

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT  
TERHADAP FERMENTASI DAN HIDROLISIS SUKROSA  
DALAM NIRA KELAPA**

**SKRIPSI**

oleh :  
**GEGE HERU SETIAWAN**  
**0710923028-92**



**JURUSAN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN**  
**ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2011**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT TERHADAP  
FERMENTASI DAN HIDROLISIS SUKROSA DALAM NIRA  
KELAPA**

**SKRIPSI**

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

oleh :

**GEGE HERU SETIAWAN**

**0710923028-92**



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

**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT TERHADAP  
FERMENTASI DAN HIDROLISIS SUKROSA DALAM NIRA  
KELAPA**

oleh :

**GEGE HERU SETIAWAN**  
**0710923028-92**

**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**

**Zubaidah Ningsih AS, S.Si, M.Phil**  
**NIP. 19790524 200312 2 002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Kimia**

**Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

**Nama** : Gege Heru Setiawan

**NIM** : 0710923028-92

**Jurusan** : Kimia

**Penulis skripsi berjudul :**

**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT  
TERHADAP FERMENTASI DAN HIDROLISIS SUKROSA  
DALAM 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, Desember 2011

Yang menyatakan,

Gege Heru Setiawan

NIM. 0710923028-92

# **PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM BISULFIT TERHADAP FERMENTASI DAN HIDROLISIS SUKROSA DALAM NIRA KELAPA**

## **ABSTRAK**

Kualitas nira kelapa dapat dipertahankan dengan adanya pengawet. Dalam penelitian ini, kualitas nira kelapa dikaji berdasarkan pH dan laju hidrolisis sukrosa. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh penambahan natrium bisulfit sebagai bahan pengawet terhadap proses fermentasi dan hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa. Konsentrasi natrium bisulfit yang digunakan adalah 0; 0,4; 1,33 dan 1,52% (b/v). Terjadinya fermentasi sukrosa diamati berdasarkan pada perubahan pH selama waktu penyimpanan 1, 2, 3, 4 dan 5 hari, sedangkan kadar gula pereduksi diamati melalui pengamatan laju hidrolisis sukrosa dengan metode polarimetri selama 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan natrium bisulfit dapat menekan kinerja mikroba pada proses fermentasi nira hingga hari ke 5, ditandai dengan nilai pH yang tidak menurun dengan drastis. Peningkatan konsentrasi natrium bisulfit dari 1,33% menjadi 1,52% tidak memberikan perubahan yang signifikan karena menunjukkan pola penurunan pH nira kelapa yang sama. Laju hidrolisis dapat dilihat dari konstanta laju ( $k$ ). Semakin besar harga  $k$  maka semakin cepat laju hidrolisis, sehingga gula pereduksi sebagai hasil hidrolisis akan semakin tinggi kadarnya. Apabila laju semakin lambat maka semakin kecil gula pereduksi yang terbentuk. Penambahan natrium bisulfit lebih berperan pada perubahan laju awal hidrolisis sukrosa dalam nira dibandingkan dengan laju secara keseluruhan. Konstanta laju ( $k$ ) keseluruhan hampir sama yaitu  $0,012$  ( $\text{menit}^{-1}$ ) pada 0; 1,33; 1,52% (b/v) dan  $0,011$  ( $\text{menit}^{-1}$ ) untuk kadar bisulfit 0,4% (b/v), sedangkan pada laju awal tidak diketahui nilai konstantanya akan tetapi dapat diketahui pola penurunan lajunya berturut-turut adalah 0,775; 0,680; 0,590; 0,540(konsentrasi/menit) untuk konsentrasi natrium bisulfit 0; 0,4; 1,33; 1,52% (b/v).

# THE EFFECT OF CONCENTRATION SODIUM BISULFITE FERMENTATION AND HYDROLYSIS OF SUCROSE IN THE SAP COCONUT

## ABSTRACT

The quality of coconut sap can be maintained in the presence of preservatives. In this research, the quality of coconut sap was observed based on the pH and rate of sucrose hydrolysis. The research aim is to determine the influence of sodium bisulfite addition to fermentation and sucrose hydrolysis process in coconut sap. The concentrations of sodium bisulfite used were 0; 0,4; 1,33 and 1,52% (w/v). The occurrence of sucrose fermentation was observed based on pH changes during storage time of 1, 2, 3, 4 and 5 days, whereas the reducing sugar content was observed through the observation of the rate of sucrose hydrolysis using polarimetry for 120 minutes. The results showed that sodium bisulfite can suppress microbial activity on coconut sap fermentation process until 5 days, which is characterized by slightly decrease pH. The increasing concentration of sodium bisulfite from 1,33% to 1,52% did not give a significant change due to a similar decreasing pH pattern. The rate of hydrolysis can be seen from the rate constant (k). The larger k value shows the faster hydrolysis rate which induces the higher reducing sugar content. The addition of sodium bisulfite indeed influence the initial rate, but not the overall rate. Rate constant (k) of overall rate are similar at 0; 1,33; 1,52% (w/v) ( $0,012 \text{ min}^{-1}$ ) and 0,4% (w/v) ( $0,011 \text{ min}^{-1}$ ). Meanwhile, the initial rate shows different declining patterns which were 0,775; 0,680; 0,590; 0,540 (concentration/minute) at sodium bisulfite concentration 0; 0,4; 1,33; 1,52%(w/v) respectively.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **Pengaruh Konsentrasi Natrium Bisulfit Terhadap Fermentasi Dan Hidrolisis Sukrosa Dalam Nira Kelapa**. Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Ilmu Kimia.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Diah Mardiana, MS, selaku dosen Pembimbing I, Zubaidah Ningsih A.S., S.Si. M.Phill, selaku dosen Pembimbing II dan Ellya Indahyanti, S.Si yang telah memberikan bimbingan, arahan, inspirasi, dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Arie Srihardyastutie, S.Si., M.Kes., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan kepada penulis selama menempuh studi.
3. Qonitah F, S.Si., M.Si, Dra Anna Rosdiana, M.App.Sc, Drs Suratmo, M.Sc, Drs H.M Misbah Khunur, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam perbaikan tugas akhir ini.
4. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS, selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan pengetahuan yang diberikan.
6. Seluruh staf karyawan Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala bantuan yang diberikan.
7. Ibu, bapak, keluarga, dan teman-teman yang selalu mendoakan, menyemangati, dan membantu penulis.

Akhir kata penulis hanya berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

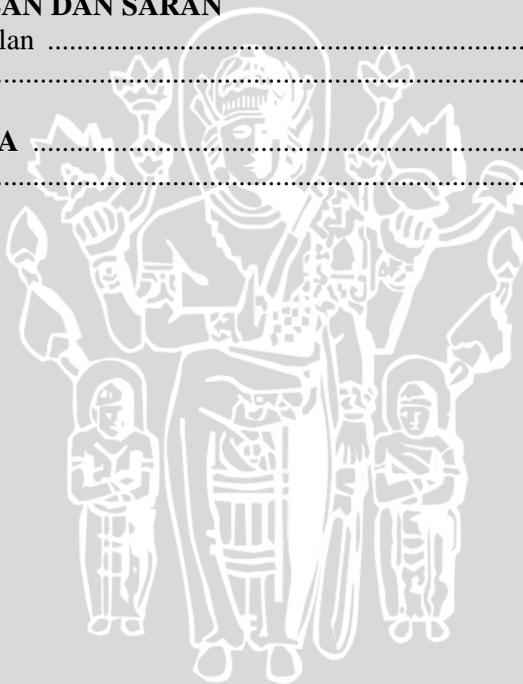
Malang, Desember 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK/ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Nira Kelapa.....	4
2.2 Fermentasi Dalam Nira Kelapa.....	5
2.3 Penentuan Laju Hidrolisis Secara Polarimetri .....	6
2.4 Laju Reaksi .....	7
2.5 Zat Pengawet Natrium Bisulfit .....	9
2.6 Analisis Gula .....	9
2.7 Hipotesis .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	12
3.2.1 Bahan Kimia .....	12
3.2.2 Bahan Penelitian .....	12
3.2.3 Alat Penelitian .....	12
3.3 Rancangan Penelitian.....	12
3.4 Tahapan Penelitian.....	13
3.5 Tahapan Kerja.....	13
3.5.1 Persiapan sampel .....	13
3.5.2 Uji kualitas nira .....	13

3.5.2.1 Pengukuran pH sampel nira.....	13
3.5.2.2 Pengukuran kadar gula reduksi sampel nira secara volumetri dengan metode Lane & Eynon.....	14
3.5.3 Pengukuran derajat polarisasi pada sampel nira.....	15
3.6 Analisis Data.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisa Nira .....	16
4.2 pH dan Kadar Gula Pereduksi .....	17
4.3 Laju Hidrólisis Sukrosa .....	21
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	25
5.2 Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	26
<b>LAMPIRAN</b> .....	30



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap pH selama penyimpanan .....	18
Gambar L.4.1 Kurva ( $\ln \alpha t - \alpha \infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira tanpa bisulfit.....	40
Gambar L.4.2 Kurva ( $\ln \alpha t - \alpha \infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 0,4 % (b/v).....	40
Gambar L.4.3 Kurva ( $\ln \alpha t - \alpha \infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 1,33% (b/v).....	41
Gambar L.4.4 Kurva ( $\ln \alpha t - \alpha \infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 1,52% (b/v).....	41
Gambar L.4.5 Kurva laju awal hidrolisis sukrosa untuk sampel nira kelapa dengan dan tanpa penambahan natrium bisulfit .....	42
Gambar L.5.1 Grafik hubungan antara titrasi larutan gula (mL) dengan faktor fehling gula invert (mg).....	44

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2.1	kandungan beberapa zat dalam nira kelapa .....4
Tabel 4.1	Hasil sadapan nira kelapa dengan variasi konsentrasi natrium bisulfit .....16
Tabel 4.2	pH awal nira pada variasi konsentrasi natrium bisulfit.....17
Tabel 4.3	Pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap kadar sukrosa dan gula reduksi awal pada nira kelapa .....20
Tabel 4.4	Hasil penentuan konstanta laju hidrolisis.....22
Tabel 4.5	Hasil penentuan laju awal hidrolisis sukrosa dalam nira .....23
Tabel L.4.1	Hasil sadapan nira dengan variasi konsentrasi natrium bisulfit.....35
Tabel L.4.2	Perubahan harga pH nira pada berbagai konsentrasi natrium bisulfit.....35
Tabel L.4.3	Kandungan jenis-jenis gula pada tiap-tiap sampel...35
Tabel L.4.4	Derajat polarisasi sampel nira tanpa natrium bisulfit .....36
Tabel L.4.5	Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfit 0,4% (b/v).....37
Tabel L.4.6.	Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfit 1,33% (b/v).....38
Tabel L.4.7.	Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfit 1,52% (b/v).....39
Tabel L.5.1	Faktor fehling untuk gula invert .....43
Tabel L.5.2	Hasil faktor fehling untuk pengukuran gula reduksi (invert) awal sampel.....44
Tabel L.5.3	Hasil faktor fehling untuk pengukuran gula reduksi (invert) total sampel .....45

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Diagram Alir Penelitian .....30
Lampiran 2	Preparasi Larutan..... 31
Lampiran 3	Perhitungan Preparasi Larutan ..... 33
Lampiran 4	Data Hasil Penelitian.....35
Lampiran 5	Perhitungan Hasil Penelitian .....43



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 LATAR BELAKANG

Selama ini kebutuhan gula pasir nasional tidak dapat dipenuhi oleh kapasitas produksi pabrik gula nasional yang semakin menurun. Tahun 2009 kebutuhan konsumsi gula, terutama gula tebu nasional mencapai  $\pm 4,85$  juta ton. Pabrik gula di Indonesia yang mayoritas berada di pulau Jawa, diperkirakan hanya mampu memproduksi gula tebu mencapai 4,4 juta ton per musim giling (Nugroho, 2009). Karenanya pemerintah harus mengimpor gula pasir sebesar  $\pm 0,45$  juta ton.

Pemerintah melakukan langkah alternatif yaitu dengan mencanangkan program diversifikasi gula nasional yang berbasis gula *palmae* seperti gula kelapa (*brown sugar*). Program ini sangat strategis peranannya sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pemerintah dan masyarakat terhadap gula pasir (tebu) dan gula sintetis yang sebagian besar masih diimpor. Langkah ini diambil berdasarkan pada potensi Indonesia yang merupakan produsen kelapa ranking pertama di dunia (Tegar, 2010).

Bahan baku utama pembuatan gula kelapa adalah nira kelapa yang merupakan hasil dari penyadapan bunga pohon kelapa. Nira mengandung gula sehingga dapat dijadikan bahan utama untuk pembuatan gula kelapa yang lebih disukai karena mempunyai rasa yang khas dibanding gula tebu (Atjung, 1990). Gula adalah suatu istilah umum yang sering diartikan bagi setiap karbohidrat yang digunakan sebagai pemanis, tetapi dalam industri pangan biasanya digunakan untuk menyatakan sukrosa (Buckle, 1987). Sukrosa adalah gula utama yang digunakan dalam industri pangan dan sebagian besar didapat dari tebu. Kandungan sukrosa di dalam nira berkisar antara 12,3 – 17,4% (Child, 1974), yang menjadikannya dominan dibanding komponen kimia non air (gula pereduksi, protein dan abu) sehingga nira merupakan sumber gula yang potensial.

Gula kelapa dengan kualitas yang baik dapat dihasilkan jika nira sebagai bahan utama pembuatan gula mempunyai kualitas yang baik pula. Nira mudah sekali mengalami kerusakan karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kerusakan yang terjadi akibat

proses hidrolisis maupun fermentasi (Hamzah dan Hasbullah, 1997). Sukrosa dalam nira dihidrolisis oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba menjadi gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa, kemudian terfermentasi menjadi etanol dan lebih lanjut menjadi asam asetat (Goutara dan Wijandi, 1985). Secara kimiawi kualitas nira dipengaruhi oleh pH dan kadar gula pereduksi sedangkan secara fisik dapat ditentukan dari warna nira, aroma dan rasa. Nira dapat dikatakan berkualitas baik apabila kandungan sukrosanya lebih besar dari gula pereduksinya (glukosa dan fruktosa) karena apabila sebaliknya maka produknya (gula kelapa) menjadi lembek dan memiliki pH 6,0-7,0 karena pada kondisi ini fermentasi dapat terhambat (Sardjono,1988). Kerusakan nira akibat aktivitas mikroorganisme ditandai dengan rasa asam pada nira, berbuih putih dan berlendir (Goutara dan Wijandi, 1985)

Beberapa industri gula dan masyarakat petani, biasanya mengatasi masalah ini dengan menambahkan bahan pengawet yaitu natrium bisulfit. Natrium bisulfit dipilih dari pada pengawet lain seperti kulit manggis dan asam sorbat karena selain dapat menjaga kualitas nira kelapa juga dapat mencegah terjadinya pencoklatan non enzimatis (karamelisasi), natrium bisulfit bereaksi dengan gula pereduksi maupun senyawa antar aldehida dalam proses pengolahan nira menjadi gula, sehingga gula kelapa yang dihasilkan akan berwarna kuning kecoklatan yang lebih diminati pasar (Dante, 2008).

Hasil penyadapan nira kelapa menurut Yurhaningsih (1997) berkisar 2-3 liter per pohon sehingga penggunaan bisulfit sebagai bahan pengawet konsentrasinya tidak menentu. Natrium bisulfit bersifat karsinogenik sehingga jika berlebihan akan berdampak negatif bagi kesehatan dan menurunkan kualitas rasa dari gula kelapa. Masyarakat Desa Tlogo, Kecamatan Kanigoro, Kabupaten Blitar, Jawa Timur menggunakan natrium bisulfit sebesar  $\pm 4, 8, 10$  gram. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai kadar natrium bisulfit yang digunakan masyarakat dalam menjaga kualitas nira kelapa selama penyimpanan.

Penelitian ini membahas pengaruh konsentrasi natrium bisulfit dalam menjaga kualitas nira selama penyimpanan. Kualitas nira kelapa ditentukan dari nilai pH yang diasumsikan sebagai jumlah asam yang dihasilkan dari proses fermentasi, dan laju hidrolisis sukrosa dalam nira. Penentuan laju hidrolisis dalam nira

diamati dari sukrosa yang terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa secara polarimetri. Hal ini didasarkan pada struktur gula yang memiliki atom C kiral sehingga dapat memutar bidang polarisasi cahaya, sudut perputarannya ini terbaca sebagai derajat polarisasi,  $\alpha$ .

## **1.2 PERUMUSAN MASALAH**

Pokok permasalahan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap penghambatan proses fermentasi sukrosa dalam nira kelapa?
2. Bagaimanakah pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap laju hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa?

## **1.3 BATASAN MASALAH**

Pada penelitian ini, permasalahan hanya dibatasi pada :

1. Terjadinya proses fermentasi sukrosa pada nira kelapa diamati dengan perubahan pH hingga hari ke - 5, dan pH awal ditentukan saat pengamatan dimulai.
2. Laju hidrolisis sukrosa pada nira kelapa diamati selama 120 menit. Hidrolisis sudah berjalan pada proses penyadapan sehingga untuk memudahkan pengamatan, waktu 0 ditentukan saat pengamatan dimulai.
3. Pengukuran kadar gula pereduksi sampel dilakukan secara volumetri menggunakan metode Lane dan Eynon

## **1.4 TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah ;

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi natrium bisulfit, terhadap penghambatan proses fermentasi sukrosa dalam nira kelapa.
2. Menentukan laju hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa pada berbagai variasi konsentrasi natrium bisulfit.

## **1.5 MANFAAT PENELITIAN**

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi ilmiah mengenai peranan natrium bisulfit, pada berbagai variasi konsentrasi untuk menjaga kualitas nira kelapa, serta jumlah natrium bisulfit yang efektif dari penggunaan di masyarakat.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Nira Kelapa

Nira merupakan cairan bening yang terdapat di dalam mayang kelapa yang pucuknya belum membuka. Nira didapat dengan cara penyadapan atau penderesan. Nira kelapa yang digunakan untuk gula harus memiliki kualitas yang baik. Nira yang kurang baik mudah menjadi basi, aroma dan rasanya kecut, dan akan menghasilkan gula kelapa yang mudah lengket. Sedangkan nira kelapa yang berkualitas baik dan masih segar mempunyai rasa manis, berbau harum, tidak berwarna (bening), derajat keasaman (pH) berkisar 6-7, dan kandungan gula pereduksinya relatif rendah. (Soetanto, 1998).

Nira mempunyai kandungan beberapa komponen seperti tercantum pada Tabel 2.1 (Child, 1974). Sedangkan Gautara dan Wijandi (1972) menyatakan bahwa nira kelapa segar mengandung gula sukrosa sebanyak 14 -15%.

Table 2.1. Kandungan beberapa zat dalam nira kelapa

No.	Zat	Kadar
1	Air	75 – 90%
2	Sukrosa	12,3 – 17, 4%
3	Gula pereduksi	0,5 – 1%
4	Protein	0,23 – 3,2%
5	Abu	0,11 – 0,41%

Gula Kelapa merupakan hasil olahan dari nira kelapa dengan nama ilmiah adalah *cocos nucifera*. Dalam perdagangan, gula kelapa dikenal dengan berbagai nama misalnya gula merah, gula nira, dan gula jawa. Masyarakat, khususnya masyarakat Jawa masih banyak yang menggunakan gula kelapa sebagai bahan untuk bumbu masak karena memiliki aroma dan rasa khas karamel palma. Gula kelapa juga digunakan untuk beberapa keperluan, misalnya pemanis minuman, bahan pembuatan dodol; kecap; kue-kue, dan penyedap makanan (Soetanto, 1998).

Kandungan sukrosa nira kelapa pada pembuatan gula kelapa merupakan faktor penting. Pemanasan pada suhu tinggi dan pH nira rendah pada pemasakan nira kelapa akan menyebabkan sukrosa terhidrolisis menjadi gula pereduksi. Semakin banyak gula pereduksi yang terbentuk maka gula yang dihasilkan bersifat higroskopis (Suwardjono, 2001). Sedangkan pemanasan nira jika mencapai titik leleh gula pereduksinya akan menyebabkan terjadinya reaksi karamelisasi dengan ditandai timbulnya warna coklat (Nurlela, 2002).

## 2.2 Fermentasi Dalam Nira Kelapa

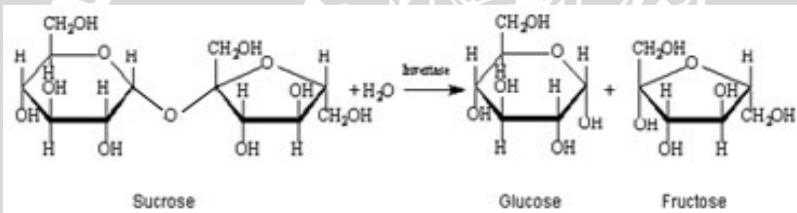
Nira yang baru menetes dari tongkol bunga kelapa mempunyai pH netral atau 7, tetapi karena kondisi lingkungan, maka cairan nira mudah mengalami kontaminasi oleh mikroba di sekitarnya, sehingga terjadi penurunan pH (Frazier, 1979).

Fermentasi adalah proses kimia yang berlangsung karena adanya proses metabolisme mikroorganisme yang menghasilkan senyawa-senyawa seperti etanol, butanol, gliserol dan asam asetat atau asam sitrat. Terjadinya proses fermentasi pada sukrosa dalam nira kelapa disebabkan oleh aktivitas enzim invertase yang dihasilkan oleh mikroba yang mengkontaminasi (Hamzah dan Hasbullah, 1997). Mikroba tersebut antara lain *Saccharomyces cerevisiae* (Goutara dan Wijandi 1985). Mekanisme reaksi sukrosa yang dihidrolisis oleh mikroba menjadi gula sederhana, seperti glukosa dan fruktosa, kemudian dilanjutkan fermentasi menjadi etanol dan lebih lanjut menjadi asam asetat, diberikan pada persamaan 2.1 hingga 2.3 (Goutara dan Wijandi, 1985).



### 2.3 Penentuan Laju Hidrolisis Secara Polarimetri

Hidrolisis adalah suatu reaksi kimia yang menggunakan air sebagai pemecah suatu persenyawaan termasuk inversi gula. Sukrosa adalah suatu disakarida di dalam nira kelapa yang mengalami hidrolisis atau juga disebut inversi sukrosa, dimana reaksi ini melibatkan air dan enzim invertase yang menghasilkan monosakaridanya yaitu glukosa dan fruktosa. Enzim invertase dihasilkan oleh *Saccharomyces cereviceae* yang secara alami terdapat dalam nira kelapa dan kinerja enzim dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang meliputi pH, temperatur, waktu inkubasi dan konsentrasi substrat (sukrosa). Berbeda dengan kebanyakan enzim, invertase memiliki kisaran wilayah pH yang cukup besar yaitu pH 3,5-5,5, dengan pH optimum 4,5 (Wang, 2004). Aktivitas enzim invertase optimum pada suhu sekitar 30°C (Hasanah *dkk.*, 2010). Reaksi hidrolisis sukrosa ditunjukkan pada persamaan 2.4.



(2.4)

Berdasarkan persamaan 2.4, laju reaksi inversi sukrosa dalam nira hanya bergantung pada konsentrasi sukrosa, karena konsentrasi air yang berlebih dan selama reaksi berlangsung konsentrasi air hampir tidak berubah. Reaksi tersebut tergolong dalam reaksi *pseudo orde 1*, sehingga laju reaksi sesuai persamaan 2.5 (Ari, 2005):

$$v = - \frac{d[C_{12}H_{22}O_{11}]}{dt} = k [C_{12}H_{22}O_{11}] \quad (2.5)$$

Sukrosa tidak mengalami pemecahan dalam suasana alkalis, namun dalam suasana asam akan terjadi penguraian (hidrolisis) menjadi satuan-satuan penyusunnya. Sukrosa yang mengalami hidrolisis menghasilkan D – glukosa dan D – fruktosa. Sukrosa memutar bidang polarisasi ke kanan (+), sedangkan hasil hidrolisis

berupa campuran senyawa yang memutar bidang polarisasi ke kiri (-) (Risvank, 2008). Sehubungan dengan penguraian sukrosa menjadi satuan-satuan penyusunnya, maka akan mempengaruhi sifat optis aktifnya. Pemutaran spesifik cahaya terpolarisasi sukrosa adalah  $66,5^\circ$  dan bila terjadi penguraian maka putaran optis menurun, yang semula positif berubah menjadi negatif setelah mencapai hidrolisis sempurna. Hal ini disebabkan sifat optis aktif dari glukosa adalah memutar ke kanan ( $+52,2^\circ$ ) sedang sifat optis aktif fruktosa memutar memutar ke kiri ( $-93^\circ$ ). Hasil hidrolisis berupa campuran glukosa dan fruktosa disebut gula invert dengan putaran spesifik cahaya terpolarisasi  $-24^\circ$ , perubahan yang terjadi disebut proses inversi (Sudarmadji, 1989).

Berbagai struktur tidak simetris mampu memutar bidang polarisasi radiasi yang dikenal sebagai sifat optis aktif. Pemutaran dapat berupa *dextro-rotary* (+) bila arahnya sesuai dengan arah putar jarum jam ataupun *leavo-rotary* (-) bila arahnya berlawanan dengan arah putar jarum jam. Derajat perputaran cahaya terpolarisasi bergantung pada berbagai parameter seperti jumlah molekul pada lintasan radiasi, konsentrasi, panjangnya pipa polarimeter, panjang gelombang radiasi dan temperatur (Khopkar, 2003).

Menurut Solomon dan Fryle (2004), perputaran optis aktif ini diakibatkan adanya molekul kiral dalam senyawa. Besar sudut putar bidang polarisasi saat cahaya melewati sebuah larutan senyawa optis aktif bergantung dari jumlah molekul kiral yang dilewati cahaya tersebut. Sifat optis aktif dari molekul kiral tersebut merupakan hasil dari fakta bahwa, jika dua cahaya *counterrotating circularly* yang terpolarisasi melewati medium kiral akan memiliki kecepatan rambat yang berbeda. Besar dan arah perputaran sudut polarisasi suatu senyawa dapat diukur menggunakan alat polarimeter.

#### 2.4. Laju Reaksi

Laju reaksi didefinisikan sebagai kecepatan perubahan konsentrasi reaktan maupun produk tiap satuan waktu. Kecepatan reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi berpangkatkan bilangan order (Mulyono, 2008). Contohnya, reaksi dengan hukum laju dalam persamaan 2.6.

$$v = k[A][B] \quad (2.6)$$

Reaksi 2.6 merupakan orde pertama dalam A dan orde pertama dalam B. Sedangkan orde keseluruhan hukum laju dalam persamaan (2.6) adalah orde kedua (Atkins, 1978).

Persamaan yang digunakan dalam metode diferensial adalah pada persamaan 2.7(Metz, 1988):

$$-\frac{d[A]}{dt} = kA_i^n \quad (2.7)$$

dimana :  $-\frac{d[A]}{dt}$  = laju berkurangnya konsentrasi A

n = orde reaksi

k = konstanta laju

Persamaan laju reaksi berorde satu

$$-\frac{d(A)}{dt} = k(A) \quad (2.8)$$

dapat diintegrasikan setelah ditulis dalam bentuk

$$-\frac{d(A)}{(A)} = k dt \quad (2.9)$$

Bila konsentrasi dari A adalah  $(A)_0$  pada saat  $t_0$  dan  $(A)_1$  pada saat  $t_1$ , maka

$$-\int_{(A)_0}^{(A)_1} \frac{d(A)}{(A)} = k \int_{t_0}^{t_1} dt \quad (2.10)$$

$$-\ln \frac{(A)_1}{(A)_0} = k(t_1 - t_0) \quad (2.11)$$

Bentuk persamaan yang sangat besar kegunaannya diperoleh bila  $t_0$  diambil sama dengan nol, dan konsentrasi awal dinyatakan sebagai  $(A)_o$ .

$$\ln \frac{(A)_o}{(A)} = kt \quad (2.12)$$

atau

$$\ln(A) = \ln(A)_o - kt \quad (2.13)$$

Bentuk persamaan 2.13, menunjukkan bahwa tetapan laju k dapat dihitung dari grafik  $\ln(A)$  terhadap t, dengan k sebagai lerengnya (Alberty and Farrington, 1987).

Persamaan 2.13 bisa disesuaikan pada reaksi hidrolisis sukrosa yang diamati dengan mengukur harga  $\alpha$  menggunakan polarimeter, sehingga didapat persamaan (Mattews, 1985) :

$$\ln(\alpha_t - \alpha_\infty) = \ln(\alpha_o - \alpha_\infty) - kt \quad (2.14)$$

dimana,  $\alpha_0$  = sudut putar bidang polarisasi awal  
 $\alpha_t$  = sudut putar bidang polarisasi pada waktu t  
 $\alpha_{\infty}$  = sudut putar bidang polarisasi pada saat semua  
sukrosa sudah terhidrolisis

## 2.5 Zat Pengawet Natrium Bisulfit

Zat pengawet anorganik yang masih sering dipakai adalah sulfat, nitrat dan nitrit. Sulfat digunakan dalam bentuk gas  $\text{SO}_2$ , garam Na dan K untuk sulfat, bisulfat dan metabisulfat. Natrium bisulfat merupakan bahan pengawet yang sering digunakan oleh pengrajin gula kelapa untuk mengawetkan nira. Menurut Rahman (2008) senyawa sulfat efektif digunakan sebagai pengawet karena bersifat tidak mudah terdisosiasi pada kondisi asam. Senyawa sulfat mudah menembus dinding sel mikroba. Bisulfat akan bereaksi dengan asetaldehid membentuk senyawa yang tak dapat difermentasi oleh enzim mikroba. Bisulfat akan mereduksi ikatan disulfida enzim dan membentuk hidrosulfonat yang menghambat mekanisme pernafasan mikroba (Cahyadi, 2006) dalam (Lubis, 2008).

Adanya natrium bisulfat sebagai pengawet diduga dapat mempertahankan pH nira. Kondisi pH nira kelapa yang rendah tidak menguntungkan terhadap keberadaan sukrosa yang merupakan komponen utama nira kelapa. Untuk membuat gula kelapa yang bermutu baik, harus dicegah terjadinya hidrolisis sukrosa menjadi gula pereduksi. Nira kelapa yang banyak mengandung gula pereduksi bila digunakan untuk menjadi gula kelapa akan menghasilkan gula kelapa yang lembek, masalah ini disebabkan karena gula pereduksi bersifat higroskopis (Suwardjono, 2001).

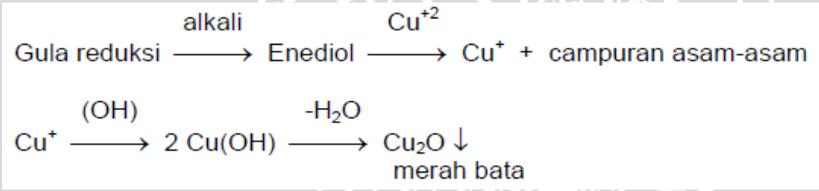
Kadar gula pereduksi juga dapat dipengaruhi oleh tingkat keasaman nira. Makin rendah pH maka kadar gula pereduksinya akan semakin tinggi. Penggunaan bahan pengawet bisulfat akan mengurangi laju hidrolisis sukrosa menjadi gula pereduksi (Suwardjono, 2001) serta menekan laju penurunan pH (Fitry Filianty, 2006), karenanya kemungkinan fermentasi dapat ditekan.

## 2.6 Analisis Gula

Gula pereduksi ialah gula yang mempunyai gugus aldehida atau keton bebas yang dalam suasana basa dapat mereduksi logam-logam, sedangkan gula akan teroksidasi menjadi asam-asam (asam

aldonat, asam ketonat atau asam uronat). Gula yang terdapat di dalam nira, sirup atau tetes tebu terutama terdiri dari sukrosa (terbesar), glukosa dan fruktosa. Perbandingan glukosa dan fruktosa sekitar 1 : 1; jumlahnya disebut gula pereduksi. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kadar gula pereduksi dalam nira, sirup dan tetes tebu ialah metode Lane & Eynon (Risvank, 2008).

Menurut Risvank (2008), gula pereduksi dapat mereduksi larutan Fehling menjadi tembaga oksida yang mengendap berwarna merah bata (ion kupri tereduksi menjadi ion kupro). Larutan Fehling A mengandung ion kupri ( $\text{CuSO}_4$ ), sedangkan larutan Fehling B mengandung campuran alkali ( $\text{NaOH}$  dan  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ). Gula pereduksi dengan alkali (Fehling B) akan membentuk enediol, kemudian enediol ini dengan ion kupri (Fehling A) akan membentuk ion kupro dan campuran asam-asam. Selanjutnya ion kupro dalam suasana basa akan membentuk kurpo hidroksida yang dalam keadaan panas mendidih akan mengendap menjadi endapan kupro oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) yang berwarna merah bata. . Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada persamaan 2.15.



(2.15)

Metode Lane & Eynon disebut juga metode pereduksi ganda karena sesudah dilakukan pengukuran gula pereduksi awal, kemudian sukrosa dalam larutan gula akan dihidrolisis semua menjadi gula pereduksi dengan bantuan katalis asam sebagai gula pereduksi total. Perbandingan antara glukosa dan fruktosa yang sama (1:1) mempermudah perhitungan sebagai jumlah gula invert (TSAI, *total sugar as invert*), TSAI didefinisikan sebagai jumlah semua gula yang ada di dalam suatu larutan yang dihitung sebagai gula pereduksi setelah larutan tersebut di-inversi dengan asam (Risvank, 2008).

## 2.7 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kajian teori di atas maka dapat ditarik hipotesis pada penelitian ini yaitu:

1. Natrium bisulfit dapat menghambat proses fermentasi berdasarkan perbedaan penurunan nilai pH pada nira kelapa selama penyimpanan.
2. Penggunaan natrium bisulfit dapat menurunkan laju hidrolisis sukrosa pada nira kelapa.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian 3 bulan.

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

##### **3.2.1 Bahan Kimia**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium bisulfit ( $\text{NaHSO}_3$ ) teknis, kapur gamping, asam klorida 37 % p.a (HCl), natrium hidroksida (NaOH) p.a, larutan Fehling, polialumunium klorida (PAC) teknis, EDTA, *metilen blue*, dan aquades

##### **3.2.2 Bahan Penelitian**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira kelapa yang didapat dari Desa Tlogo, Kecamatan Kanigoro, Kabupaten Blitar, Jawa Timur.

##### **3.2.3 Alat Penelitian**

Alat penelitian yang digunakan dalam percobaan ini antara lain seperangkat alat gelas, neraca analitik merk Mettler, kertas pH universal, buret, stopwatch, setrifuge, penangas listrik, termometer dan polarimeter merk Bellingham Stanley.

#### **3.3 Rancangan Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan empat sampel dengan perlakuan variasi penambahan bisulfit dengan rincian sebagai berikut:

- Nira + kapur sebagai sampel kontrol
- Nira + kapur + 4 g bisulfit
- Nira + kapur + 8 g bisulfit
- Nira + kapur + 10 g bisulfit

Selanjutnya terhadap sampel dilakukan uji yang terdiri atas 2 parameter, yaitu kualitas nira dan laju hidrolisis sukrosa. Kualitas nira dikaji berdasarkan perubahan pH selama penyimpanan hingga 5 hari dan kadar gula dalam nira. Adapun laju hidrolisis sukrosa

dilakukan secara polarimetri dengan variabel waktu reaksi tiap 10 menit sekali selama 120 menit.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sampel
2. Uji kualitas nira
  - Pengukuran pH sampel nira
  - Pengukuran kadar gula pereduksi sampel nira
3. Pengukuran derajat polarisasi sampel nira
4. Analisa hasil dan analisa data

### **3.5 Tahapan Kerja**

#### **3.5.1 Persiapan sampel**

Tempat penampung nira hasil sadapan terlebih dahulu disiapkan sebanyak 4 buah, kemudian masing-masing dimasukkan 4,5g kapur. Satu sampel tidak ditambahkan natrium bisulfit sebagai kontrol. Sampel yang ditambahkan natrium bisulfit berturut-turut dengan masa 4, 8, dan 10 g. Penampung dipasang pada bunga mayang untuk dilakukan proses penyadapan nira. Nira mulai disadap sore hari (jam 17.00 - 18.00) dan diambil pada pagi hari (jam 06.00). Nira yang tertampung disaring, diukur volumenya dan dimasukkan ke dalam botol, kemudian disimpan dalam wadah yang diisi es atau *freezer*.

#### **3.5.2 Uji kualitas nira**

##### **3.5.2.1 Pengukuran pH sampel nira**

Sampel nira dengan berbagai penambahan natrium bisulfit diambil 5 mL dan dimasukkan dalam botol film serta diukur harga pH menggunakan kertas pH universal. Botol film yang berisi sampel ditutup kemudian disimpan pada suhu kamar untuk dilakukan kembali pengukuran nilai pH setiap hari hingga lama penyimpanan 5 hari

### **3.5.2.2 Pengukuran kadar gula pereduksi sampel nira secara volumetri dengan metode Lane dan Eynon**

#### **a. Penentuan gula pereduksi awal**

Kadar gula pereduksi ditentukan secara volumetri dengan larutan titran adalah nira yang telah diencerkan. Larutan titran terlebih dahulu disiapkan dari 10 mL nira hasil sadapan kemudian diencerkan dalam labu ukur 100mL dengan ditambah aquades hingga tanda batas. Larutan ini kemudian ditempatkan ke dalam buret dengan volume 30 mL, sedangkan larutan yang dititrasi adalah larutan Fehling AB.

Larutan yang akan dititrasi adalah larutan fehling AB sebanyak 10 mL yang berasal dari campuran masing-masing 5 mL fehling A dan 5 mL fehling B dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, ditambahkan beberapa butir batu didih dan batang pengaduk magnetik. Kemudian Erlenmeyer diletakkan di atas pengaduk magnet yang dilengkapi sistem pemanas. Larutan dipanaskan dan dibiarkan mendidih selama 1 menit kemudian ditambahkan 5 tetes metilen biru, sambil ditambahkan tetes demi tetes larutan titran dari buret hingga warna biru dari larutan titrat berubah menjadi warna merah bata. Selanjutnya volume larutan titran yang terpakai dicatat.

#### **b. Penentuan gula pereduksi total**

Sisa titran pada penentuan gula reduksi awal sengaja dihidrolisis total dengan cara diambil sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL. Kemudian ditambah 10 mL HCl 6,3 M dan 25 mL akuades serta dipanaskan pada suhu 70 °C selama 20 menit. Selanjutnya, larutan dinetralkan dengan NaOH 6,3 M dan diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan aquades hingga tanda batas. Larutan ini diisikan ke dalam buret sebagai larutan titran. Larutan titran yang telah disiapkan kemudian digunakan untuk titrasi larutan Fehling AB seperti halnya pada penentuan gula pereduksi awal (percobaan 3.5.2.2.a). Hasil dari perhitungan kadar gula pereduksi awal dan kadar gula pereduksi total akan didapatkan kadar sukrosa melalui perhitungan seperti pada lampiran (L.5.2)

### 3.5.3. Pengukuran derajat polarisasi pada sampel nira

Keempat larutan sampel nira masing-masing diambil sebanyak 50 mL dan dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berbeda, kemudian pada tiap sampel nira ditambah 0,6 g PAC dan 2 mL NaOH 1 M. Penjernihan sampel dilakukan dengan mensentrifuge campuran selama 15 menit dengan kecepatan 300 rpm. Selanjutnya endapan dari sampel didekantasi dalam tabung sentrifuga, supernatan yang jernih dimasukkan ke dalam beaker gelas untuk diamati menggunakan polarimeter.

Sebelum dilakukan pengukuran derajat polarisasi ( $\alpha$ ) sampel nira, terlebih dahulu dilakukan pengukuran harga  $\alpha$  akuades sebagai blanko. Kemudian pengamatan dilanjutkan untuk larutan sampel nira yang telah dijernihkan. Waktu awal pengamatan harga  $\alpha$  sampel dilakukan saat pengamatan dimulai, masing-masing sampel diamati setiap 10 menit sekali selama 120 menit secara bergantian. Data tiap pengamatan dicatat sebagai  $\alpha_t$  terhadap fungsi waktu yaitu perubahan  $\alpha$  pada tiap waktu ( $t$ ). Setelah pengukuran selama 120 menit, sisa sampel nira dihidrolisis dengan dipanaskan pada suhu  $70^\circ\text{C}$  selama 20 menit. Selanjutnya harga  $\alpha$  sampel diukur kembali menggunakan polarimeter dan dinyatakan sebagai data  $\alpha_\infty$ .

### 3.5.4. Analisa Data

Data yang diperoleh dari pengukuran pH dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui hubungan penambahan variasi konsentrasi bisulfit dengan tingkat keasaman nira juga hubungannya dengan kinetika reaksi hidrolisis sukrosa. Sedangkan data dari pengukuran perputaran bidang polarisasi berupa nilai  $\alpha$  dianalisis untuk menentukan kinetika reaksi hidrolisis menggunakan metode grafik.

Data laju hidrolisis sukrosa dilakukan dengan menginterpretasikan data yang diperoleh terhadap persamaan hukum laju reaksi orde pertama:

$$\ln [C]_t = \ln [C]_0 - kt$$

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji pengaruh konsentrasi natrium bisulfit yang digunakan masyarakat untuk menghambat fermentasi dan laju hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa. Pengaruh konsentrasi bisulfit dalam nira didasarkan pada penentuan harga pH nira, laju hidrolisis sukrosa, kadar gula pereduksi, dan kadar sukrosa dalam nira.

### 4.1. Analisa Nira

Nira disadap pada waktu sore hari (dimulai jam 17.00-18.00) dari pohon kelapa hingga pagi hari (jam 06.00) dan ditampung dalam wadah penampung yang telah berisi air kapur dengan jumlah yang sama, tetapi penambahan natrium bisulfit bervariasi. Selanjutnya volume nira sadapan diukur, dimasukkan dalam botol dan disimpan pada suhu dingin.

Tabel 4.1. Hasil sadapan nira kelapa dengan variasi konsentrasi natrium bisulfit

No	Massa Kapur (g)	Massa Na-bisulfit (g)	Volume nira (mL)	Konsentrasi bisulfit (% b/v)
1	4,5	0	1070	0,00
2	4,5	4	1000	0,40
3	4,5	8	600	1,33
4	4,5	10	660	1,52

Hasil sadapan nira secara fisik berbau harum (khas nira), rasanya manis, memiliki volume akhir berbeda-beda yaitu dengan kisaran 600 hingga 1070 mL, sehingga konsentrasi garam bisulfit yang ditambahkan memiliki variasi 0 – 1,52% b/v. Demikian pula halnya dengan kapur yang ditambahkan menjadi bervariasi antara 0,42 – 0,75% b/v. Kemungkinan dengan variasi kapur yang

ditambahkan akan menyebabkan nilai pH nira berbeda. Karenanya pada penelitian ini dilakukan pengukuran pH nira.

#### 4.2. pH dan Kadar Gula Pereduksi

Nira kelapa yang baik memiliki kriteria rasa manis, berbau harum, tidak berwarna, derajat keasaman (pH) berkisar 6-7 agar produk (gula kelapa) yang dihasilkan tidak terasa masam, dan kandungan gula pereduksinya relatif rendah agar gula kelapa yang dihasilkan tidak lembek karena gula pereduksi bersifat higroskopis (Trisnamurti *dkk.*, 1999). Salah satu cara mempertahankan kualitas nira adalah dengan menambahkan zat pengawet seperti halnya natrium bisulfit.

Pada penelitian ini digunakan pH karena diasumsikan sebagai salah satu parameter ukur dari asam asetat yang dihasilkan pada proses fermentasi sukrosa oleh mikroba dalam nira kelapa dan diukur secara kualitatif menggunakan kertas pH universal. Pengukuran pH dilakukan saat penyadapan nira telah selesai dan dinyatakan sebagai pH awal nira kelapa. Hasil pengukuran pH awal nira kelapa diberikan pada Tabel 4.2.

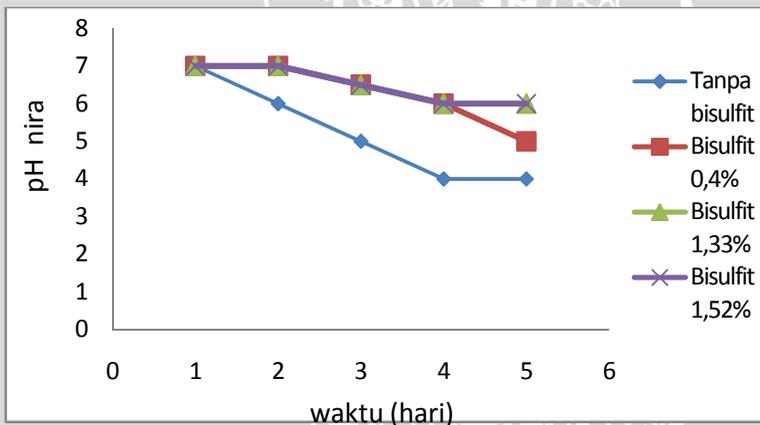
Tabel 4.2 pH awal nira pada variasi konsentrasi natrium bisulfit

No Sampel	Konsentrasi Natrium bisulfit (% b/v)	pH awal nira
1	0,00	7
2	0,40	7
3	1,33	7
4	1,52	7

Harga pH awal nira pada berbagai konsentrasi natrium bisulfit dan penambahan kapur adalah sama yaitu 7. Kemungkinan hal ini disebabkan air kapur yang ditambahkan ke dalam nira telah membentuk sistem buffer yang mampu mempertahankan pH nira kelapa. Sistem buffer dalam nira terbentuk dari campuran kalsium

hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang terlarut dengan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  yang terkandung dalam kapur. System buffer juga kemungkinan terbentuk karena adanya gas  $\text{CO}_2$  terlarut (Clara, 2008) baik yang secara alami berada dalam nira maupun sebagai produk metabolisme mikroba. Adanya gas  $\text{CO}_2$  memungkinkan dalam nira terbentuk asam lemah ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dan garamnya ( $\text{CaCO}_3$ ).

Kapasitas buffer untuk mempertahankan nilai pH dapat dipengaruhi oleh konsentrasi asam/basa ataupun asam/basa konjugat (Vogel,1979). Dalam nira, komponen yang memungkinkan mempengaruhi kapasitas buffer adalah adanya asam lemah dan garamnya, dapat terbentuk sebagai produk antara fermentasi gula oleh mikroorganisme *Saccharomyces cereviceae*. Jenis mikroorganisme ini secara alami terdapat dalam nira kelapa (Goutara dan Wijandi 1985). Pengaruh penambahan natrium bisulfit terhadap perubahan pH diamati hingga penyimpanan nira selama 5 hari. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk kurva pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap pH selama penyimpanan

Berdasarkan Gambar 4.1 tampak bahwa tanpa dan dengan adanya natrium bisulfit harga pH cenderung menurun, namun penurunan pH tanpa natrium bisulfit adalah lebih besar. Diduga hal ini berkaitan dengan aktivitas mikroba yang lebih tinggi sehingga baik produk antara asam organik maupun produk gas  $\text{CO}_2$  juga semakin banyak sehingga sistem buffer tak mampu mempertahankan



digunakan sebagai parameter pendukung. Pengamatan hasil pengukuran diberikan dalam Tabel 4.3.

Kadar sukrosa merupakan kadar sukrosa awal, yaitu ditentukan pada saat pengamatan dimulai. Kadar sukrosa awal untuk berbagai konsentrasi bisulfit menunjukkan kadar yang berbeda-beda karena nira berasal dari sumber pohon kelapa yang berbeda. Bila dibandingkan perubahan pH (Gambar 4.1) dengan kadar gula pereduksi (Tabel 4.3) terlihat bahwa tanpa penambahan natrium bisulfit pH nira kelapa menurun tajam. Kadar gula pereduksi yang paling tinggi dibandingkan dengan nira kelapa yang ditambahkan natrium bisulfit juga menjadi penyebab pH menurun tajam. Semakin tinggi kadar gula pereduksi maka fermentasi juga semakin mudah terjadi sehingga pembentukan asam juga semakin cepat dan pH semakin turun.

Tabel 4.3 Pengaruh konsentrasi natrium bisulfit terhadap kadar sukrosa dan gula reduksi awal pada nira kelapa

No	Konsentrasi natrium bisulfit (% b/v)	Sukrosa (% b/v)	Kadar gula pereduksi (% b/v)
1	0	8,28	5,56
2	0,4	11,89	4,65
3	1,33	16,68	4,34
4	1,52	14,56	3,56

Pada penambahan natrium bisulfit dengan kadar berbeda, kadar gula pereduksi semakin kecil, sehingga kemungkinan terjadinya fermentasi lebih lambat dan penurunan pH hingga hari ke-5 semakin kecil. Perubahan pH hingga hari ke-4 memiliki kecenderungan sama yaitu menurun dan konstan antara hari ke-4 hingga ke-5 kecuali untuk penambahan natrium bisulfit pada 0,4% pH semakin turun. Kemungkinan hal ini disebabkan kadar gula pereduksi lebih tinggi dan konsentrasi natrium bisulfitnya lebih kecil, sehingga jumlah bisulfit belum mampu mengatasi aktivitas fermentasi mikroba.

Saat penambahan natrium bisulfit 1,33% dan 1,52%, tampak bahwa meskipun kadar gula pereduksi lebih rendah serta penambahan natrium bisulfit lebih tinggi namun terjadi penurunan pH yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan natrium bisulfit lebih besar dari 1,33% tidak lagi memberikan peran lebih terhadap penghambatan aktivitas mikroba. Dengan kata lain, penambahan bisulfit kemungkinan hanya efektif hingga 1,33%, meski belum diketahui secara tepat jumlah sesungguhnya.

Kemungkinan menurunnya nilai pH juga dapat dipengaruhi oleh kadar sukrosa. Tanpa adanya natrium bisulfit, jika kadar sukrosa lebih tinggi maka akan menyebabkan semakin cepatnya laju hidrolisis membentuk gula pereduksi (glukosa dan fruktosa). Sebagai akibatnya mendorong semakin cepatnya laju fermentasi dan menyebabkan pH menurun lebih cepat. Berdasarkan Tabel 4.3, prediksi kadar sukrosa serta hubungannya dengan perubahan pH belum dapat dianalisis karena adanya penambahan bisulfit. Kemungkinan terjadinya reaksi hidrolisis dalam nira dapat disebabkan oleh adanya enzim invertase yang dihasilkan *Saccharomyces cereviceae*. Enzim ini akan mengkatalisis reaksi pemutusan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Hasanah dkk., 2010).

#### **4.3 Laju Hidrolisis Sukrosa**

Laju hidrolisis sukrosa yang semakin meningkat menunjukkan bahwa kadar gula pereduksinya semakin cepat terbentuk. Apabila kadar gula pereduksi semakin tinggi maka fermentasi juga akan semakin tinggi sehingga akan membuat pH nira kelapa semakin rendah, akibatnya kualitas nira juga akan semakin menurun bahkan tidak layak lagi untuk diproses menjadi gula kelapa.

Reaksi hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa terjadi antara sukrosa dan air dengan katalis enzim invertase yang dihasilkan oleh mikroorganisme dari alam. Kandungan air yang berlebih membuat reaksi hidrolisis hanya dipengaruhi oleh konsentrasi sukrosa, karena selama reaksi berlangsung perubahan kandungan air tidak signifikan sehingga reaksi ini merupakan *pseudo orde-1* (Ari, 2005).

Reaksi hidrolisis sukrosa menjadi gula pereduksi (glukosa dan fruktosa) diamati berdasarkan perubahan derajat polarisasi ( $\alpha$ ), karena masing-masing jenis gula memiliki kemampuan memutar

bidang polarisasi yang berbeda. Sifat optis aktif dari glukosa adalah memutar ke kanan (+52,2°) sedang fruktosa memutar memutar ke kiri (-93°), sehingga putaran spesifik cahaya terpolarisasi -24° (Sudarmadji, 1989).

Waktu pengamatan reaksi hidrolisis dilakukan selama 120 menit dan diukur perubahan  $\alpha$  setiap 10 menit sebagai  $\alpha_{t_0}$ ,  $\alpha_{t_{10}}$ ,  $\alpha_{t_{20}}$  hingga  $\alpha_{t_{120}}$ . Waktu awal terjadinya reaksi hidrolisis dikatakan sebagai  $t_0$ , namun hidrolisis sukrosa dalam nira kelapa berjalan pada saat proses penyadapan sehingga  $t_0$  sulit untuk diamati, maka  $t_0$  diamati pada saat pengamatan dimulai di laboratorium. Waktu tak hingga ( $t_{\infty}$ ) dilakukan saat sukrosa sudah terhidrolisis dimana  $t_{\infty}$  dipercepat pengamatannya melalui pemanasan dan penambahan katalis asam sehingga sukrosa terhidrolisis sempurna dalam waktu singkat. Diasumsikan dengan cara ini reaksi hidrolisis telah berlangsung sempurna sehingga semua sukrosa telah menjadi glukosa dan fruktosa.

Nilai  $\alpha$  yang diperoleh kemudian dibuat kurva  $\ln(\alpha_t - \alpha_{\infty})$  terhadap waktu berlangsungnya hidrolisis yaitu saat mulai dilakukan penyadapan, meskipun awal pengamatan dimulai saat di laboratorium, hasil pengukuran diberikan pada Lampiran 4.

Kurva hasil pengamatan hidrolisis sukrosa pada berbagai penambahan natrium bisulfid kemudian dianalisis lebih lanjut untuk memperoleh laju hidrolisis. Secara lengkap kurva hasil pengamatan hidrolisis sukrosa diberikan pada Gambar L.4.1 hingga Gambar L.4.4. Hasil penentuan laju kemudian dibuat sebagai persamaan dan dirangkum dalam Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil penentuan konstanta laju hidrolisis

Kadar Natrium Bisulfid (% b/v)	Persamaan	r	k (menit <sup>-1</sup> )	t <sub>1/2</sub> (menit)
0,00	y = -0,012x + 4,48	0,996	0,012	57,76
0,40	y = -0,011x + 4,46	0,998	0,011	63,01
1,33	y = -0,012x + 4,37	0,995	0,012	57,76
1,52	y = -0,012x + 4,55	0,982	0,012	57,76

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.4 pemberian natrium bisulfit tidak memberikan pengaruh nyata terhadap laju hidrolisis sukrosa, hal ini dapat dilihat dari persamaan dan harga k yang diperoleh. Harga k merupakan besaran konstanta laju hidrolisis, maka bila harga k hampir sama berarti laju hidrolisis relatif sama, kemungkinan penambahan natrium bisulfit tidak terlalu berpengaruh terhadap terjadinya hidrolisis sukrosa. Meskipun demikian, laju hidrolisis dengan penambahan natrium bisulfit 0,4% sedikit lebih lambat dibandingkan kondisi lainnya. Adapun nilai  $t_{1/2}$  merupakan waktu paruh yang memberikan informasi saat kadar sukrosa mencapai setengahnya dari konsentrasi semula. Hasil pada Tabel 4.4 memperlihatkan waktu paruh untuk nira dengan penambahan natrium bisulfit 0,4% memiliki selisih 5,25 menit dari waktu paruh nira kelapa tanpa dan dengan natrium bisulfit lainnya. Selisih waktu yang singkat ini menunjukkan bahwa kemungkinan dalam waktu sehari (24 jam) jumlah sukrosa di nira sebagian besar akan terhidrolisis.

Berdasarkan hasil ini masih belum dapat disimpulkan apakah adanya natrium bisulfit tidak berpengaruh karena laju hidrolisis juga dipengaruhi oleh konsentrasi sukrosa. Data analisis sukrosa pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa keempat nira yang digunakan memiliki kadar sukrosa berbeda, sehingga diduga akan terdapat perbedaan pada laju awal berlangsungnya hidrolisis karena biokatalis enzim invertase lebih berperan dalam memulai reaksi hidrolisis.

Sebagai pendukung, analisis data juga dilakukan untuk penentuan laju awal dengan hasil diberikan pada Tabel 4.5. Grafik yang digunakan untuk penentuan laju awal dicantumkan pada Gambar L.4.5.

Tabel 4.5 Hasil penentuan laju awal hidrolisis sukrosa dalam nira

Kadar Natrium Bisulfit (% b/v)	Persamaan	Laju awal (konsentrasi/ menit)
0,00	$y = -0,775x + 12,9$	0,775
0,40	$y = -0,68x + 9,4$	0,680
1,33	$y = -0,59x + 8,28$	0,590
1,52	$y = -0,54x + 11,61$	0,540

Berdasarkan laju awal terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi natrium bisulfit memberikan laju awal yang semakin kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa kemungkinan peranan bisulfit adalah menghambat aktivitas enzim invertase sebagai suatu biokatalis. Peranan suatu katalis adalah mempercepat laju reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, sehingga cenderung berperan di awal reaksi. Namun dugaan ini masih perlu kajian lebih lanjut terutama untuk mengetahui peranan natrium bisulfit terhadap energi aktivasi pada reaksi hidrolisis.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan :

1. Penggunaan natrium bisulfit dapat menghambat proses fermentasi sukrosa pada nira kelapa hingga hari ke 5. Peningkatan konsentrasi natrium bisulfit dari 1,33% (b/v) menjadi 1,52% (b/v) tidak memberikan perubahan yang nyata karena memiliki pola penurunan pH yang sama.
2. Penambahan natrium bisulfit lebih berperan terhadap perubahan laju awal hidrolisis sukrosa dalam nira dibandingkan dengan laju secara keseluruhan. Semakin tinggi konsentrasi natrium bisulfit yang ditambahkan pada nira kelapa, maka diperoleh laju awal hidrolisis semakin kecil.

#### **5.2. SARAN**

Meskipun dalam penelitian ini natrium bisulfit mampu mempertahankan kualitas nira, tapi perlu dilakukan penelitian lanjutan;

1. Untuk mencari efektifitas konsentrasi natrium bisulfit yang harus ditambahkan dalam nira tanpa melebihi standar ketentuan penggunaan residu bisulfit oleh SNI.
2. Perlu dilakukan kajian pengaruh bisulfit terhadap energi aktivasi sehingga dapat diperoleh informasi perannya terhadap kinerja enzim.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R. A. dan D. Farrington. 1987. **Kimia Fisika**. Erlangga. Jakarta.
- Ari, H. 2005. **Hidrolisis Sukrosa**. <http://6te.net/download/KF2-3konstanta.doc>. diakses Diakses tanggal 15 Juni 2010.
- Atjung. 1990. **Tanaman Yang Menghasilkan Minyak, Tepung Dan Gula**. CV Yasaguna. Jakarta.
- Atkins, P.W. 1978. **Physical Chemistry**. Oxford University Press. Ney York.
- BSNI. 1992. **Cara Uji Gula**. SNI 01-2892-1992
- Buckle. 1987. **Ilmu Pangan**. UI press, Jakarta.
- Cahyadi, W. 2006. **Bahan Tambahan Pangan**. Bumi Aksara. Jakarta.
- Child, R. 1974. **Coconut**. Longman Green and CO. London.
- Clara, D.A. 2008. **Kesadahan : Analisa dan Permasalahannya untuk Air Industri**. Skripsi. Fakultas F-MIPA. USU. Medan.
- Clark, J. 2007. **Adisi Sederhana Pada Aldehid Dan Keton**. [www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/sifat\\_senyawa\\_organik/aldehid\\_dan\\_keton/adisi\\_sederhana\\_pada\\_aldehid\\_dan\\_keton.html](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/sifat_senyawa_organik/aldehid_dan_keton/adisi_sederhana_pada_aldehid_dan_keton.html). diakses Diakses tanggal 21 April 2011.
- Dante,E. 2008. **Kajian Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Warna Gula Merah**. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB, Bogor.
- Fitry Filianty. 2006. **Perubahan Kualitas Nira Tebu (*Saccharum Officarium*) Selama Penyimpanan Dengan Penambahan**

**Akar Kawao (*Millettia Sp.*) Dan Kulit Batang Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Sebagai Bahan Pengawet.** Dep THP, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bandung.

Frazier, W.C. 1979, **Food Microbiology 2<sup>nd</sup> Edition**, Mc. Graw Hill Book Company, New York.

Goutara dan Soesarto Wijandi. 1972. **Dasar Pengolahan Gula I**, Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB, Bogor.

Goutara dan S. Wijandi. 1985. **Dasar Pengolahan Gula II**. Agro Industri Press. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Bogor.

Hamzah, N dan Hasbullah. 1997. **Evaluasi Mutu Gula Semut yang Dibuat dengan Menggunakan Beberapa Pengawet Alami**. Prosiding Seminar Nasional Pangan tanggal 15-17 Juli 1997 di Denpasar, Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan. Denpasar.

Hasanah, Isro'ul, E.N., dan Putra, S.R. 2010. **Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Invertase yang Diamobilisasi dengan Na-Alginat**. Prosiding Skripsi ITS. Surabaya.

Lubis, L.M. 2008. **Ekstraksi Pati dari Biji Alpukat**. Departemen Teknologi Pertanian Medan.

Knights, R. J. & Light A. 1976. **J. Biol. Chemistry**. Cambridge.

Khopkar, S.M. 2003. **Konsep Dasar Kimia Analitik**. UI Press. Jakarta.

Mark, T. Florenc.1980. **Degradation of protein disulphide bonds in dilute alkali**. Analytical Chemistry Section, Australian Atomic Energy Commission Research Establishment. Australia

Matthews, G.P.,1985. **Experimental Physical Chemistry**.Oxford University Press. New York.

Metz, C.R. 1988. **Physical Chemistry Second Edition**. McGraw-Hill Book Company. USA.

Mulyono. 2008. **Kamus Kimia**. Bumi Aksara. Jakarta

Nurlela, E. 2002. **Kajian Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Warna Gula Merah**. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.

Nugroho, A. 2009. **Konsumsi Gula Nasional Capai 4,85 Juta Ton**. <http://www.waspada.co.id/index.php?option=com>. diakses tanggal 14 Februari 2011.

Rahman, T. 2008. **Mekanisme Kerja Antioksidan**. <http://farmasi-uhamka.blogspot.com/2009/01/mekanisme-kerja-antioksidan.html>. diakses tanggal 16 Maret 2011.

Risvank, B. 2008. **Inversi Sukrosa Pada Nira Tebu**. <http://www.risvank.com/2009/1/Inversi-sukrosa-pada-nira-tebu.pdf>. Diakses tanggal 5 Juni 2010.

Sardjono dan M.A. Dahlan. 1988. **Penelitian pencegahan fermentasi pada penyadapan nira aren sebagai bahan baku pembuatan gula merah**. Warta Industri Hasil Pertanian Bogor Vol. 5. Bogor.

Soetanto, N. E.. 1998. **Membuat Gula Kelapa Kristal**. Kanisius. Yogyakarta.

Solomon, T.W.G., dan C.B. Fryhle. 2004. **Organic Chemistry**. Eighth Ed., John Willey & Sons. New York.

Sudarmadji, S, dkk, 1989. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.

Suwardjono. 2001. **Pengaruh Penggunaan Bahan Pengawet Alam Terhadap Kualitas Nira Kelapa yang Digunakan Untuk**

**Pembuatan Gula Kelapa di daerah Istimewa Yogyakarta**, Lembaga penelitian – Universitas Terbuka. Yogyakarta.

Tegar Ega Pragita. 2010. **Evaluasi Keragaman Dan Penyimpangan Mutu Gula Kelapa Kristal(Gula Semut) Di Kawasan Home Industri Gula Kelapa Kabupaten Banyumas**.Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto

Trisnamurti, Roy H., Sutrisno, Ela T., Fatimah, Dewi. 1999. **Perubahan Kenaikan Titik Didih dan Panas Jenis Larutan pada Pembuatan Gula Semut Aren ( Arenga pinata)**. Buletin IPT. Jakarta.

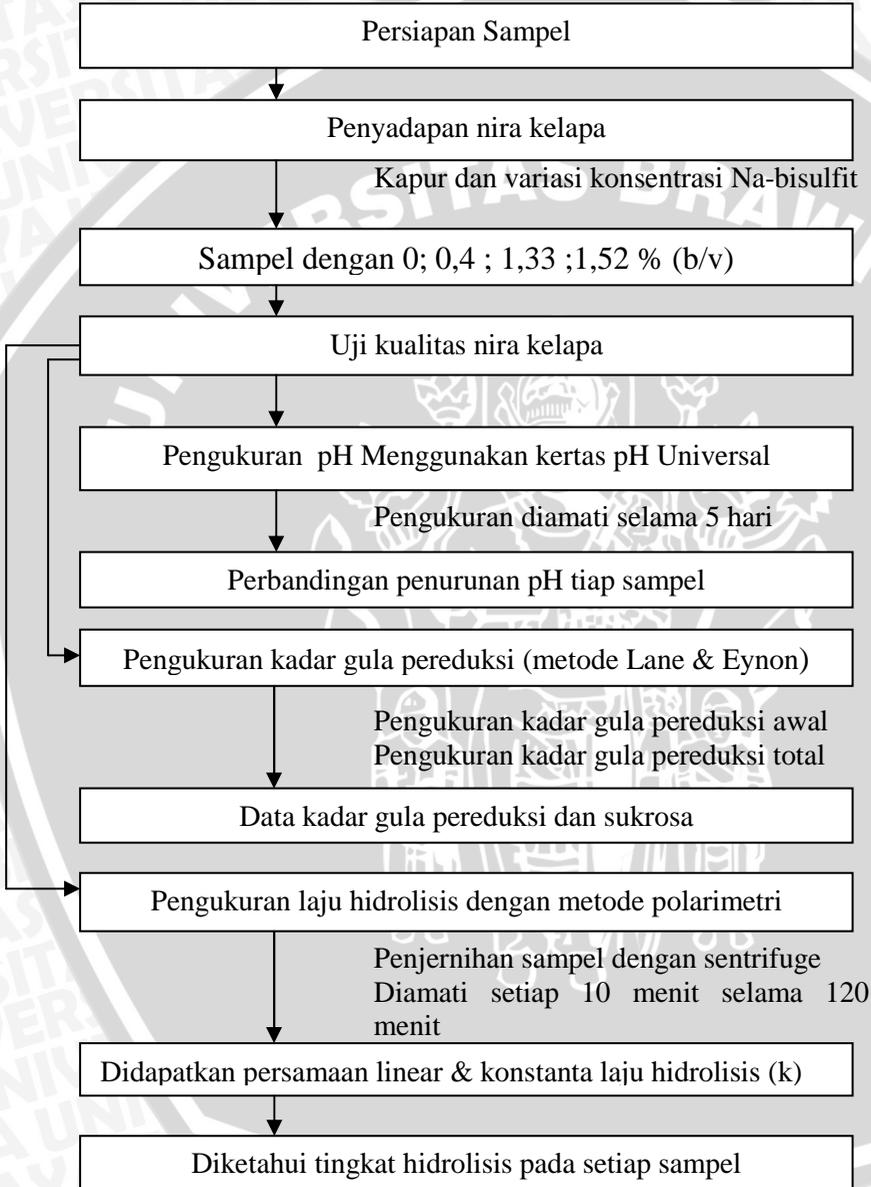
Vogel. 1979. **Textbook Of Macro And Semimicro Qualitative Inorganic Analysis**. Longman Group Limited. London

Wang, Nam Sung. 2004. **Enzyme Kinetics of Invertase Via Initial Rate Determination. Department of Chemical Engineering**. University of Maryland Collage Park. Maryland

Yurhaningsih dan Istiana Rahatmawati. 1997. **Prospek Dan Kendala Industri Gula Kelapa, Kasus Di Kelurahan Hargomulyo, Kokap, Kulonprogo DIY**, Buletin Fak Ekonomi UPN, Yogyakarta

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Alur Penelitian



## Lampiran 2. Preparasi Larutan

### L.2.1. Pembuatan larutan Fehling

#### a. Fehling A

Larutan Fehling A dibuat dengan menimbang 2,6 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , kemudian dilarutkan dalam gelas kimia dengan akuades sebanyak 50 mL. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

#### b. Fehling B

Larutan Fehling B dibuat dengan menimbang 34,6 g Na-K-tartat dan 10 g NaOH, kemudian dilarutkan dalam gelas kimia dengan akuades sebanyak 50 mL. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

### L.2.2. Pembuatan larutan EDTA 40 g/L

Larutan EDTA 40 g/L dibuat dengan menimbang 4 g EDTA, kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 50 mL dalam gelas kimia. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

### L.2.3 Pembuatan larutan indikator metilen blue 1%

*Metilen Blue* ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan dengan sedikit aquades dan diaduk, setelah itu dipindahkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditandabatkan. Larutan dikocok hingga homogen, sehingga didapat larutan indikator metilen blue 1%.

### L.2.4. Pembuatan larutan HCl 6,3 M

Larutan HCl 6,3 M dibuat dengan cara mengambil 52,2 mL HCl pekat dengan menggunakan pipet, lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah berisi 50 mL akuades. Kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

### L.2.5. Pembuatan larutan NaOH 6,3 M

Larutan NaOH 6,3 M dibuat dengan menimbang 25,2 g NaOH, kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 50 mL dalam gelas

kimia. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas

#### **L.2.6. Pembuatan larutan NaOH 1 M**

Larutan NaOH 1M dibuat dengan menimbang 4 g NaOH, kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 50 mL dalam gelas kimia. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### Lampiran 3. Perhitungan Preparasi Larutan

#### L.3.1. Pembuatan larutan EDTA 40 g/L (b/v)

Konsentrasi larutan EDTA = 40 g/L

Untuk membuat larutan EDTA sebanyak 100 mL :

$$\begin{aligned}\text{Massa EDTA} &= [\text{EDTA (b/v)}] \times V \\ &= 40 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{0,1 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 4 \text{ g}\end{aligned}$$

#### L.3.2. Pembuatan larutan indikator metilen blue 1% (g/mL)

Konsentrasi larutan metilen blue = 1% (% g/mL)

Untuk membuat larutan metilen blue sebanyak 100 mL :

$$\begin{aligned}\text{Massa metilen blue} &= [\text{metilen blue (\%-g/mL)}] \times V \\ &= 1\% (\text{g/mL}) \times 100 \text{ mL} = 1 \text{ g}\end{aligned}$$

#### L.3.3. Pembuatan larutan HCl 6,3 M

HCl 37% (b/b)

Masa jenis: 1,19 g/mL

Sehingga massa 100 mL larutan HCl adalah 119 gram

Massa HCl murni = Massa Jenis x Kadar HCl

$$\begin{aligned}&= 119 \text{ gram} \times 37/100 \\ &= 44,03 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol HCl} &= \frac{\text{Massa HCl}}{\text{BM HCl}} \\ &= \frac{44,03 \text{ gram}}{36,5 \text{ gram/mol}} \\ &= 1,206 \text{ mol}\end{aligned}$$

Konsentrasi HCl pekat = mol/volume

$$\begin{aligned}&= \frac{1,206 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} \\ &= 12,06 \text{ M}\end{aligned}$$

Untuk membuat HCl sebanyak 100 mL :

$$\begin{aligned}V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 12,06 \text{ M} &= 100 \text{ mL} \times 6,3 \text{ M} \\ \text{Vol. HCl} &= \frac{6,3 \text{ M} \times 100 \text{ mL}}{12,06 \text{ M}} \\ &= 52,24 \text{ mL}\end{aligned}$$

#### L.3.4. Pembuatan larutan NaOH 6,3 M

Berat molekul NaOH =  $40 \text{ gmol}^{-1}$

Untuk membuat NaOH sebanyak 100 ml :

$$\begin{aligned}\text{Massa NaOH} &= M_r \text{ NaOH} \times M \times V \\ &= 40 \text{ gmol}^{-1} \times 6,3 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 25,2 \text{ g}\end{aligned}$$

#### L.3.5. Pembuatan larutan NaOH 1 M

Berat molekul NaOH =  $40 \text{ gmol}^{-1}$

Untuk membuat NaOH sebanyak 100 ml :

$$\begin{aligned}\text{Massa NaOH} &= M_r \text{ NaOH} \times M \times V \\ &= 40 \text{ gmol}^{-1} \times 1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \\ &= 4 \text{ g}\end{aligned}$$



#### Lampiran 4. Data Hasil Penelitian

**Tabel L.4.1. Hasil sadapan nira dengan variasi konsentrasi natrium bisulfit.**

No	Massa Kapur gamping (g)	Massa natrium bisulfit (g)	Konsentrasi natrium bisulfit (% b/v)	Volume nira (mL)	pH awal nira
1	4,5	0	0,00	1070	7
2	4,5	4	0,40	1000	7
3	4,5	8	1,33	600	7
4	4,5	10	1,52	660	7

**Tabel L.4.2. Perubahan harga pH nira pada berbagai konsentrasi natrium bisulfit.**

Konsentrasi Na-bisulfit (% b/v)	Waktu simpan (hari)				
	I	II	III	IV	V
0	7	6	5	4	4
0,4	7	7	6,5	6	5
1,33	7	7	6,5	6	6
1,52	7	7	6,5	6	6

**Tabel L.4.3. Kandungan jenis-jenis gula pada tiap-tiap sampel.**

Sampel Na-bisulfit (% b/v)	Kandungan Gula (% b/v)		
	Pereduksi awal	Pereduksi total	Sukrosa
0	5,56	14,27	8,28
0,4	4,65	17,16	11,89
1,33	4,34	21,89	16,68

1,52	3,561	18,89	14,56
------	-------	-------	-------

**Tabel L.4.4. Derajat polarisasi sampel nira tanpa natrium bisulfid.**

waktu (menit)	$\alpha t$	$\alpha t'$	$\alpha t' - \alpha \infty$	$\ln(\alpha t' - \alpha \infty)$
0	108,8	13	84,8	4,44
10	102	6,2	78	4,36
20	90,8	-5	66,8	4,2
30	86,7	-9,1	62,7	4,14
40	77,4	-18,4	53,4	3,98
50	70,8	-25	46,8	3,85
60	64,5	-31,3	40,5	3,7
70	60,6	-35,2	36,6	3,6
80	57	-38,8	33	3,5
90	54	-41,8	30	3,4
100	50,7	-45,1	26,7	3,28
110	44,9	-50,9	20,9	3,04
120	41,8	-54	17,8	2,88
$\infty$	24	-71,8	0	

\* $\alpha$  blanko : 98,5<sup>0</sup>

\* $\alpha t$  : pembacaan  $\alpha$  yang pada polarimeter

\* $\alpha t'$  :  $\alpha t$  yang telah berkurang oleh blanko

\* $\alpha \infty$  : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)

**Tabel L.4.5. Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfit 0,4% (b/v).**

waktu (menit)	$\alpha t$	$\alpha t'$	$\alpha t' - \alpha \infty$	$\ln(\alpha t' - \alpha \infty)$
0	106	10,2	82	4,41
10	98	2,2	74	4,3
20	90	-5,8	66	4,19
30	86	-9,8	62	4,13
40	80	-15,8	56	4,03
50	73,8	-22	49,8	3,91
60	69	-26,8	45	3,81
70	64	-31,8	40	3,69
80	60,6	-35,2	36,6	3,6
90	56,1	-39,7	32,1	3,47
100	53,1	-42,7	29,1	3,37
110	49,8	-46	25,8	3,25
120	49,6	-46,2	25,6	3,24
$\infty$	24	-71,8	0	

\* $\alpha \infty$  : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)

**Tabel L.4.6. Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfid 1,33% (b/v).**

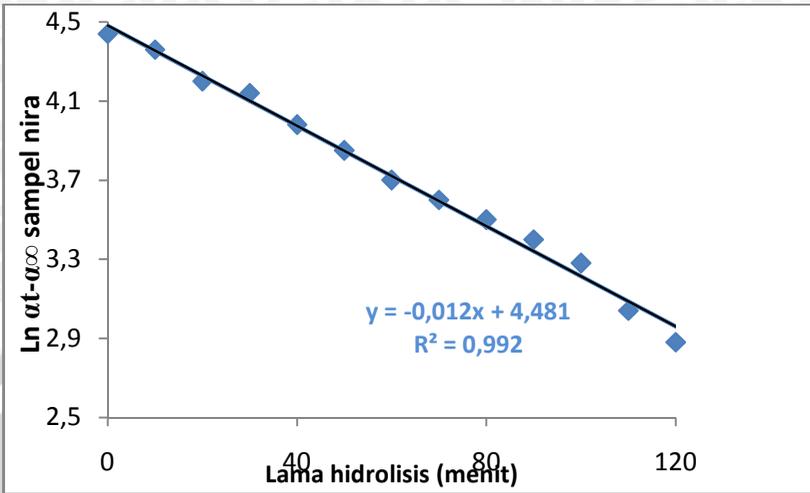
waktu (menit)	$\alpha t$	$\alpha t'$	$\alpha t' - \alpha \infty$	$\ln(\alpha t' - \alpha \infty)$
0	104,1	8,3	80,1	4,38
10	94	-1,8	70	4,25
20	84	-11,8	60	4,09
30	75	-20,8	51	3,93
40	72	-23,8	48	3,87
50	67	-28,8	43	3,76
60	62	-33,8	38	3,64
70	58	-37,8	34	3,53
80	55	-40,8	31	3,43
90	51,8	-44	27,8	3,33
100	47,6	-48,2	23,6	3,16
110	44	-51,8	20	3
120	40,3	-55,5	16,3	2,79
$\infty$	24	-71,8	0	

\* $\alpha \infty$  : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)

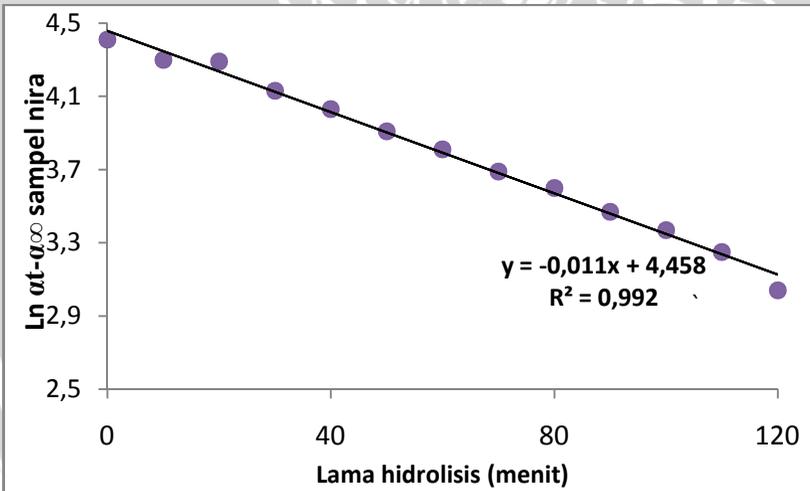
**Tabel L.4.7. Derajat polarisasi sampel nira dengan natrium bisulfit 1,52% (b/v).**

waktu (menit)	$\alpha t$	$\alpha t'$	$\alpha t' - \alpha \infty$	$\ln(\alpha t' - \alpha \infty)$
0	108,5	12,7	84,5	4,44
10	100,5	4,7	76,5	4,34
20	99	3,2	75	4,32
30	91	-4,8	67	4,2
40	84	-11,8	60	4,09
50	77,2	-18,6	53,2	3,97
60	70,8	-25	46,8	3,85
70	66,5	-29,3	42,5	3,75
80	60,9	-34,9	36,9	3,61
90	54,4	-41,4	30,4	3,41
100	47,9	-47,9	23,9	3,17
110	45	-50,8	21	3,04
120	39,5	-56,3	15,5	2,74
$\infty$	24	-71,8	0	

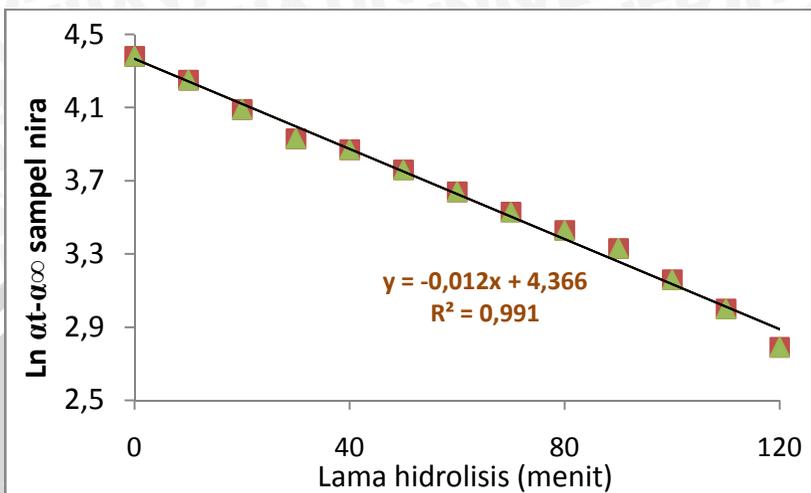
\* $\alpha \infty$  : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)



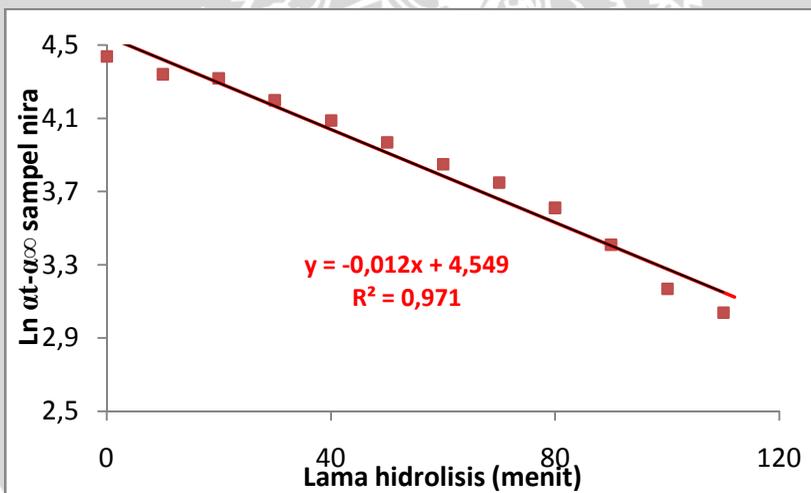
Gambar L.4.1. Kurva ( $\ln a_t - a_\infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira tanpa bisulfit



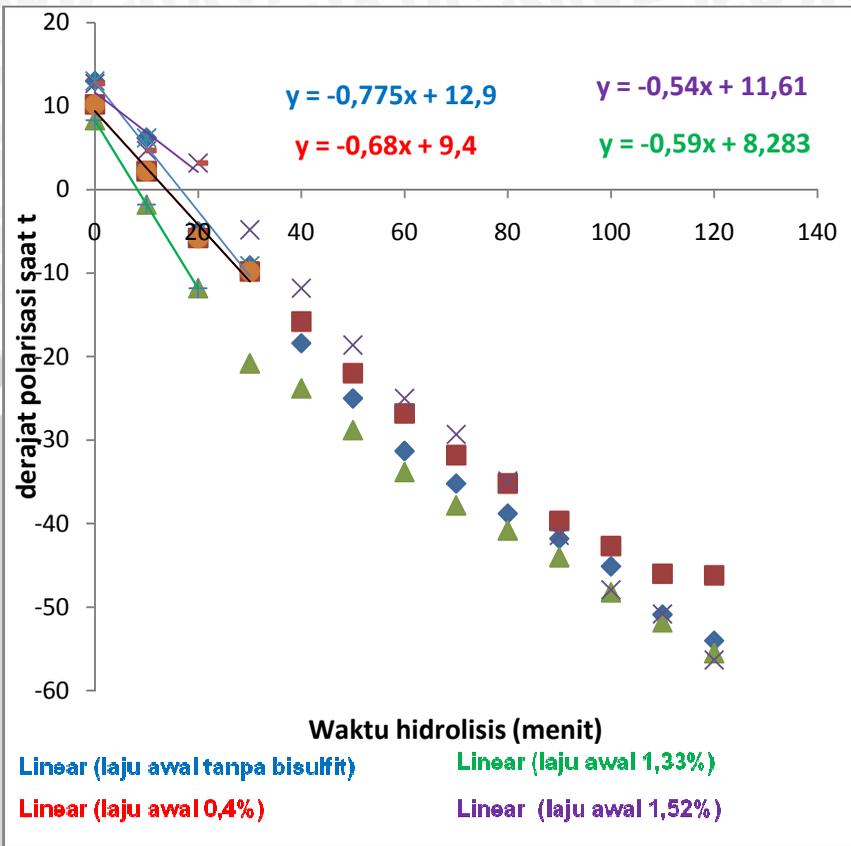
Gambar L.4.2. Kurva ( $\ln a_t - a_\infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 0,4 % (b/v)



Gambar L.4.3. Kurva ( $\text{Ln } at-\infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 1,33% (b/v)



Gambar L.4.4. Kurva ( $\text{Ln } at-\infty$ ) terhadap waktu dengan persamaan regresi pada nira dengan penambahan bisulfit 1,52% (b/v).

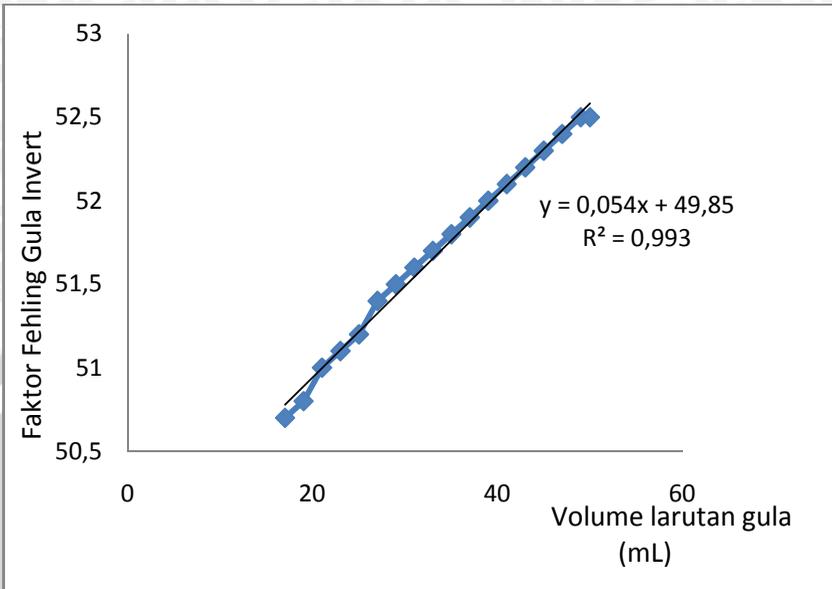


Gambar L.4.5. Kurva laju awal hidrolisis sukrosa untuk sampel nira kelapa dengan dan tanpa penambahan natrium bisulfit

## Lampiran 5. Perhitungan Hasil Penelitian

**Tabel L.5.1 Faktor Fehling untuk gula invert (BSNI, 1992).**

Volume larutan gula (mL)	Faktor Fehling Gula Invert (mg)
15	50,5
17	50,7
19	50,8
21	51,0
23	51,1
25	51,2
27	51,4
29	51,5
31	51,6
33	51,7
35	51,8
37	51,9
39	52,0
41	52,1
43	52,2
45	52,3
47	52,4
49	52,5
50	52,5



**Gambar L.5.1. Grafik hubungan antara titrasi larutan gula (mL) dengan faktor fehling gula invert (mg)**

**Tabel L.5.2 Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi (invert) awal sampel**

Sampel (% Na-bisulfit)	Volume larutan gula (mL)	Faktor Fehling Gula Invert (mg)
0	8,35	50,25
0,4	10,05	50,35
1,33	10,75	50,39
1,52	13,15	50,53

**Tabel L.5.3 Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi (invert) total sampel**

Sampel (% Na-bisulfit)	Volume larutan gula (mL)	Faktor Fehling Gula Invert (mg)
0	33,55	51,67
0,4	28,63	51,39
1,33	22,1	51,03
1,52	25,2	51,2

### L.5.1. Perhitungan kadar gula reduksi (%)

- Perhitungan gula reduksi awal

Rumus perhitungan gula reduksi awal (BSNI, 1992) :

$$x = \frac{100}{V} \times \frac{c}{1000 \times W} \times 100 \%$$

Keterangan: x = kadar gula reduksi awal (% b/v)

v = volume larutan sampel/titran untuk titrasi (mL)

c = faktor Fehling dari tabel (mg)

w = berat sampel (10 mL = 10,79 g)

\*c = faktor Fehling (gula invert, mg yang terkandung dalam larutan sampel/titran untuk titrasi)

Misal untuk sampel nira tanpa bisulfit

$$x = \frac{100}{8,35} \times \frac{50,25}{1000 \times 10,79} \times 100 \%$$

$$= 5,56 \%$$

- Perhitungan gula reduksi akhir

Rumus perhitungan gula reduksi total (BSNI, 1992) :

$$T = \frac{100}{V} \times \frac{c}{1000 \times W} \times \frac{100}{10} \times 100 \%$$

Keterangan : T = kadar gula reduksi total (% b/v)  
 v = volume larutan sampel/titrasi untuk titrasi (mL)  
 c = faktor Fehling dari tabel (mg)  
 w = berat sampel (10 mL = 10,79 g)

Misal untuk sampel nira tanpa bisulfit

$$T = \frac{100}{33,55} \times \frac{51,67}{1000 \times 10,79} \times \frac{100}{10} \times 100 \% \\ = 14,27 \%$$

### L.5.2. Perhitungan kadar gula sukrosa (%)

Rumus perhitungan kadar sukrosa (BSNI, 1992) :

(%) sukrosa = [ T - X ] x 0,95

Misal untuk sampel tanpa bisulfit,

$$(\%) \text{ sukrosa} = [14,27\% - 5,56\%] \times 0,95 \\ = 8,28 \%$$

### L.5.3. Perhitungan menentukan harga k dari persamaan laju hidrolisis sukrosa

Karena hidrolisis sukrosa adalah reaksi orde 1, maka :

$$\ln(A) = \ln(A)_0 - kt$$

Persamaan disesuaikan dengan mengukur harga  $\alpha$  menggunakan polarimeter. Dan didapat persamaan (Matthews, 1985).

$$\ln(\alpha_t - \alpha_\infty) = \ln(\alpha_0 - \alpha_\infty) - kt$$

Keterangan :  $\alpha_t$  = derajat polarisasi sampel pada saat t waktu yang terbaca

$\alpha_\infty$  = derajat polarisasi sampel saat diasumsikan telah terhidrolisis total

$\alpha_0$  = perputaran bidang polarisasi saat reaksi mencapai kesetimbangan dalam hal ini sama dengan  $\alpha_t'$

t = waktu

Misal untuk sampel tanpa bisulfit;

Pada waktu 0  $\alpha_t = 108,8^0$

sehingga saat dikurangi oleh blanko menjadi  $\alpha_t' = 13^0$

$\alpha_\infty$  yang terbaca  $24^0$  dan saat dikurangi oleh blanko menjadi  $-71,8^0$

Maka;

$$\begin{aligned} \ln(\alpha_{t_r} - \alpha_{\infty}) &= \ln(13 - (-71,8)) \\ &= \ln 84,8 \\ &= 4,44 \end{aligned}$$

Pengukuran dilakukan setiap 10 menit hingga 120 menit, hasil dari  $\ln(\alpha_{t_r} - \alpha_{\infty})$  dari setiap pengukuran akan membentuk kurva dengan persamaan linear ;  $y = ax + b$

keterangan:  $y = \text{Ln} (\alpha_t - \alpha_{\infty})$

$$a = -k$$

$$b = \ln (\alpha_0 - \alpha_{\infty})$$

Berdasarkan grafik (Gambar L.5.1.) persamaan yang didapatkan;

$$y = -0,012x + 17,41 \quad R^2 = 0,992$$

$$k = 0,012$$

#### L.5.4. Perhitungan waktu paruh ( $t_{1/2}$ ) hidrolisis sukrosa

Karena hidrolisis sukrosa adalah reaksi orde 1, maka :

$$a_0 - x = a_0 e^{-kt}$$

$$\ln \frac{a_0}{a_0(a_0 - x)} = kt$$

saat  $k = t_{1/2} \rightarrow x = \frac{1}{2}a_0$ , sehingga

$$\ln \frac{a_0}{(a_0 - \frac{a_0}{2})} = kt$$

dan diperoleh persamaan :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

Misal waktu paruh untuk nira tanpa bisulfit :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}, \quad k = 0,012 \text{ menit}^{-1}$$

$$= \frac{0,693}{0,012}$$

$$= 57,75 \text{ menit}$$