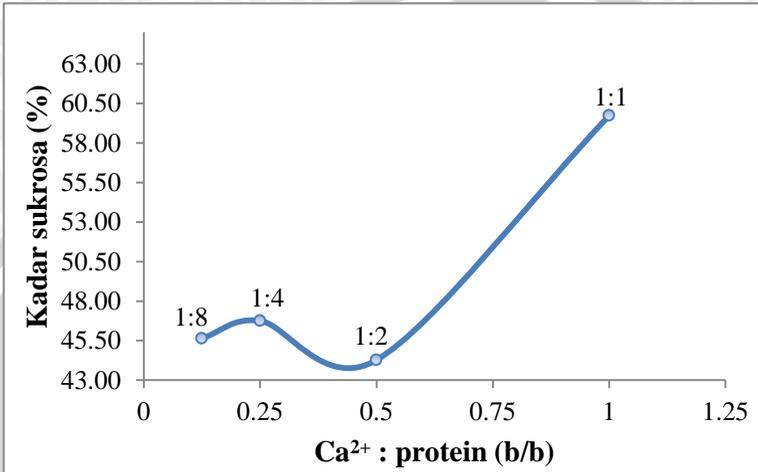
Hasil pada Tabel 4.3, selanjutnya dibuat kurva untuk masing-masing sifat fisika pada berbagai perbandingan zat anti buih, seperti disajikan pada Gambar 4.3 hingga Gambar 4.6.



Gambar 4.3. Densitas sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca²⁺ setelah pemanasan

Berdasarkan Gambar 4.3, terlihat densitas cenderung meningkat saat ion Ca²⁺ yang ditambahkan ke dalam sampel nira semakin banyak. Peningkatan ion Ca²⁺ yang ditambahkan akan menyebabkan jumlah zat total padatan meningkat, sehingga kerapatan atau densitas juga meningkat, sebagaimana ditunjukkan dari perbandingan tanpa dan dengan penambahan zat antibuih.

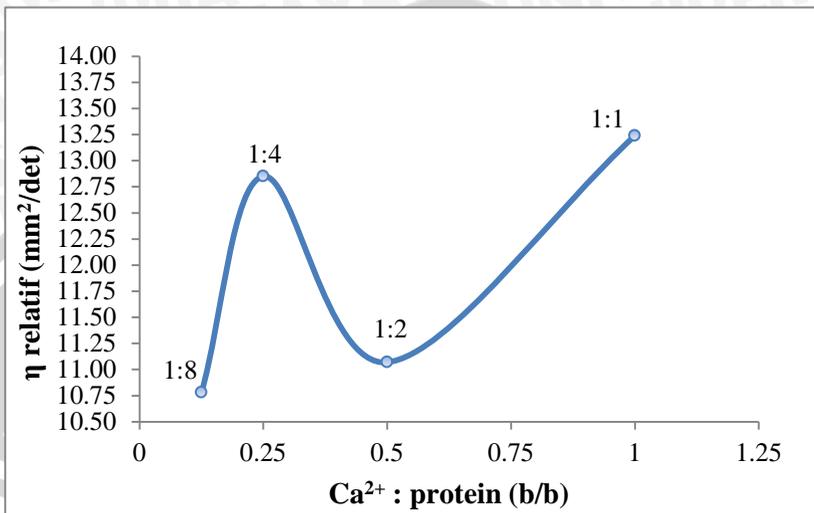
Adapun hasil pengukuran kadar sukrosa sampel nira terhadap penambahan ion Ca^{2+} yang divariasi disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Kadar sukrosa sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan

Kecenderungan yang sama dengan densitas juga terjadi untuk kadar sukrosa pada Gambar 4.4. Dengan demikian, perubahan densitas di samping dipengaruhi oleh berubahnya kandungan ion Ca^{2+} juga dipengaruhi oleh kadar sukrosa. Kadar sukrosa memperlihatkan kecenderungan ini karena analisa ditentukan berdasarkan pembelokan cahaya atau indeks bias. Bila densitas atau kerapatan meningkat maka sudut bias cahaya juga akan semakin meningkat dan sebaliknya saat kerapatan menurun.

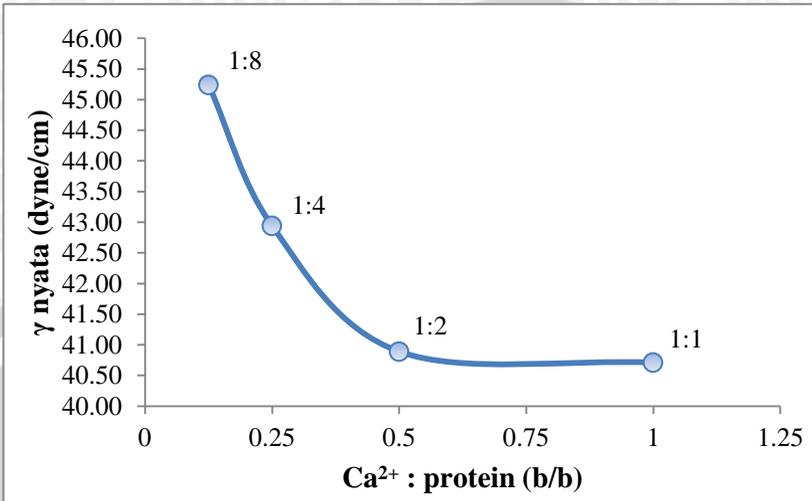
Pengamatan terhadap harga viskositas relatif juga memberikan kecenderungan yang sama baik dengan densitas maupun kadar sukrosa, seperti tampak pada Gambar 4.5. Viskositas yang digunakan pada pengukuran adalah viskositas kinematik, sehingga dikoreksi terhadap harga densitas. Kemudian nilai ini dibandingkan dengan viskositas air sebagai pelarut dan diperoleh hasil akhir, yaitu viskositas relatif.



Gambar 4.5. Viskositas sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan

Viskositas sebagai ukuran kekentalan juga akan sejalan dengan densitas, karenanya saat ion Ca^{2+} yang ditambahkan semakin banyak maka padatan dalam cairan semakin meningkat dan gaya gesek juga meningkat. Oleh karenanya kemampuan untuk mengalir pun akan tertahan dan menyebabkan viskositas meningkat.

Bila diamati ketiga sifat, yaitu densitas, kadar sukrosa, dan viskositas, terdapat pengecualian yaitu saat komposisi ion Ca^{2+} 1:2 (b/b) yang diperoleh cenderung turun. Diduga hal ini disebabkan adanya interaksi antar molekul yang mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk, ukuran molekul dan distribusinya dalam sampel nira [34], sehingga sangat menentukan hasil saat dilakukan sampling nira untuk dilakukan pengukuran sifat fisika. Perbedaan bentuk molekul terutama dipengaruhi oleh protein yang dimungkinkan membentuk misel, atau komponen lain dalam nira yang memiliki ukuran molekul relatif besar, seperti halnya *wax*. Hasil ini didukung oleh data tegangan permukaan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Tegangan permukaan sampel nira kelapa dengan penambahan ion Ca^{2+} setelah pemanasan

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan tegangan permukaan ketika ion Ca^{2+} yang ditambahkan ke dalam sampel nira semakin banyak. Dengan demikian, peran ion Ca^{2+} sebagai zat pemecah buih yang dikombinasikan dengan minyak kemiri sebagai zat pencegah timbulnya buih tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing.

Menurut Sundariyani [7] dan Roziyah [5] penambahan minyak kemiri maupun ion Ca^{2+} dapat meningkatkan tegangan permukaan dan mengurangi terbentuknya buih. Perbedaan hasil perubahan tegangan permukaan kemungkinan kombinasi ion Ca^{2+} dengan minyak kemiri memberikan sistem yang berperan sebagai suatu surfaktan. Ion Ca^{2+} dalam air dengan adanya pemanasan kemungkinan terhidrolisis dan membentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$, suatu basa yang kuat. Hal ini dimungkinkan akan bereaksi dengan minyak, suatu trigliserida, sehingga membentuk sabun lunak, suatu surfaktan, sehingga akan menurunkan tegangan permukaan. Pada saat perbandingan ion Ca^{2+} :protein 1:2 (b/b) merupakan titik belok yang menyebabkan harga tegangan permukaan konstan, suatu gejala yang

menunjukkan mulai terbentuknya misel. Hal ini menyebabkan adanya perubahan struktur atau bentuk molekul, sehingga pada komposisi ini terjadi penyimpangan sifat fisika nira, seperti densitas, indeks bias dan viskositas.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

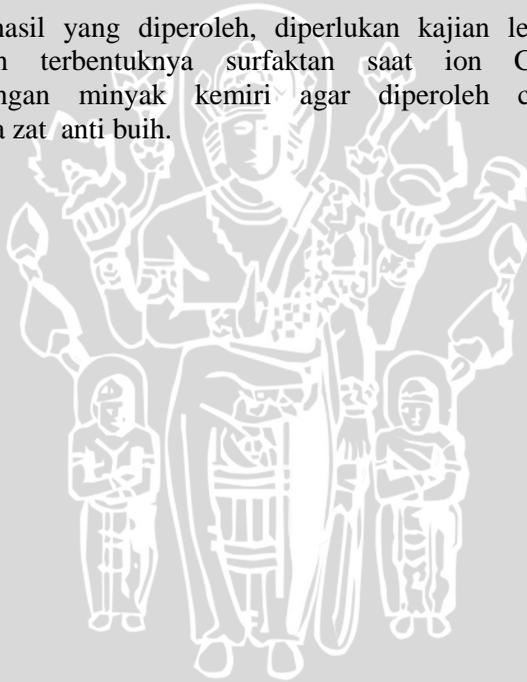
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan ion Ca^{2+} sebagai zat anti buih pada pemanasan nira kelapa dapat mengubah sifat fisika nira kelapa. Densitas, kadar sukrosa, dan viskositas cenderung meningkat tetapi tegangan permukaan turun, sehingga kombinasi penggunaan ion Ca^{2+} dan minyak kemiri masih kurang efektif berperan sebagai zat anti buih.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diperlukan kajian lebih lanjut kemungkinan terbentuknya surfaktan saat ion Ca^{2+} dikombinasikan dengan minyak kemiri agar diperoleh cara meningkatkan kinerja zat anti buih.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reni, 2011, **Alternatif Gula untuk Hidup Sehat**, <http://bakeryindonesia.co.id/alternatif-gula-untuk-hidup-sehat/> , diakses pada tanggal 06 Maret 2012
- [2] Baguio, R.T., dan Mangaya-ay, C.J., 2009, **Coco Sap Sugar Processing**, Western Mindanao State University Press, Philippines
- [3] 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
- [4] Azira, H., Tazerouti, A., dan Canselier, J.P., 2008, **Study of Foaming Properties and Effect of the Isomeric Distribution of Some Anionic Surfactants**, *Journal of Surfactants and Detergents*, 11:279-286
- [5] Roziyah, A., 2011, **Efektivitas Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan Minyak Kelapa sebagai Pencegah Buih dalam Pemanasan Nira Kelapa**, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
- [6] Sanditya, A.W., 2012, **Efektivitas Penambahan Minyak Kemiri sebagai Pencegah Buih dalam Pemanasan Nira Kelapa**, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang
- [7] Sundariani, I., 2012, **Pengaruh Minyak Kemiri sebagai Zat Anti Buih terhadap Sifat Fisika Nira Kelapa pada Pemanasan Nira Kelapa**, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang

- [8] Hilda, L., 2011, **Restrukturisasi Lemak Kakao dengan Minyak Kelapa (Coconut Oil) dan dengan Minyak Kemiri (Candle Nut Oil) melalui Reaksi Interesterifikasi Enzimatis**, *Jurnal Kimia Mulawarman*, 8:74-78
- [9] Suwandi, T., 1993, **Karakterisasi Nira Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*, Jacq.) yang Disadap Melalui Bunga Jantan dan Pohon Tumbang**, *Skripsi*, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- [10] Astuti, P., 2008, **Pengaruh Starter antara Nira Kelapa dan Air Kelapa terhadap Kualitas Nata de Coco**, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan
- [11] Balai Informasi Pertanian Irian Jaya, 1993, **Membuat Gula Kelapa**, BIP Irian Jaya, Jayapura
- [12] Itoh, T., dkk, 1984, **Compositional Characteristics of Nira-Palm Juice of High Sugar Content from Palm Tree**, *Bogor Agricultural University's Seminars, Agricultural University*, Bogor
- [13] Belitz, H.D., dan Grosch, W., 1999, **Food Chemistry**, Springer, New York
- [14] Kline, S., Pivovar, A., dan Rosov, N., 2001, **Diffusion of Surfactant Micelles**, *Summer School on Methods and Applications of Neutron Spectroscopy*, NIST Center for Neutron Research, 1-2
- [15] Sari, M.I., 2007, **Struktur Protein**, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara

- [16] Murray, R.K., 2000, **Harper's Biochemistry**, Appleton & Lange, America
- [17] Valstar, A., 2000, **Protein-surfactant Interactions**, *Disertasi Program Doktor*, Fakultas Teknologi dan Ilmu Pengetahuan Alam, Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala
- [18] Thabet, I.B., dkk, 2007, **Physicochemical and Functional Properties of Typical Tunisian Drink : Date Palm Sap (*Phoenix Dactylifera* L.)**, *Food Biophysics*, 2:76-82
- [19] Anonymous, 2011, **Foaming**, http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/disido_cy/en/info/app/paints.htm, diakses tanggal 10 Maret 2012
- [20] Okamoto, T., dkk, 1993, **Zymobacter Palmae gen., sp. nov., a New Ethanol-fermenting Peritrichous Bacterium Isolated from Palm Sap**, *Archives of Microbiology*, 160, 333-337
- [21] von Phul, S.A., n.a., **Antifoam**, D-Foam Inc., Weatherford, Texas
- [22] Rosen, M. J., 1978, **Surfactans and Interfacial Phenomena**, John Wiley and Sons, New York
- [23] Schugerl, K., 2000, **Recovery of Proteins and Microorganisms form Cultivation Media by Foam Flotation**, *Adv Biochem Eng Biotechnol*, 68:191-233
- [24] Lee, J.D., 1991, **Concise Inorganic Chemistry**, Chapman and Hall, London
- [25] Yura, V.K., Vojco, V., dan Ken, A.D., 2001, **Hydration of Simple Ions Effect of the Charge Density**, *Journal Acta Chim. Slov.*, 48, 309-316

- [26] Safety Data Sheet, 2006, **Calcium Chloride Dihydrate Pure Ph. Eur., BP, USP, Food Grade**, *AppliChem*, 31:4
- [27] IOM, 2010, **Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D**, *Institute of Medicine of the National Academies*, New York
- [28] Rao, P.V.K.J., Das, M., dan Das, S.K., 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*, 90:559-566
- [29] Chang, R., 2005, **Kimia Dasar**, Penerbit Erlangga, Jilid 1, Jakarta
- [30] Hidayanto, E., Rofiq, A., dan Sugito, H., 2010, **Aplikasi Portable Brix Meter untuk Pengukuran Indeks Bias**, *Berkala Fisika*, 13, 4:113-118
- [31] Purwono, 2002, **Penggunaan Pengukuran Brix untuk Menduga Randemen Nyata di Pabrik Gula Gula Putih Mataram, Lampung**, Divisi R&D, Pabrik Gula Gula Putih Mataram, Lampung
- [32] Steerer, V.I. dan Wylie, E.B., 1996, **Mekanika Fluida**, diterjemahkan oleh: Arko Prijono, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [33] Greenberg, A.C., Clesceri, L.S., dan Eaton A.D., 1992, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 18th ed., American Public Health Association, Washington DC
- [34] Nizak, A.C., 2012, **Studi Pengaruh $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan Minyak Kelapa sebagai Zat Anti-Buih terhadap Sifat Fisika-Kimia Nira Kelapa pada Proses Pemanasan Nira Kelapa**, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Fakultas

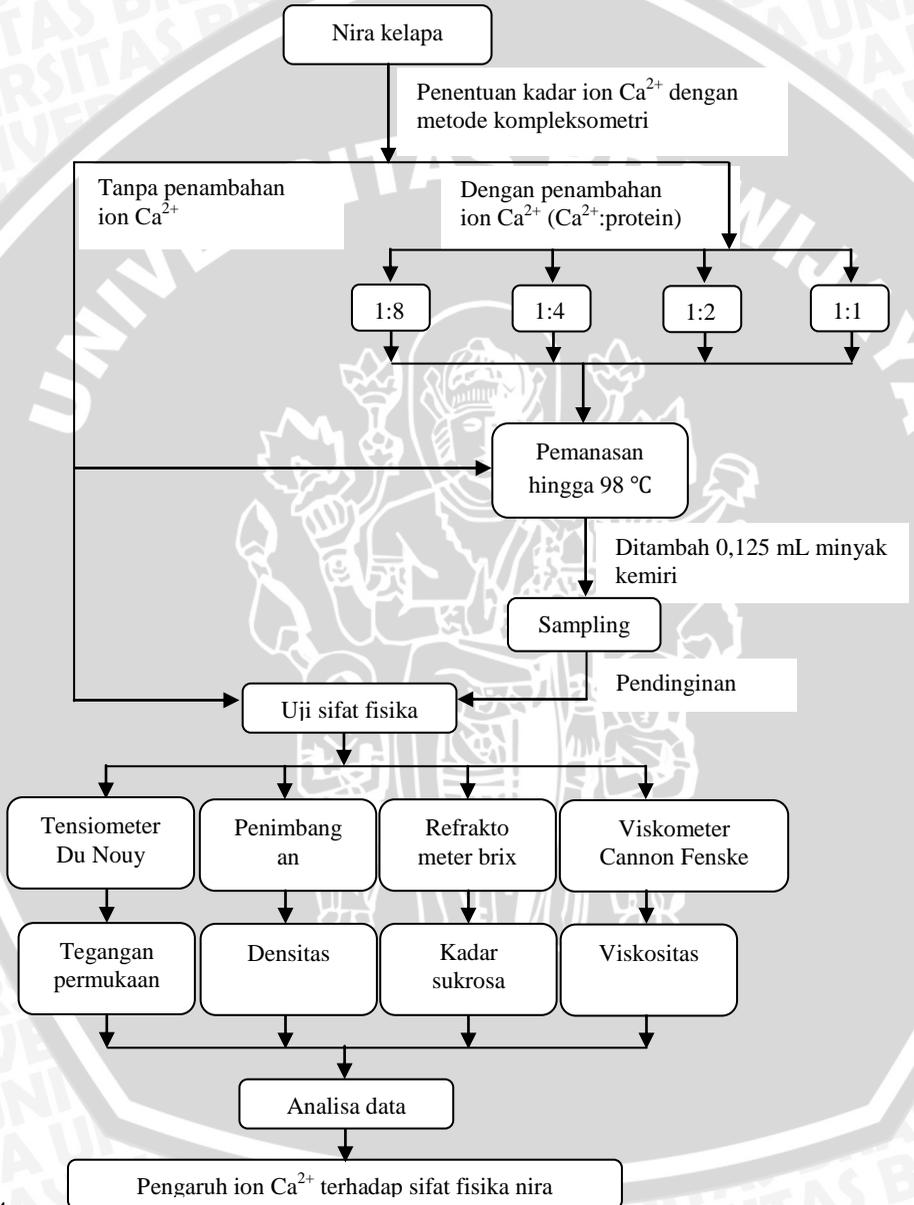
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Brawijaya, Malang

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Lampiran A. Diagram Alir Penelitian



Lampiran B. Preparasi, Perhitungan, dan Pembakuan Larutan

B.1 Preparasi larutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M

Jumlah $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} m &= M_r \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \times M \times V \\ &= 246,5 \text{ g/mol} \times 0,01 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} = 0,2465 \text{ g} \end{aligned}$$

Larutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M dibuat dengan cara melarutkan 0,2465 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan akuades dalam gelas beaker. Kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 mL dan ditambah akuades hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 0,01 M.

B.2 Preparasi larutan Na_2EDTA 0,01 M

Jumlah Na_2EDTA yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} m &= M_r \text{Na}_2\text{EDTA} \times M \times V \\ &= 374,2 \text{ g/mol} \times 0,01 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} = 0,9355 \text{ g} \end{aligned}$$

Larutan Na_2EDTA 0,01 M dibuat dengan cara melarutkan 0,9355 g Na_2EDTA dengan akuades dalam gelas beaker. Kemudian dipindahkan ke labu ukur 250 mL dan ditambah akuades hingga tanda batas, sehingga diperoleh larutan Na_2EDTA dengan konsentrasi 0,01 M.

B.3 Pembakuan larutan Na_2EDTA 0,01 M

Pembakuan larutan Na_2EDTA 0,01M dilakukan dengan titrasi menggunakan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M. Sebanyak 10 mL larutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian ditambahkan dengan 2 mL larutan buffer salmiak dan ditambah indikator EBT-NaCl. Setelah itu, larutan tersebut dititrasi dengan larutan Na_2EDTA 0,01 M dan dicatat volume Na_2EDTA yang diperlukan, lalu dihitung molaritas larutan Na_2EDTA :

$$\begin{aligned} \text{Ekiv MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} &= \text{Ekiv Na}_2\text{EDTA} \\ [\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}] &= [\text{Na}_2\text{EDTA}] \\ 0,01 \text{ M} \times 10 \text{ mL} &= [\text{Na}_2\text{EDTA}] \times 10,25 \text{ mL} \\ [\text{Na}_2\text{EDTA}] &= 0,0098 \text{ M} \end{aligned}$$

B.4 Preparasi larutan NaOH 1 M

Larutan NaOH 1 M dibuat dengan cara melarutkan 0,4 g padatan NaOH dengan akuades dalam gelas beaker 50 mL. Kemudian ditambah akuades sampai volume larutan 10 mL, sehingga diperoleh larutan NaOH dengan konsentrasi 1 M.

B.5 Perhitungan kadar ion Ca^{2+} dalam sampel nira kelapa

$$\begin{aligned}\text{ppm Ca}^{2+} &= \frac{\text{Vol. Titrasi} \times \text{BM Ca} \times [\text{EDTA}]}{\text{Vol. sampel yang dititrasi}} \times 1000 \\ &= \frac{4,6 \text{ mL} \times 40,08 \text{ mg/mmol} \times 0,0098 \text{ mmol/mL} \times 1000}{10 \text{ mL}} \\ &= 180,68 \text{ ppm}\end{aligned}$$

➤ Konversi ppm ion Ca^{2+} dalam sampel nira menjadi satuan % (b/b)

Kandungan Ca^{2+} dalam sampel nira = 180,68 ppm

Dalam 10 mL nira, kandungan Ca^{2+} = 1,8068 mg
= $1,8068 \times 10^{-3}$ g

ρ Nira = 1,056 g/mL

Dalam 10 mL nira setara dengan 10,560 g nira

Dalam 10,560 g nira, terdapat $1,8068 \times 10^{-3}$ g Ca^{2+}

$$\begin{aligned}\% \text{Ca}^{2+} &= \frac{1,8068 \times 10^{-3} \text{ g} \times 100 \%}{10,560 \text{ g}} \\ &= 0,017 \%\end{aligned}$$

B.6 Perhitungan penambahan garam $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam sampel nira kelapa sebagai zat anti buih

Massa sampel nira : 625 mL x 1,0621g/mL = 660 g

Massa protein dalam nira : 0,368% x 660 g = 2,429 g

Massa Ca^{2+} dalam nira : 0,017% x 660 g = 0,112 g

Perbandingan massa

dalam 625 mL sampel nira : ion Ca^{2+} :protein (b/b)=0,112/2,429
=1/21

➤ **Perbandingan ion Ca^{2+} : protein dalam 625 mL sampel nira 1:8 (b/b)**

$$\text{Massa } \text{Ca}^{2+} \text{ yang diperlukan} = (1/8) \times 2,429 \text{ g} = 0,3036 \text{ g}$$

$$\text{Massa } \text{Ca}^{2+} \text{ yang ada} = 0,1122 \text{ g} -$$

$$\text{Massa } \text{Ca}^{2+} \text{ yang ditambahkan} = 0,1914 \text{ g}$$

$$\text{Massa } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ yang ditambahkan} = \frac{\text{BM } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{BM Ca}} \times m\text{Ca}^{2+}$$

$$= \frac{147}{40} \times 0,1914 \text{ g}$$

$$= 0,703 \text{ g}$$

$$\text{Volume sampel nira yang dimasak} = 660 \text{ g} - 0,703 \text{ g}$$

$$= 659,3 \text{ g}$$

$$\text{setara dengan} \quad \frac{659,3 \text{ g}}{1,056 \text{ g/mL}} = 624,3 \text{ mL nira}$$

Tabel B.1. Pengolahan data perhitungan penambahan garam $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam sampel nira

| Perbandingan ion Ca^{2+} :protein (b/b) | Massa Ca^{2+} perlu (g) | Massa Ca^{2+} tambahan (g) | Massa $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (g) | Volume sampel nira yang dimasak (mL) |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 1:8 | 0,3036 | 0,1914 | 0,703 | 624,3 |
| 1:4 | 0,6072 | 0,4950 | 1,819 | 623,3 |
| 1:2 | 1,2144 | 1,1022 | 4,051 | 621,2 |
| 1:1 | 2,4290 | 2,3168 | 8,514 | 617,0 |

Lampiran C. Penentuan Sifat Fisika Sampel Nira Kelapa

C.1 Penentuan densitas

1. Rumus

Densitas sampel nira kelapa dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{\text{massa total} - 22,9229 \text{ g}}{25 \text{ mL}} \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}} \right)$$

Keterangan:

ρ adalah densitas sampel nira kelapa

massa total adalah jumlah massa piknometer kosong dengan massa sampel nira kelapa

2. Contoh perhitungan

Diketahui massa total sampel nira sebelum pemanasan adalah 48,3231 g.

$$\rho = \frac{48,3231 \text{ g} - 22,9229 \text{ g}}{25 \text{ mL}} = 1,0560 \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right)$$

3. Data perhitungan

Tabel C.1 Densitas sampel nira kelapa

a. Densitas sampel nira sebelum pemanasan

Diketahui massa piknometer kosong adalah 21,9229 g dan kapasitas volume piknometer adalah 25 mL.

| Massa total (g) | Massa nira kelapa (g) | Densitas (g/mL) |
|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 48,3231 | 26,4002 | 1,0560 |

b. Densitas sampel nira setelah pemanasan

| Sampel nira (Ca ²⁺ :protein) | Massa total (g) | Massa nira kelapa (g) | Densitas (g/mL) |
|---|-----------------|-----------------------|-----------------|
| 1:21 | 50,4770 | 28,5541 | 1,1422 |
| 1:8 | 51,4033 | 29,4804 | 1,1792 |
| 1:4 | 51,8436 | 29,9207 | 1,1968 |
| 1:2 | 51,4589 | 29,5360 | 1,1814 |
| 1:1 | 52,4951 | 30,5722 | 1,2229 |

C.2 Penentuan kadar sukrosa

1. Kalibrasi alat refraktometer brix

Sebelum digunakan refraktometer brix dikalibrasi terlebih dahulu, tahap-tahapnya antara lain :

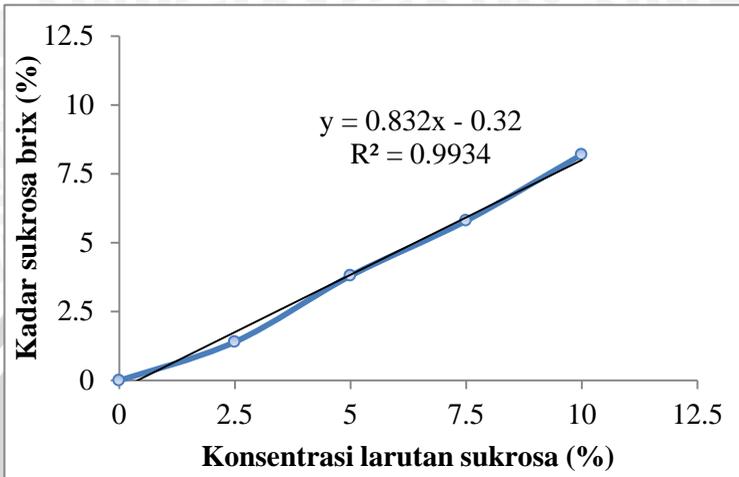


Gambar C.1. Bagian-bagian refraktometer brix

1. Satu atau dua tetes akuades diteteskan di atas prisma secara merata dan dipastikan akuades memenuhi permukaan kaca prisma
2. Skala dibaca melalui lubang teropong
3. Garis batas biru putih diatur dan dipastikan tepat pada skala brix 0 %
4. Kurva kalibrasi dibuat dengan variasi konsentrasi larutan sukrosa

Tabel C.2. Pengolahan data kalibrasi refraktometer brix

| Larutan sukrosa | % brix |
|-----------------|--------|
| 0 | 0 |
| 2,5 | 1,4 |
| 5 | 3,8 |
| 7,5 | 5,8 |
| 10 | 8,2 |



Gambar C.2. Kurva kalibrasi refraktometer brix

2. Pengukuran kadar sukrosa sampel nira kelapa menggunakan refraktometer brix

1. Satu atau dua tetes sampel nira ditetaskan di atas prisma secara merata dan dipastikan sampel nira memenuhi permukaan kaca prisma
2. Skala dibaca melalui lubang teropong
3. Garis batas biru putih dibaca sebagai skala brix (%)

3. Rumus

Kadar sukrosa sampel nira kelapa dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang diperoleh dari persamaan garis:

$$y = 0,832x - 0,32$$

sehingga

$$x = \frac{y + 0,32}{0,832} \times \text{faktor pengenceran}$$

Keterangan:

y: kadar sukrosa brix (%)

x: kadar sukrosa sampel nira (%)

faktor pengenceran : 2

4. Contoh perhitungan

Diketahui kadar sukrosa brix sampel nira kelapa sebelum pemanasan adalah 8,05 %.

$$x = \frac{8,05 \% + 0,32}{0,832} \times 2 = 20,12 \%$$

5. Data perhitungan

Tabel C.3. Kadar sukrosa sampel nira kelapa

a. Kadar sukrosa sampel nira sebelum pemanasan

| Kadar sukrosa brix (%) | Kadar sukrosa (%) |
|------------------------|-------------------|
| 8,05 | 20,12 |

b. Kadar sukrosa sampel nira setelah pemanasan

| Sampel nira (Ca ²⁺ :protein) | Kadar sukrosa brix (%) | Kadar sukrosa (%) |
|---|------------------------|-------------------|
| 1:21 | 15,01 | 36,85 |
| 1:8 | 18,67 | 45,65 |
| 1:4 | 19,13 | 46,75 |
| 1:2 | 18,1 | 44,28 |
| 1:1 | 24,53 | 59,74 |

C.3 Penentuan viskositas

1. Rumus

Secara sistematis nilai viskositas relatif dapat dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

η_0 adalah viskositas pelarut

ρ dan ρ_0 adalah masa jenis larutan dan pelarut

t dan t_0 adalah waktu alir rata-rata yang diperlukan larutan dan pelarut untuk melewati 2 tanda pada viskosimeter

2. Contoh perhitungan

Diketahui waktu alir rata-rata, densitas, dan viskositas pelarut adalah 4,91 det, 1,00 g/mL, 0,892 mm²/det serta waktu alir rata-rata dan densitas sampel nira sebelum pemanasan adalah 10,31 det dan 1,0560 g/mL.

$$\eta = \frac{1,0560 \text{ g/mL} \times 10,31 \text{ det} \times 0,892 \text{ mm}^2/\text{det}}{4,91 \text{ det} \times 1,00 \text{ g/mL}} = 1,98 \text{ mm}^2/\text{det}$$

3. Data perhitungan

Tabel C.4. Viskositas sampel nira kelapa

a. Viskositas pelarut (air)

| Waktu alir | | | t _{rata-rata} (det) | ρ ₀ (g/mL) | η ₀ (mm ² /det) |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| t ₁ (det) | t ₂ (det) | t ₃ (det) | | | |
| 4,89 | 4,89 | 4,94 | 4,91 | 1,00 | 0,892 |

b. Viskositas sampel nira kelapa sebelum pemanasan

| Waktu alir | | | t _{rata-rata} (det) | ρ (g/mL) | η (mm ² /det) |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------|
| t ₁ (det) | t ₂ (det) | t ₃ (det) | | | |
| 10,30 | 10,31 | 10,31 | 10,31 | 1,0560 | 1,98 |

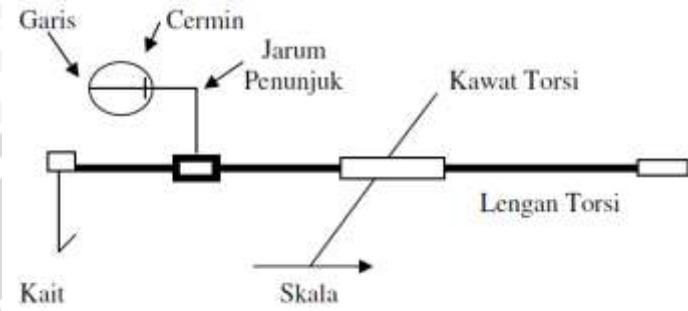
c. Viskositas sampel nira kelapa setelah pemanasan

| Sampel nira (Ca ²⁺ :prot) | Waktu alir | | | t _{rata-rata} (det) | ρ (g/mL) | η (mm ² /det) |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------|
| | t ₁ (det) | t ₂ (det) | t ₃ (det) | | | |
| 1:21 | 24,75 | 24,82 | 24,85 | 24,81 | 1,1422 | 5,15 |
| 1:8 | 50,26 | 50,26 | 50,31 | 50,28 | 1,1792 | 10,77 |
| 1:4 | 59,06 | 59,08 | 59,00 | 59,05 | 1,1968 | 12,84 |
| 1:2 | 51,50 | 51,52 | 51,57 | 51,53 | 1,1814 | 11,06 |
| 1:1 | 59,48 | 59,49 | 59,55 | 59,51 | 1,2229 | 13,22 |

C.4 Penentuan tegangan permukaan

1. Kalibrasi alat tensiometer Du Nouy

Sebelum digunakan tensiometer Du Nouy dikalibrasi terlebih dahulu, tahap-tahapnya antara lain :



Gambar C.3. Skema alat tensiometer Du Nouy

1. Posisi alat diatur supaya horizontal dengan waterpass
2. Cincin platina yang telah dibersihkan dengan alkohol dan dibakar kemudian digantung pada kait
3. Lengan torsi dilepaskan dan pembacaan dinolkan pada kedudukan jarum penunjuk dan bayangannya berhimpit dengan garis pembandingan pada cermin
4. Beban dipasangkan pada lingkaran cincin platina
5. Sekrup di bawah skala diputar hingga kedudukan jarum penunjuk dan bayangannya berhimpit dengan garis pembandingan pada cermin
6. Dibaca tegangan permukaan pada skala
7. Kurva kalibrasi dibuat dengan variasi beban

Dibuat kurva kalibrasi antara γ percobaan dengan γ hitungan, dimana:

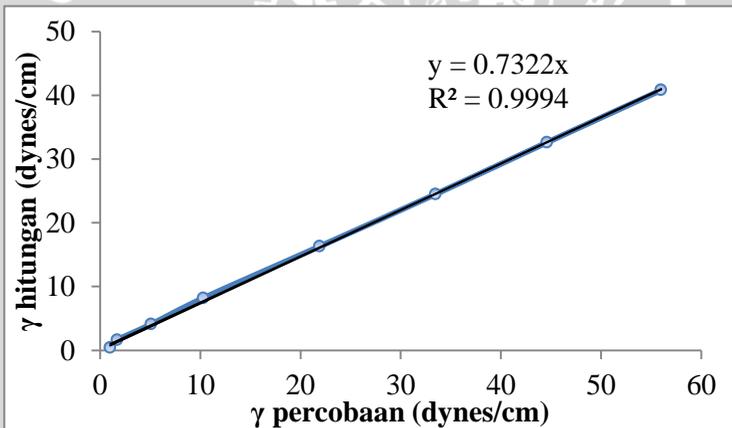
$$\gamma_{\text{hitung}} = \frac{m \cdot g}{2 \cdot C}$$

Keterangan :

- m = massa beban total (mg)
- g = percepatan gravitasi = 980,1 cm/s²
- C = keliling cincin platina = 6,010 cm

Tabel C.5. Pengolahan data kalibrasi tensiometer Du Nouy

| Beban (mg) | γ percobaan (dyne/cm) | γ hitungan (dyne/cm) |
|------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5 | 1 | 0,4 |
| 20 | 1,7 | 1,6 |
| 50 | 5,1 | 4,1 |
| 100 | 10,3 | 8,2 |
| 200 | 21,9 | 16,3 |
| 300 | 33,5 | 24,5 |
| 400 | 44,6 | 32,6 |
| 500 | 56 | 40,8 |



Gambar C.4. Kurva kalibrasi tensiometer Du Nouy

2. **Prosedur pengukuran tegangan permukaan percobaan**

Prosedur pengukuran tegangan permukaan percobaan, antara lain:

1. Posisi alat diatur supaya horizontal dengan waterpass
2. Cincin yang telah dibersihkan dengan alkohol dan dibakar kemudian digantung pada lengan torsi

3. Sampel nira yang akan ditentukan tegangan permukaannya ditempatkan pada botol timbang 15 mL dan diletakkan diatas penyangga
4. Penyangga dinaikkan hingga cincin tercelup 2-3 mm dibawah permukaan
5. Lengan torsi dilepaskan dan pembacaan dinolkan pada kedudukan jarum penunjuk dan bayangannya berhimpit dengan garis pembanding pada cermin
6. Penyangga diturunkan dan kedudukan cincin dipertahankan tetap di permukaan sampel nira
7. Sekrup diputar hingga film pecah
8. Dibaca tegangan permukaan pada skala
9. Dilakukan tiga kali perulangan pengukuran dan diambil nilai rata-ratanya

3. Rumus

Tegangan permukaan hitungan diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$P = 0,732 \times \gamma_{\text{percobaan}}$$

Keterangan :

γ percobaan = tegangan permukaan percobaan

$$Fr = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,01452 P}{C^2(D-d)} + 0,0453} - \frac{1,679 r}{R}$$

Keterangan :

- P = Tegangan permukaan hitungan
 D = Rapat massa di bawah cincin permukaan cairan
 d = Rapat massa udara
 = 0,001134 g/cm³
 C = keliling cincin
 = 6,010 cm
 r = Jari-jari dalam kawat cincin
 = 1 cm
 R = Jari-jari luar kawat cincin

$$= 53,83848846 \text{ cm}$$

$$\gamma_{nyata} = Fr \times P$$

Keterangan :

Fr = Faktor koreksi

P = Tegangan permukaan hitungan

4. Contoh perhitungan

Diketahui tegangan permukaan percobaan dan densitas sampel nira sebelum pemanasan adalah 76,10 dyne/cm dan 1,0560 g/mL.

$$P = 0,732 \times \gamma_{percobaan} = 0,732 \times 76,10 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}} = 55,71 \text{ dyne/cm}$$

$$Fr = 0,7250 + \sqrt{\frac{0,01452 \times 55,71 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}}}{(6,010 \text{ cm})^2 \left(1,0560 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} - 0,001134 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)}} + 0,0453 - 0,031$$

$$= 0,9130$$

$$\gamma_{nyata} = Fr \times P = 0,9130 \times 55,71 \frac{\text{dyne}}{\text{cm}} = 50,86 \text{ dyne/cm}$$

5. Data perhitungan

Tabel C.6 Tegangan permukaan sampel nira kelapa

a. Tegangan permukaan sampel nira kelapa sebelum pemanasan

| $\gamma_{percobaan}$ (dyne/cm) | $\gamma_{hitungan}$ (dyne/cm) | Faktor koreksi (Fr) | γ_{nyata} (dyne/cm) |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| 76,10 | 55,71 | 0,9130 | 50,86 |

b. Tegangan permukaan sampel nira kelapa setelah pemanasan

| Sampel nira (Ca ²⁺ :protein) | $\gamma_{\text{percobaan}}$ (dyne/cm) | γ_{hitungan} (dyne/cm) | Faktor koreksi (Fr) | γ_{nyata} (dyne/cm) |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1:21 | 62,30 | 45,42 | 0,8985 | 40,81 |
| 1:8 | 68,53 | 50,1664 | 0,9017 | 45,24 |
| 1:4 | 65,27 | 47,7752 | 0,8987 | 42,94 |
| 1:2 | 62,27 | 45,5792 | 0,8971 | 40,89 |
| 1:1 | 62,10 | 45,4572 | 0,8955 | 40,71 |

