

**PENGARUH PENGGUNAAN NATRIUM BISULFIT TERHADAP
KUALITAS DAN LAJU HIDROLISIS SUKROSA
NIRA KELAPA**

SKRIPSI

oleh :
M IRFAN ALAM
0710920036-92



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

**PENGARUH PENGGUNAAN NATRIUM BISULFIT TERHADAP
KUALITAS DAN LAJU HIDROLISIS SUKROSA
NIRA KELAPA**

SKRIPSI

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

oleh :

M IRFAN ALAM

0710920036-92



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

2011

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN NATRIUM BISULFIT TERHADAP
KUALITAS DAN LAJU HIDROLISIS SUKROSA
NIRA KELAPA**

oleh :
M IRFAN ALAM
0710920036-92

**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**

Dr. Sasangka Prasetyawan, MS
NIP.19630404 198701 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M Irfan Alam
NIM : 0710920036-92
Jurusan : Kimia

Penulis skripsi berjudul :
**PENGARUH PENGGUNAAN NATRIUM BISULFIT
TERHADAP KUALITAS DAN LAJU HIDROLISIS SUKROSA
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, Juni 2011
Yang menyatakan,

M Irfan Alam
NIM. 0710920036-92

PENGARUH PENGGUNAAN NATRIUM BISULFIT TERHADAP KUALITAS DAN LAJU HIDROLISIS SUKROSA NIRA KELAPA

ABSTRAK

Nira bahan baku untuk pembuatan gula kelapa mudah mengalami kerusakan karena adanya aktivitas mikroba yang menyebabkan proses hidrolisis dan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh natrium bisulfit (NaHSO_3) terhadap kualitas dan laju hidrolisis sukrosa nira kelapa selama 5 hari penyimpanan. Adapun kadar natrium bisulfit yang ditambahkan adalah 0,3%. Kualitas nira dilihat dari parameter pH dan kadar sukrosa yang dianalisis secara volumetri menggunakan metode Lane & Eynon. Laju hidrolisis sukrosa ditentukan berdasarkan perubahan sudut putar menggunakan polarimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan natrium bisulfit berpengaruh terhadap harga pH dan kadar sukrosa nira. Adanya penambahan natrium bisulfit mampu menjaga pH nira selama 5 hari penyimpanan dalam kisaran 7-6. Laju hidrolisis sukrosa menjadi 1,2 kali lebih lambat saat ditambahkan natrium bisulfit dengan kadar sukrosa 11,89 % atau lebih tinggi dibandingkan tanpa adanya bisulfit, yaitu 8,28 %. Meskipun demikian penambahan natrium bisulfit masih tidak mampu mempertahankan sukrosa dalam waktu sehari dikarenakan waktu paruhnya yang relatif singkat (69,30 menit). Berdasarkan hal tersebut maka penambahan natrium bisulfit mampu menghambat proses fermentasi selama 5 hari penyimpanan, namun kurang mampu menghambat laju hidrolisis sukrosa.

THE INFLUENCE OF SODIUM BISULPHITE TO QUALITY AND THE RATE OF SUCROSE HYDROLYZE OF COCONUT SAP

ABSTRACT

Nira (coconut sap), the raw material for the production of palm sugar, is easily degraded due to microbial activity which causes sucrose hydrolysis and fermentation process. The aim of this study is to determine the effect of sodium bisulphite (NaHSO_3) on the quality and rate of sucrose hydrolysis of *nira* for 5 days of storage. The sodium bisulphite added was 0,3%. *Nira* quality was measured based on pH and the sucrose content was analyzed using Lane & Eynon volumetric method. The rate of sucrose hydrolysis is calculated based on the turning angle change using a polarimeter. The results showed that sodium bisulphite effected pH and sucrose value. The addition of sodium bisulphite was successfully keep the juice pH for 5 days of storage in the range 7-6. The hydrolysis rate was reduced 1,2 times in the presence of sodium bisulphite, with sucrose content 11,89% or higher than the absence of bisulphite, which was 8,28%. Nevertheless, the addition of sodium bisulphite was not able to maintain the sucrose content within a day due to its relatively short half-life time (69,30 minutes). Overall, sodium bisulphite is able to inhibit the fermentation process for 5 days of storage, but less able to inhibit the rate of hydrolysis of sucrose.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **Pengaruh Penggunaan Natrium Bisulfit Terhadap Kualitas dan Laju Hidrolisis Sukrosa 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 dan Zubaidah Ningsih AS, S.Si, M.Phil selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, inspirasi, dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Dr. Barlah Rumhayati, S.Si., MSi., selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan kepada penulis selama menempuh studi.
3. Dr. Atikah, Apt.,MSc; Dr. Soebiantoro, Apt.,MSc; Arie Srihardyastutie, S.Si.,M.Kes; dan Yuniar Ponco, S.Si.,M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam perbaikan tugas akhir ini.
4. Ellya Indahyanti, S.Si selaku penyokong dana penelitian ini.
5. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS, selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
6. Seluruh dosen Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala ilmu dan pengetahuan yang diberikan.
7. Seluruh staf karyawan Jurusan Kimia Universitas Brawijaya atas segala bantuan yang diberikan.
8. 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, Juni 2011

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK/ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fermentasi dalam Nira.....	4
2.2 Pemanfaatan Polarimeter untuk Pengamatan Laju Hidrolisis Sukrosa	5
2.3 Sudut Putar Bidang Polarisasi Sukrosa, Glukosa dan Fruktosa	7
2.4 Laju Reaksi	8
2.5 Sifat Kimia Glukosa dan Fruktosa (Gula Invert).....	9
2.6 Analisis Gula	9
2.7 Zat Pengawet Natrium Bisulfit	10
2.8 Hipotesis	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	12
3.2.1 Sampel Penelitian	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 Cara Kerja Penelitian.....	13

3.5.1	Persiapan sampel	13
3.5.2	Uji kualitas nira	13
1.	pengukuran pH sampel	13
2.	pengukuran kadar gula reduksi sampel dengan metode Lane & Eynon	13
3.5.3	Pengukuran sudut putar bidang polarisasi sampel.....	14
3.6	Analisis Data.....	15
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Penentuan Harga pH Nira	16
4.2	Kadar Sukrosa Nira	19
4.3	Pengaruh Bisulfit terhadap Laju Hidrólisis Sukrosa	20
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	22
5.2	Saran	22
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
		23
		26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Bagian-bagian alat polarimeter 7
Gambar 4.1	Perubahan pH nira pada berbagai variasi waktu 17
Gambar 4.2	Kadar sukrosa dalam nira tanpa dan dengan penambahan bisulfit pada hari ke-1 19
Gambar 4.3	Hubungan antara α terhadap waktu pada kinetika orde 1 20
Gambar L.5.1	Persamaan laju hidrolisis sukrosa untuk sampel nira tanpa bisulfit 38
Gambar L.5.2	Persamaan laju hidrolisis sukrosa untuk sampel nira dengan penambahan bisulfit 0,3% 39
Gambar L.6.1	Grafik hubungan antara titrasi Fehling dan gula invert 41



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1	Hasil sadapan nira dengan variasi bisulfit..... 16
Tabel 4.2	Konstanta laju hidrolisis pada nira tanpa dan dengan bisulfit..... 21
Tabel L.5.1	Perubahan harga pH nira tanpa dan dengan bisulfit.....35
Tabel L.5.2	Kandungan jenis-jenis gula pada tiap-tiap sampel..... 35
Tabel L.5.3	Sudut putar bidang polarisasi sampel nira tanpa bisulfit.....36
Tabel L.5.4	Sudut putar bidang polarisasi sampel nira dengan bisulfit 0,3%..... 37
Tabel L.6.1	Faktor Fehling untuk gula invert (glukosa dan fruktosa)..... 40
Tabel L.6.2	Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi/invert awal sampel..... 41
Tabel L.6.3	Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi/invert akhir sampel..... 41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Diagram Alir Penelitian26
Lampiran 2	Preparasi Larutan.....27
Lampiran 3	Perhitungan Preparasi Larutan29
Lampiran 4	Diagram Kerja Penelitian30
Lampiran 5	Data Hasil Penelitian35
Lampiran 6	Perhitungan Hasil Penelitian40



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kelapa merupakan tanaman perkebunan terluas di Indonesia dibandingkan tanaman perkebunan lainnya, seperti kelapa sawit. Kelapa menempati 3,7 juta hektar dari 14,2 juta hektar areal perkebunan atau 26% dari total areal dan sekitar 97% merupakan perkebunan rakyat. Tanaman kelapa mempunyai banyak manfaat, mulai dari ujung daun sampai ujung akarnya dapat dimanfaatkan untuk menunjang kesejahteraan hidup manusia. Salah satu contohnya adalah nira kelapa yang dapat dimanfaatkan untuk membuat gula kelapa atau biasa dikenal gula merah (Hamzah dan Hasbullah, 1997).

Gula merah mempunyai rasa dan aroma yang khas, sehingga tidak dapat digantikan oleh gula pasir. Penggunaan gula merah sangat luas diantaranya untuk pemanis minuman, penyedap makanan, bahan pembuat dodol, kue dan merupakan salah satu bahan baku dalam industri kecap. Kualitas gula merah terutama ditentukan dari penampilannya, yaitu bentuk, warna dan kekerasan. Kekerasan dan warna gula sangat dipengaruhi oleh kualitas nira yang meliputi pH, kadar gula pereduksi dan kadar sukrosa nira (Nurlela, 2002).

Nira kelapa diperoleh dari penyadapan pohon kelapa. Nira dapat dijadikan bahan untuk pembuatan gula kelapa yang lebih disukai daripada gula tebu karena mempunyai rasa yang khas. 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). Kandungan sukrosa yang dominan dibanding komponen kimia non air lainnya menjadikan nira sebagai sumber gula yang potensial.

Permasalahan yang dihadapi para pengrajin gula kelapa yaitu nira hasil penyadapan mudah sekali mengalami kerusakan sehingga nira tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Padahal dalam pembuatan gula kelapa tidak semua nira dapat diolah secara langsung karena keterbatasan alat atau jumlah nira yang terlalu banyak. Kerusakan pada nira dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, pengangkutan ke tempat pengolahan dan kerusakan

akibat proses hidrolisis maupun fermentasi. Hidrolisis dalam nira dikatalisis oleh enzim invertase sehingga mengakibatkan kandungan sukrosa terpecah menjadi glukosa dan fruktosa (gula invert). Selanjutnya glukosa akan difermentasi oleh mikroba menghasilkan asam asetat (Hamzah dan Hasbullah, 1997). Oleh karena itu, penggunaan pengawet dan air kapur sangat penting untuk menjaga kualitas nira selama penyimpanan (Suwardjono, 2001).

Jenis bahan pengawet yang digunakan dapat bersifat alami atau sintetis. Bahan pengawet alami yang dapat digunakan adalah kayu angin, kulit manggis dan getah nangka, sedangkan yang bersifat sintetis yaitu asam benzoat, nitrat dan sulfit. Untuk jenis bahan pengawet alami maupun sintetis dipilih yang efektif terhadap mikroba. Selama ini natrium bisulfit lebih banyak disukai oleh masyarakat karena diyakini efektif dalam pengawetan nira.

Manfaat natrium bisulfit selain untuk mengawetkan nira juga untuk mempertahankan warna gula jawa menjadi kuning kecoklatan karena mempunyai sifat sebagai anti pencoklatan (Dante, 2008). Meskipun para pengrajin gula kelapa banyak yang menggunakan natrium bisulfit, tetapi sebagian besar tidak mengetahui secara pasti bagaimana pengaruh natrium bisulfit dalam mengawetkan nira. Jadi penggunaan natrium bisulfit hanya didasarkan atas hasil gula kelapa yang diperoleh. Penggunaan natrium bisulfit sebagai bahan aditif makanan beresiko tinggi karena jika berlebihan akan berdampak negatif bagi kesehatan. Menurut Depkes (1981), batas maksimum penggunaan natrium bisulfit dalam Standar Industri Indonesia (SII) 0268-85 adalah sebesar 300 ppm.

Penelitian ini akan membahas secara ilmiah pengaruh penggunaan natrium bisulfit dalam menjaga kualitas nira selama penyimpanan dan pengaruhnya terhadap laju hidrolisis sukrosa. Kualitas nira ditentukan dari pengukuran pH yang diasumsikan sebagai jumlah asam asetat hasil fermentasi, dan penentuan kadar sukrosa untuk mengetahui laju hidrolisis sukrosa dalam nira.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pokok permasalahan pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan natrium bisulfit terhadap kualitas nira selama 5 hari penyimpanan dilihat dari perubahan pH dan kadar sukrosa nira?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan natrium bisulfit terhadap laju hidrolisis sukrosa ?

1.3 BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini, permasalahan hanya dibatasi pada :

1. Sampel yang digunakan untuk penelitian ini adalah nira kelapa dari Desa Tlogo, Kecamatan Kanigoro, Kabupaten Blitar, Jawa Timur.
2. Natrium bisulfit yang digunakan sesuai dengan yang dipakai oleh masyarakat berkisar 4 g dan memiliki kemurnian 75%.
3. Penentuan kualitas nira dilihat dari perubahan pH dan kadar sukrosa nira.
4. Pengukuran kadar gula reduksi sampel dilakukan menggunakan metode Lane dan Eynon.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan natrium bisulfit terhadap kualitas nira selama 5 hari penyimpanan berdasarkan harga pH dan kadar sukrosa nira.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan natrium bisulfit terhadap laju hidrolisis sukrosa.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Melalui penelitian ini diharapkan dapat dijelaskan secara ilmiah pengaruh penggunaan natrium bisulfit dalam menjaga kualitas nira selama 5 hari penyimpanan dan pada laju hidrolisis sukrosa sehingga informasi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai pengembangan teknologi pembuatan gula kelapa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fermentasi dalam Nira

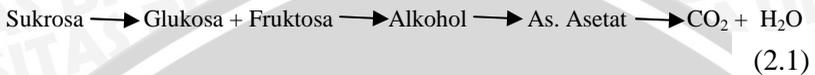
Nira merupakan cairan bening yang terdapat di dalam mayang kelapa yang pucuknya belum membuka. Nira ini didapatkan dengan cara penyadapan atau penderesan. Nira segar yang keluar mengalir melalui bidang sadapan karangan bunga kelapa muda mempunyai komposisi kimia yang beragam, yang dipengaruhi oleh umur tanaman, taraf pemeliharaan, musim sadap, letak rangkaian bunga kelapa, pemupukan, pengairan, varietas tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah dan iklim (Santoso, 1993).

Setiap jenis tanaman mempunyai komposisi nira yang berlainan dan umumnya terdiri dari air, sukrosa, gula reduksi, bahan organik lain, dan bahan anorganik. Air dalam nira merupakan bagian yang terbesar yaitu antara 75 – 90 %. Sukrosa merupakan bagian zat padat yang terbesar berkisar antara 12,30 – 17,40 %, gula reduksi antara 0,50 – 1,00 % dan sisanya merupakan senyawa organik serta anorganik. Gula reduksi dapat terdiri dari heksosa, glukosa, dan fruktosa, serta mannanosa dalam jumlah yang rendah sekali. Bahan organik terdiri dari karbohidrat (tidak termasuk gula), protein, asam organik, asam amino, zat warna, dan lemak. Bahan anorganik terdiri dari garam mineral (Goutara dan Wijandi, 1980).

Nira yang masih baru keluar dari bunga kelapa mempunyai rasa manis, jernih, dan pH antara 6-7. Namun, nira dapat mengalami kerusakan sejak awal penyadapan. Kerusakan tersebut diduga disebabkan oleh kontaminasi mikroba-mikroba dari lingkungan sekitar sehingga pH nira akan menurun (BALITKA, 1989). Nilai pH nira optimal untuk pembuatan gula adalah 6,0 -6,5.

Adanya aktifitas jasad renik pada nira menyebabkan sukrosa diubah menjadi gula reduksi oleh enzim invertase. Enzim invertase ini berasal dari khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang ada dalam nira sendiri. Sukrosa yang semula sekitar 14% akan terurai habis dalam waktu 47 jam. Jatmika (1990) dalam Suwardjono (2001) mengatakan bahwa adanya aktivitas mikroba menyebabkan perubahan-perubahan fisik seperti kejernihan, kemanisan, aroma dan rasa serta perubahan-perubahan kimia seperti pH dan komposisi

kimia. Aktivitas mikroba yang menyebabkan perubahan-perubahan tersebut dinamakan dengan proses fermentasi. Persamaan 2.1 menunjukkan alur proses perubahan komposisi kimia dalam nira.

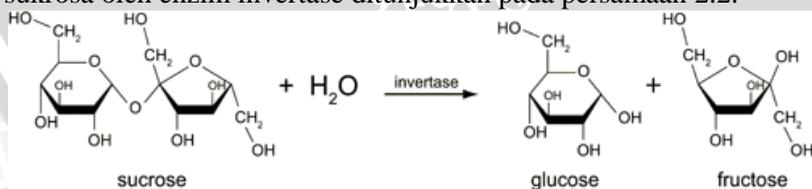


Selama fermentasi berlangsung, gula dalam bentuk glukosa dirombak menjadi etanol dan berbagai substansi lainnya seperti gliserol dan asam laktat yang disebut sebagai produk fermentasi. Perombakan tersebut berlangsung bersamaan dengan pembentukan asam-asam, khususnya asam asetat. Semakin banyak jumlah asam asetat yang diproduksi akan mengakibatkan penurunan pH dalam larutan (Santoso, 1993).

Dalam pembuatan gula kelapa kandungan sukrosa nira kelapa merupakan faktor penting. Pemanasan suhu tinggi dan pH nira rendah pada pemanasan nira kelapa akan menyebabkan sukrosa terhidrolisa menjadi gula reduksi. Semakin banyak gula reduksi yang terbentuk maka gula yang dihasilkan bersifat higroskopis (Suwardjono, 2001).

2.2 Pemanfaatan Polarimeter untuk Pengamatan Laju Hidrolisis Sukrosa

Hidrolisis sukrosa atau juga disebut inversi sukrosa, merupakan pemecahan sukrosa yang melibatkan air menghasilkan produk berupa glukosa dan fruktosa. Pada nira, kemampuan enzim invertase dalam menghidrolisis sukrosa dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang meliputi pH, temperatur, waktu inkubasi dan konsentrasi substrat (sukrosa). Enzim invertase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cereviceae* mempunyai aktivitas paling tinggi pada pH 4,5 dan temperatur 30°C (Hasanah *dkk.*, 2010). Reaksi hidrolisis sukrosa oleh enzim invertase ditunjukkan pada persamaan 2.2.



(2.2)

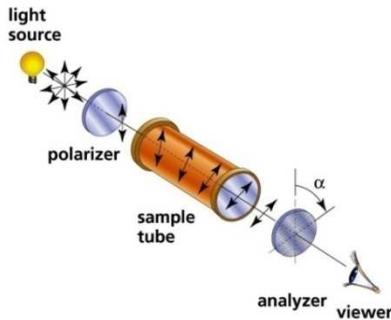
Pada persamaan 2.2 laju hidrolisis sukrosa dalam nira hanya bergantung pada konsentrasi sukrosa, karena konsentrasi air yang berlebih dan selama reaksi berlangsung konsentrasi air hampir tidak berubah. Reaksi tersebut tergolong dalam reaksi *pseudo orde 1*, sehingga laju reaksi sesuai persamaan 2.3 (Ari, 2005):

$$v = - \frac{d[C_{12}H_{22}O_{11}]}{dt} = k [C_{12}H_{22}O_{11}] \quad (2.3)$$

Hidrolisis sukrosa menghasilkan senyawa glukosa dan fruktosa. Sukrosa merupakan jenis karbohidrat yang tergolong dalam disakarida, sedangkan glukosa dan fruktosa tergolong dalam monosakarida. Meskipun berasal dari golongan yang berbeda, namun ketiga senyawa tersebut memiliki sifat fisik yang sama yaitu mampu memutar bidang polarisasi. Sukrosa murni memutar bidang polarisasi ke kanan (+), sedangkan hasil hidrolisis berupa campuran glukosa dan fruktosa memiliki sifat memutar bidang polarisasi ke kiri (-) sehingga proses ini disebut inversi (Risvank, 2008).

Menurut Soloman dan Fryle (2004), perputaran optis aktif diakibatkan oleh adanya molekul kiral dalam suatu senyawa sehingga besar sudut putar bidang polarisasi saat sinar melewati sebuah larutan senyawa optis aktif bergantung dari jumlah molekul kiral yang dilewati sinar tersebut. Sifat optis aktif dari molekul kiral tersebut merupakan hasil dari fakta bahwa, jika suatu sinar yang terpolarisasi melewati medium kiral maka sinar tersebut akan mengalami perubahan arah rambat. Dari perubahan arah rambat tersebut, jumlah vektornya akan menggambarkan terjadinya perputaran rotasi.

Besar dan arah perputaran sudut polarisasi suatu senyawa bisa diukur menggunakan alat yang dinamakan polarimeter. Sebuah polarimeter terdiri dari sumber sinar yang akan memancarkan cahaya dalam bentuk gelombang tegak lurus. Apabila cahaya tersebut dipancarkan melalui prisma polarisator, maka hanya ada satu gelombang cahaya yang memiliki posisi tertentu yang dapat diteruskan, yang disebut sebagai cahaya terpolarisasi. Selanjutnya cahaya terpolarisasi akan mengalami pemutaran ketika dilewatkan pada sampel yang mengandung senyawa kiral (Anna, 1994). Gambar 2.1 menunjukkan bagian-bagian beserta mekanisme kerja dari alat polarimeter.



Gambar 2.1 Bagian-bagian alat polarimeter

2.3 Sudut Putar Bidang Polarisasi Sukrosa, Glukosa dan Fruktosa

Sudut pol atau pol adalah jumlah gula (dalam gram) yang ada dalam setiap 100 gram larutan yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan polarimeter secara langsung. Jadi menurut pengertian ini jika pol nira = 15, berarti dalam 100 gram larutan nira terdapat gula 15 gram. Selebihnya 85 gram adalah air dan zat terlarut bukan gula (Sudarmadji *dkk.*, 1989).

Senyawa-senyawa optis aktif mempunyai sifat dapat memutar bidang polarisasi sinar dan perubahan arah sinar dikenal sebagai perputaran optis. Menurut Anna (1994), jenis putaran optis oleh senyawa optis aktif ada 2 macam, yaitu *dekstro-rotatory* (jika arah putarnya ke kanan atau sesuai putaran jarum jam) dan *levo-rotatory* (jika arah putarnya ke kiri atau berlawanan dengan putaran jarum jam).

Dalam suasana alkalis, sukrosa tidak mengalami perpecahan, sebaliknya dalam suasana asam akan terjadi perpecahan (hidrolisis) menjadi satuan-satuan penyusunnya. Sehubungan dengan peruraian sukrosa menjadi satuan-satuan penyusunnya, maka ini berhubungan dengan sifat optis aktifnya. Pemutaran spesifik sinar terpolarisasi sukrosa adalah $+66,5^\circ$, bila terjadi peruraian maka putaran optis menurun dan yang mula-mula positif berubah menjadi negatif setelah mencapai hidrolisis sempurna, hal ini disebabkan karena sifat optis aktif dari glukosa adalah memutar ke kanan ($+52,2^\circ$) sedang sifat optis aktif fruktosa memutar ke kiri (-93°). Hasil hidrolisis merupakan campuran glukosa dan fruktosa atau disebut gula invert

dengan putaran spesifik sinar terpolarisasi -24° . Perubahan tersebut disebut proses inversi (Sudarmadji *dkk.*, 1989).

2.4 Laju Reaksi

Laju reaksi didefinisikan sebagai kecepatan perubahan konsentrasi reaktan maupun produk tiap waktu tertentu. Orde reaksi terhadap suatu komponen merupakan pangkat dari konsentrasi komponen itu dalam hukum laju. Contohnya, reaksi dengan hukum laju dalam persamaan 2.4.

$$v = k[A][B] \quad (2.4)$$

Reaksi tersebut merupakan orde pertama dalam A dan juga orde pertama dalam B. Sedangkan orde keseluruhan hukum laju dalam persamaan (2.4) adalah orde kedua (Atkins, 1978).

Persamaan yang digunakan dalam metode diferensial adalah sebagai berikut (Metz, 1988):

$$-\frac{d[A]}{dt} = kA^n \quad (2.5)$$

dimana :

- $-\frac{d[A]}{dt}$ = laju berkurangnya konsentrasi A
- A = konsentrasi reaktan A
- n = orde reaksi
- k = konstanta laju

Persamaan laju reaksi berorde satu

$$-\frac{d(A)}{dt} = k(A) \quad (2.6)$$

dapat diintegrasikan setelah ditulis dalam bentuk

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

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

$$\int_{(A)_0}^{(A)_1} \frac{d(A)}{(A)} = k \int_{t_0}^{t_1} dt \quad (2.7)$$

$$-\ln \frac{(A)_1}{(A)_0} = k(t_1 - t_0) \quad (2.8)$$

Bentuk persamaan yang sangat besar kegunaannya diperoleh bila t_0 diambil sama dengan nol, dan konsentrasi awal dinyatakan sebagai $(A)_0$.

$$\ln \frac{(A)_o}{(A)} = kt \quad (2.9)$$

atau

$$\ln(A) = \ln(A)_o - kt \quad (2.10)$$

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

Persamaan 2.10 bisa disesuaikan pada reaksi hidrolisis sukrosa yang diamati dengan mengukur harga α menggunakan polarimeter, sehingga diperoleh persamaan 2.11 (Mattews, 1985) :

$$\ln(\alpha_t - \alpha_\infty) = \ln(\alpha_o - \alpha_\infty) - kt \quad (2.11)$$

dimana, α_o = sudut putar bidang polarisasi awal

α_t = sudut putar bidang polarisasi pada waktu t

α_∞ = sudut putar bidang polarisasi pada waktu tak

hingga (saat semua sukrosa sudah terhidrolisis)

2.5 Sifat Kimia Glukosa dan Fruktosa (Gula Invert)

Glukosa adalah monosakarida yang termasuk dalam golongan heksosa yaitu monosakarida dengan rantai 6 atom karbon sebagai rantai penyusunnya. Glukosa mampu mereduksi senyawa-senyawa pengoksidasi seperti ferisianida, hidrogen peroksida atau ion kupri dalam larutan Benedict sehingga sering disebut sebagai gula pereduksi (Lehninger, 1982).

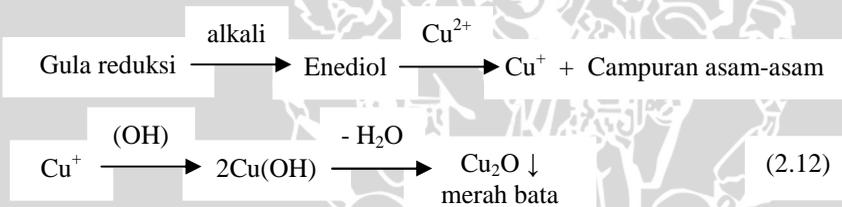
Fruktosa dapat dioksidasi dan menghasilkan endapan merah bata karena larutan basa fruktosa berada dalam kesetimbangan dengan 2 aldehida diastereomerik serta penggunaan zat-antara tautomerik enadiol yang menghasilkan 2 produk karbonil. Gugus keton pada fruktosa dapat menjalani tautomeri sehingga dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi kuat pada ikatan rangkap karbon – karbon tautomer enolnya dengan adanya serah terima hidrogen asam dari karbon ke oksigen karbonil. Pada saat fruktosa dalam bentuk aldehid inilah maka fruktosa menunjukkan hasil positif dengan Fehling AB (Muhaimin, 2008).

2.6 Analisis Gula

Gula reduksi ialah gula yang mempunyai gugus aldehida atau keton bebas yang dalam suasana basa dapat mereduksi logam-logam, sedangkan gula itu sendiri teroksidasi menjadi asam-asam

(asam aldolat, asam ketonat atau asam uronat). Gula reduksi dalam nira, sirup atau tetes tebu terutama terdiri dari glukosa dan fruktosa dengan perbandingan sekitar 1 : 1. Metode yang digunakan untuk menentukan kadar gula reduksi dalam nira, sirup dan tetes tebu ialah metode Lane & Eynon (Risvank, 2008).

Menurut Risvank (2008), gula reduksi dapat mereduksi larutan Fehling menjadi tembaga oksida yang mengendap berwarna merah bata (ion kupri tereduksi menjadi ion kupro). Larutan Fehling A mengandung ion kupri (CuSO_4), sedangkan larutan Fehling B mengandung campuran alkali (NaOH dan $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$). Gula reduksi 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 kupro hidroksida yang dalam keadaan panas mendidih akan mengendap menjadi endapan kupro oksida (Cu_2O) yang berwarna merah bata. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada persamaan 2.12.



2.7 Zat Pengawet Natrium Bisulfit

Zat pengawet anorganik yang masih sering dipakai adalah sulfid, nitrat dan nitrit. Sulfid digunakan dalam bentuk gas SO_2 , garam Na, atau K-sulfid, bisulfid dan metabisulfid. Natrium bisulfid merupakan bahan pengawet yang sering digunakan oleh pengrajin gula kelapa untuk mengawetkan nira terutama dalam menekan kinerja *Saccharomyces ceriviceae*. Menurut Cahyadi (2006) dalam Lubis (2008), senyawa sulfid efektif digunakan sebagai pengawet karena bersifat tidak mudah terdisosiasi pada kondisi asam. Senyawa sulfid mudah menembus dinding sel mikroba, bereaksi dengan asetaldehida membentuk senyawa yang tak dapat difermentasi oleh enzim mikroba, mereduksi ikatan disulfida enzim, dan bereaksi dengan keton membentuk hidroksisulfonat yang menghambat mekanisme pernafasan mikroba.

2.8 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kajian teori di atas maka dapat ditarik hipotesis-hipotesis yang berkaitan dengan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penggunaan natrium bisulfit dapat menjaga kualitas nira selama 5 hari penyimpanan berdasarkan parameter pH dan kadar sukrosa nira.
2. Penggunaan natrium bisulfit dapat memperlambat laju hidrolisis sukrosa.



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 November – Desember 2010.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Sampel Penelitian

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

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium bisulfit (NaHSO_3) teknis, kapur, asam klorida (HCl) p.a, natrium hidroksida (NaOH) p.a, larutan Fehling, polialumunium klorida (PAC) teknis, *metilen blue*, aquades, dan aluminium foil.

3.2.3 Alat Penelitian

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

3.3 Rancangan Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini dilakukan perbedaan penambahan natrium bisulfit dengan rincian sebagai berikut :

- Nira ditambah dengan 4,5 g kapur
- Nira ditambah dengan 4,5 g kapur dan 4 g natrium bisulfit

Selanjutnya sampel dilakukan uji yang terdiri atas 2 parameter, yaitu kualitas nira dan laju hidrolisis sukrosa. Kualitas nira dilihat berdasarkan perubahan pH dan kadar sukrosa nira. Laju hidrolisis sukrosa diamati menggunakan alat polarimeter dengan variabel perubahan waktu tiap 10 menit sekali selama 2 jam.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sampel
2. Uji kualitas nira
 - Pengukuran pH sampel
 - Pengukuran gula reduksi untuk penentuan kadar sukrosa sampel
3. Pengukuran sudut putar bidang polarisasi sampel
4. Analisa data

3.5 Cara Kerja Penelitian

3.5.1 Persiapan sampel

Pada kedua penampung nira dilakukan penambahan dan tanpa natrium bisulfit, kemudian juga dimasukkan 4,5 g kapur pada kedua wadah penampung. Wadah penampung dipasang pada mayang pohon kelapa saat sore hari (jam 17.00 - 18.00) dan diambil pada pagi hari (jam 06.00). Nira yang didapat 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

Kedua jenis sampel dimasukkan dalam botol film hingga penuh, kemudian diukur pH-nya menggunakan kertas pH universal. Pengukuran pH sampel dilakukan tiap satu hari sekali selama 5 hari.

3.5.2.2 Pengukuran kadar gula reduksi sampel dengan metode Lane dan Eynon

a. Penentuan gula reduksi awal

- Pembuatan larutan titran

Sampel nira diambil sebanyak 10 mL, ditambahkan larutan EDTA 5 mL, kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tanda batas. Selanjutnya larutan ini diisikan ke dalam buret secukupnya sebagai larutan titran.

- Pengukuran gula reduksi

Larutan Fehling dipipet sebanyak 10 mL (5 mL Fehling A dan 5 mL Fehling B) ke dalam labu Erlenmeyer, ditambahkan beberapa batu didih, kemudian dididihkan selama 1 menit di atas

pemanas listrik sambil diaduk menggunakan *stirer bar*. Pada saat larutan mendidih ditambahkan 5 tetes metilen biru, kemudian ditambahkan tetes demi tetes larutan titran dari buret hingga warna biru berubah menjadi warna merah bata. Selanjutnya dicatat volume larutan titran yang terpakai selama titrasi.

b. Penentuan gula reduksi akhir

- Pembuatan larutan titran

Sisa titran pada penentuan gula reduksi awal diambil sebanyak 10 mL ke dalam gelas kimia 250 mL, ditambahkan 10 mL HCl 6,3 M, ditambahkan akuades sebanyak 25 mL, dipanaskan pada suhu 70 °C selama 20 menit, kemudian larutan dinetralkan dengan NaOH 6,3 M. Selanjutnya larutan diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades hingga tanda batas. Larutan ini diisikan ke dalam buret secukupnya sebagai larutan titran.

- Pengukuran gula reduksi

Larutan Fehling dipipet sebanyak 10 mL (5 mL Fehling A dan 5 mL Fehling B) ke dalam labu Erlenmeyer, ditambahkan beberapa batu didih, kemudian dididihkan selama 1 menit di atas pemanas listrik sambil diaduk menggunakan *stirer bar*. Pada saat larutan mendidih ditambahkan 5 tetes metilen biru, kemudian ditambahkan tetes demi tetes larutan titran dari buret hingga warna biru berubah menjadi warna merah bata. Selanjutnya dicatat volume larutan titran yang terpakai selama titrasi.

3.5.3 Pengukuran sudut putar bidang polarisasi sampel

Kedua larutan sampel masing-masing diambil sebanyak 50 mL ke dalam gelas kimia yang berbeda, kemudian pada tiap sampel ditambahkan 0,6 g PAC dan 2 mL NaOH 1M. Pemisahan endapan larutan dilakukan dengan sentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan berkisar 4-5 rpm. Selanjutnya bagian larutan yang jernih diambil untuk diamati menggunakan polarimeter.

Terlebih dahulu pengamatan sudut putar dilakukan pada akuades sebagai blanko. Kemudian pengamatan dilanjutkan pada kedua larutan sampel yang telah dijernihkan. Sudut putar (α) masing-masing sampel diamati setiap 10 menit sekali selama 2 jam secara bergantian. Data tiap pengamatan dicatat sebagai α_t terhadap fungsi waktu. Bila kedua sampel sudah diamati selama 2 jam, maka sisa kedua sampel dilakukan hidrolisis dengan dipanaskan pada suhu

70° C selama 20 menit. Selanjutnya kedua sampel tersebut diamati lagi menggunakan polarimeter sebagai data α_{∞} .

3.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dari pengukuran pH dan kadar sukrosa dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui hubungan penambahan natrium bisulfit terhadap kualitas nira. Sedangkan data dari pengukuran perputaran bidang polarisasi berupa nilai α dianalisis untuk menentukan kinetika reaksi hidrolisis menggunakan metode grafik.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh penggunaan bisulfit terhadap kualitas nira dan laju hidrolisis sukrosa, yaitu dengan cara membandingkan nira yang ditambahkan bisulfit dengan tanpa penambahan bisulfit. Pengaruh penggunaan bisulfit dalam nira didasarkan pada penentuan harga pH dan kadar sukrosa dalam nira. Selain itu, juga dilakukan penentuan laju hidrolisis sukrosa.

4.1. Penentuan Harga pH Nira

Gula kelapa merupakan hasil olahan nira kelapa, yang kualitasnya sangat ditentukan oleh kualitas nira. Nira kelapa yang berkualitas baik dan masih segar mempunyai rasa manis, berbau harum, tidak berwarna, derajat keasaman (pH) berkisar 6-7, dan kandungan gula reduksinya relatif rendah (Trisnamurti *dkk.*, 1999). Oleh karenanya pada penelitian ini dilakukan pengukuran pH awal nira hasil sadapan. Hasil pengukuran pH awal nira dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil sadapan nira dengan variasi bisulfit

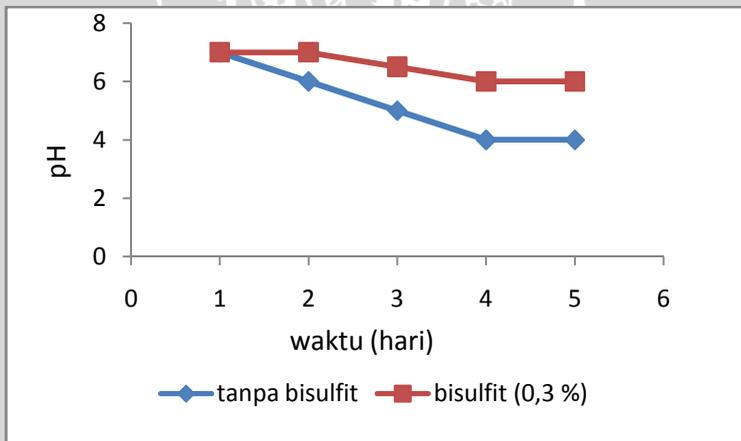
No	Massa Kapur (g)	Massa bisulfit (g)	Volume nira (mL)	Konsentrasi bisulfit (%-b/v)	pH awal nira
1	4,5	0	1070	0,00	7
2	4,5	4	1000	0,30	7

* Bisulfit yang dipakai memiliki kemurnian 75 %

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa harga pH awal nira tanpa dan dengan penambahan bisulfit memiliki nilai yang sama yaitu 7. Hal ini disebabkan air kapur yang ditambahkan dalam nira akan membentuk sistem buffer yang mampu mempertahankan harga pH nira. Sistem buffer dalam nira terbentuk dari garam kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung dalam kapur dengan gas CO_2 terlarut (Clara, 2008). Gas CO_2 dihasilkan dari proses metabolisme mikroba dan mengalami reaksi hidrolisis membentuk ion HCO_3^- . Namun sistem buffer tersebut tidak selamanya dapat mempertahankan pH

nira, karena setiap buffer memiliki kapasitas dalam mempertahankan pH. Faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu buffer adalah konsentrasi asam/basa konjugasi dan konsentrasi asam/basa. Jadi dalam larutan nira ini, perbandingan konsentrasi ion HCO_3^- dan CH_3COOH akan mempengaruhi kemampuan buffer dalam mempertahankan harga pH.

Nira umumnya akan mudah berubah harga pH-nya karena secara alami dalam nira terdapat *Saccharomyces cereviceae*. Selain dapat menyebabkan fermentasi keberadaan mikroba ini juga dapat menyebabkan proses hidrolisis dalam nira, karena di dalamnya terkandung enzim invertase. Proses fermentasi oleh *Saccharomyces cereviceae* akan mengakibatkan sebagian gula berubah menjadi asam asetat sehingga penyimpanan nira dalam waktu tertentu sangat dimungkinkan akan merubah harga pH. Gambar 4.1 memperlihatkan pengaruh penambahan natrium bisulfit pada harga pH nira selama 5 hari penyimpanan.

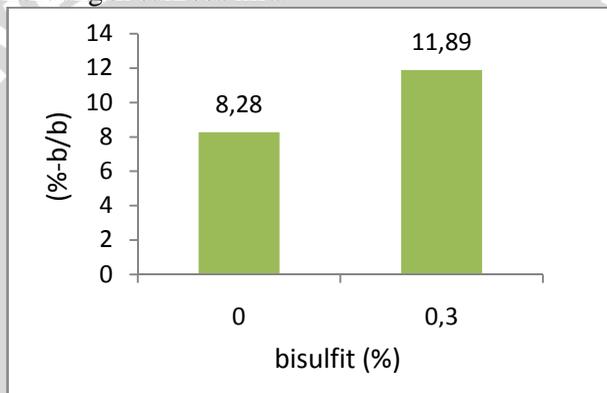


Gambar 4.1. Perubahan pH nira pada berbagai variasi waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 perubahan nilai pH selama 5 hari penyimpanan untuk nira tanpa bisulfit dan dengan penambahan bisulfit 0,3% adalah berbeda. Harga pH nira tanpa adanya bisulfit menurun hingga tiga satuan. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat harga pH turun, konsentrasi asam asetat lebih banyak dibandingkan konsentrasi ion HCO_3^- sehingga akan melampaui kapasitas dari

4.2. Kadar Sukrosa Nira

Selain harga pH nira, standar penentuan kualitas gula kelapa juga ditentukan pada kandungan sukrosa. Kandungan sukrosa yang tinggi akan menghasilkan gula yang berkualitas baik karena memiliki tekstur yang keras. Sebaliknya bila kandungan gula reduksi tinggi maka akan dihasilkan gula kelapa yang lembek. Oleh karena itu, terjadinya hidrolisis sukrosa menjadi gula reduksi harus dicegah. Salah satu pencegahan yang biasanya dilakukan adalah dengan menambahkan natrium bisulfit dalam nira. Gambar 4.2 memperlihatkan pengaruh penambahan natrium bisulfit terhadap jumlah kandungan sukrosa nira.



Gambar 4.2. Kadar sukrosa dalam nira tanpa dan dengan penambahan bisulfit pada hari ke-1

Seperti halnya pH nira, kadar sukrosa nira kelapa juga mengalami penurunan. Penurunan kadar sukrosa disebabkan oleh aktivitas enzim invertase yang akan menguraikan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Gambar 4.2 menunjukkan kadar sukrosa untuk nira tanpa bisulfit adalah 8,28%, sedangkan nira dengan penambahan bisulfit 0,3% adalah 11,89%. Kedua nilai tersebut masih dibawah kadar sukrosa umumnya pada nira, yaitu 12,3-17,4% (Goutara dan Wijandi, 1980). Ketidaksesuaian ini dimungkinkan karena lamanya proses penyadapan nira sehingga nira terlebih dahulu mengalami hidrolisis.

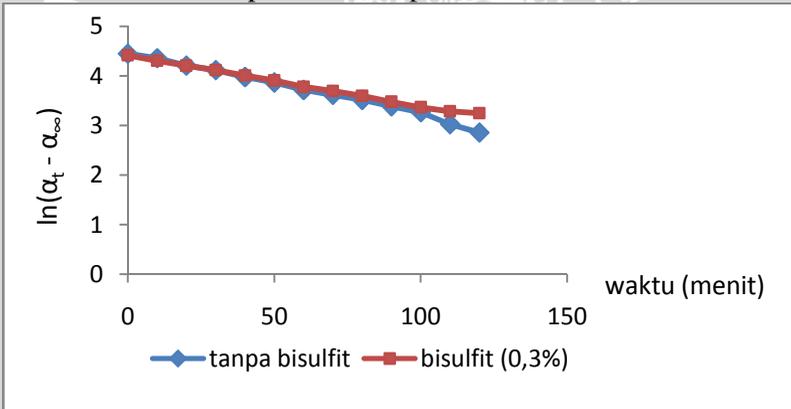
Bila hasil pengamatan pada Gambar 4.2 dibandingkan, maka kadar sukrosa untuk nira dengan bisulfit 0,3% akan lebih banyak 3,61% dibandingkan tanpa adanya bisulfit. Hasil ini menunjukkan

dengan adanya bisulfit dapat meminimalisasi terjadinya proses hidrolisis sukrosa menjadi gula reduksi.

4.3. Pengaruh Bisulfit terhadap Laju Hidrolisis Sukrosa

Hidrolisis sukrosa dapat dikatalisis oleh asam atau enzim. Enzim yang bekerja dalam proses hidrolisis sukrosa adalah enzim invertase. Enzim ini akan memecah molekul sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Laju reaksi hidrolisis sukrosa dipengaruhi oleh konsentrasi sukrosa dan air. Karena jumlah air dalam nira berlebih dan selama reaksi berlangsung perubahan konsentrasi air kecil maka laju reaksi hanya bergantung pada konsentrasi dari sukrosa saja. Reaksi ini disebut dengan reaksi *pseudo orde-1*.

Harga sudut putar (α) hasil pengukuran selama 120 menit dianalisis untuk menentukan kinetika orde 1 sesuai persamaan 2.3. Hasil kurva kedua sampel diberikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Hubungan antara α terhadap waktu pada kinetika orde 1

Persamaan garis kinetika orde 1 pada Gambar 4.3 menunjukkan penurunan sudut putar sampel tiap perubahan waktu. Menurut Anna (1994), pada hidrolisis sukrosa akan dihasilkan glukosa dan fruktosa. Sukrosa dan glukosa dapat memutar cahaya terpolarisasi ke kanan, sedangkan fruktosa ke kiri. Akan tetapi karena pemutaran fruktosa lebih besar dibandingkan pemutaran oleh sukrosa maupun glukosa, maka dalam campuran larutan akan menghasilkan putaran ke kiri. Bila dibuat persamaan kinetika orde 1 berdasarkan

kurva pada Gambar 4.3 akan diperoleh hasil konstanta laju pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Konstanta laju hidrolisis pada nira tanpa dan dengan bisulfit

Kadar Bisulfit (%)	Persamaan	R ²	k (m ⁻¹)	t _{1/2} (m)
0	$y = -0,012x + 4,491$	0,992	0,012	57,75
0,3	$y = -0,010x + 4,411$	0,997	0,010	69,30

Hasil pada Tabel 4.2. menunjukkan penambahan garam bisulfit 0,3% memberikan pengaruh terhadap laju hidrolisis sukrosa. Kedua persamaan memberikan kemiringan bernilai negatif yang memberikan makna berkurangnya konsentrasi reaktan, dalam hal ini sukrosa. Bila dilihat harga tetapan laju reaksi k, adanya bisulfit memberikan laju lebih lambat 1,2 kali dibandingkan laju tanpa adanya bisulfit, sehingga adanya bisulfit 0,3% sedikit dapat memperlambat proses hidrolisis sukrosa.

Selain harga k, jumlah sukrosa yang berkurang akibat hidrolisis juga dapat diketahui dari waktu paruhnya (t_{1/2}). Waktu paruh, t_{1/2} merupakan waktu saat jumlah sukrosa mencapai separuh dari jumlah semula. Tabel 4.2 memperlihatkan waktu paruh untuk nira dengan penambahan bisulfit 0,3% (69,30 menit) lebih lama 11,55 menit dari waktu paruh nira tanpa bisulfit (57,75 menit). Akan tetapi kedua nilai tersebut masih relatif singkat sehingga dapat diperkirakan dalam waktu sehari (24 jam) jumlah sukrosa dalam nira akan habis terhidrolisis.

Berdasarkan hasil percobaan, penambahan bisulfit 0,3% mampu menghambat proses fermentasi, tetapi tidak mampu menghambat laju hidrolisis sukrosa selama 5 hari penyimpanan. Menurut Rustiana (2011), gula kelapa yang dihasilkan dari nira dengan penambahan bisulfit 0,3% memiliki residu bisulfit berkisar 100 ppm sehingga masih jauh di bawah batas aman yang ditetapkan Standar Industri Indonesia (SII) 0268-85 yaitu sebesar 300 ppm. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan penggunaan bisulfit di atas 0,3% untuk melihat efektivitas zat ini pada konsentrasi lebih tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian dan uji-uji yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan :

1. Penambahan bisulfit 0,3 % memberikan pengaruh terhadap kualitas nira selama 5 hari penyimpanan : (a) mampu menjaga pH nira pada kisaran 7-6, (b) pada pengukuran hari pertama, kadar sukrosa lebih banyak 3,61 % dibandingkan tanpa bisulfit, tetapi akan habis terhidrolisis dalam waktu 24 jam. Hal ini berarti penggunaan bisulfit 0,3 % mampu menghambat proses fermentasi dengan baik, namun kurang mampu menghambat laju hidrolisis sukrosa.
2. Pada penggunaan natrium bisulfit 0,3% diperoleh nilai k sebesar $0,01 \text{ s}^{-1}$ atau lebih kecil dari nilai k pada nira tanpa adanya natrium bisulfit yaitu $0,012 \text{ s}^{-1}$. Hal ini menandakan bahwa dengan penggunaan natrium bisulfit 0,3% laju hidrolisis sukrosa akan berjalan lebih lambat 1,2 kali dari tanpa adanya natrium bisulfit.

B. SARAN

Penggunaan natrium bisulfit dalam pengawetan nira harus dibatasi, sehingga perlu penelitian lanjutan untuk mencari jumlah efektif penggunaan bisulfit tanpa melebihi kadar residu bisulfit sesuai ketentuan SII. Bahkan bila dimungkinkan perlu dicarikan bahan pengganti bisulfit yang mampu menjaga kualitas nira dan penggunaannya tidak beresiko bagi kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, R. A. dan D. Farrington. 1987. **Kimia Fisika**. Erlangga. Jakarta.
- Anna, P. 1994. **Dasar – Dasar Biokimia**. Jakarta : UI.
- Ari, H. 2005. **Hidrolisis Sukrosa**. <http://6te.net/download/KF2-3konstanta.doc>. Diakses tanggal 15 Juni 2010.
- Atkins, P.W. 1978. **Physical Chemistry**. Oxford University Press. Ney York.
- BALITKA. 1989. **Potensi Nira Tanaman Kelapa Sebagai Pemasok Gula Non-Tebu**. Laporan Bulanan Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- BSNI. 1992. **Cara Uji Gula**. SNI 01-2892-1992.
- Buckle. 1987. **Ilmu Pangan**. UI press. Jakarta.
- 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 tanggal 21 April 2011.
- Dante,E. 2008. **Kajian Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Warna Gula Merah**. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB : Bogor.
- Departemen Kesehatan R.I. 1981. **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Bhatara Press. Jakarta.

Goutara dan Wijandi, S. 1980. **Dasar Pengolahan Gula IV**. Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB. 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.

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

Lehninger. 1982. **Dasar-Dasar Biokimia Jilid I**. Penerbit Erlangga. Jakarta.

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

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

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

Muhaimin. 2008. **Hidrolisis Polisakarida**. [http:// one. indoskripsi. com/ node/ 2195](http://one.indoskripsi.com/node/2195). Diakses tanggal 15 Juni 2010.

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

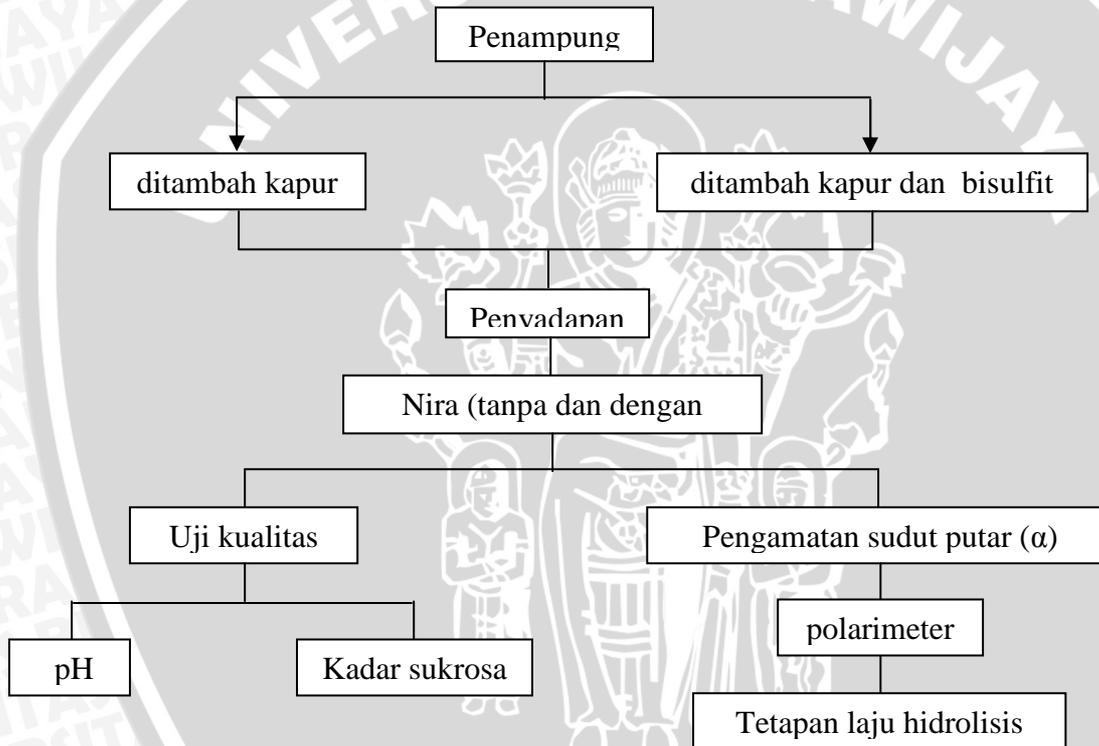
Risvank, K. 2008. **Inversi Sukrosa Pada Nira Tebu**. [http://www.Risvank.com/2009/1/ Inversi-sukrosa-pada-nira-tebu.pdf](http://www.Risvank.com/2009/1/Inversi-sukrosa-pada-nira-tebu.pdf). Diakses tanggal 5 Juni 2010.

Rustiana, T.A. 2011. **Pengaruh Penambahan Natrium Bisulfit Terhadap Intensitas Warna dan Kualitas Gula Kelapa**. Skripsi. FMIPA : KIMIA. UB Malang.

- Santoso, H.B. 1993. **Pembuatan Gula Kelapa**. Kanisius. Yogyakarta.
- Solomon, T.W.G., dan C.B. Fryhle. 2004. **Organic Chemistry**. Eighth Ed., John Willey & Sons. New York.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 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.
- 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. 5: 36-40.
- Wasewar, K.L., Pangarkar, V.G., Yawalkar, A.A., and J.A., Moulijn. 2004. **Fermentation of Glucose to Lactic Acid Coupled With Reactive Extraction**. A Review, Ind Chem Eng Res, 43. 5969-5982.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir 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 dengan akuades sebanyak 50 mL dalam gelas kimia, dipindahkan larutan 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 dengan akuades sebanyak 50 mL dalam gelas kimia, dipindahkan larutan 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, dipindahkan larutan 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 diencerkan dengan akuades hingga tanda batas lalu 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 memipet sebanyak 52,2 mL dari larutan HCl 12,6 M, lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 50 mL akuades. Kemudian dipindahkan ke 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, dipindahkan larutan 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, dipindahkan larutan 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 :

Massa EDTA = [EDTA (b/v)] x V

$$= 40 \frac{\text{g}}{\text{L}} \times \frac{0,1 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 4 \text{ g}$$

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 :

Massa metilen blue = [metilen blue (%-g/mL)] x V

$$= 1\% (\text{g/mL}) \times 100 \text{ mL}$$

$$= 1 \text{ g}$$

L.3.3. Pembuatan larutan HCl 6,3 M

Molaritas HCl = 12,06 M

Untuk membuat HCl sebanyak 100 ml :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 12,06 \text{ M} = 100 \text{ mL} \times 6,3 \text{ M}$$

$$\text{Vol. HCl} = \frac{6,3 \text{ M} \times 100 \text{ mL}}{12,6 \text{ M}} = 52,2 \text{ mL}$$

L.3.4. Pembuatan larutan NaOH 6,3 M

Berat molekul NaOH = 40 g mol^{-1}

Untuk membuat NaOH sebanyak 100 ml :

Massa NaOH = Mr NaOH x M x V

$$= 40 \text{ g mol}^{-1} \times 6,3 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L}$$

$$= 25,2 \text{ g}$$

L.3.5. Pembuatan larutan NaOH 1 M

Berat molekul NaOH = 40 g mol^{-1}

Untuk membuat NaOH sebanyak 100 ml :

Massa NaOH = Mr NaOH x M x V

$$= 40 \text{ g mol}^{-1} \times 1 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L}$$

$$= 4 \text{ g}$$

Lampiran 4. Diagram Kerja Penelitian

L.4.1. Persiapan Sampel

Natrium bisulfit dimasukkan ke dalam penampung nira dengan variasi 0 g dan 4 g

- ditambahkan 4,5 g kapur ke dalam masing-masing penampung nira
- dipasang penampung pada mayang yang akan disadap
- disadap nira pada sore hari (jam 17.00 – 18.00), diambil pagi hari (jam 06.00)
- disaring, diukur volumenya kemudian dimasukkan dalam botol
- disimpan dalam wadah berisi es

Sampel tanpa dan dengan natrium bisulfit

L.4.2. Uji Kualitas Nira

L.4.2.1 Pengukuran pH sampel

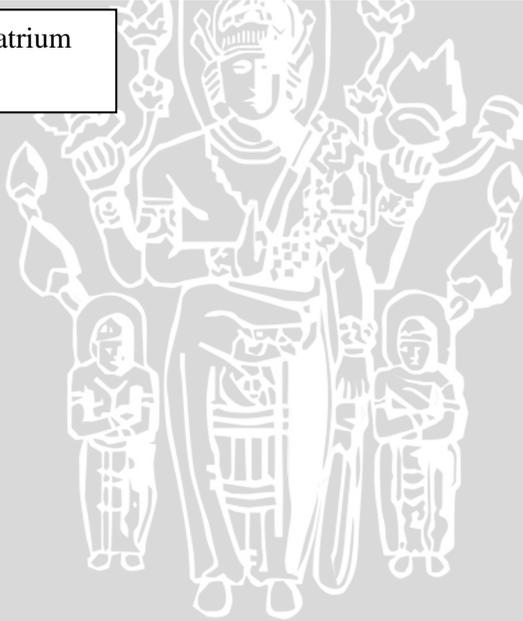
Sampel tanpa dan dengan penambahan natrium bisulfit

- dimasukkan ke dalam botol film hingga penuh
- diukur harga pH-nya dengan kertas pH universal setiap hari selama 5 hari

Data pH

- dibandingkan harga pH kedua sampel

Pengaruh natrium bisulfit



L.4.2.2 Pengukuran kadar gula reduksi sampel secara volumetri

a. Penentuan gula reduksi awal

- Pembuatan larutan titran

sampel

- diambil sebanyak 10 mL dengan pipet ukur
- dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- ditambahkan 5 mL larutan EDTA
- diencerkan dengan akuades hingga tanda batas
- dimasukkan dalam buret secukupnya

Larutan titran

- Pengukuran gula reduksi awal sampel

10 mL larutan Fehling

- dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer
- ditambahkan batu didih dan stirer
- dididihkan selama ± 1 menit di atas penangas listrik
- ditambahkan 5 tetes metilen biru
- dititrasi dengan larutan sampel (titran) hingga warna biru menjadi merah bata
- dicatat volume titrasi

Data volume

- dihitung kadar gula reduksi sampel

Kadar gula reduksi awal sampel

b. Penentuan gula reduksi akhir

- Pembuatan larutan titran

Sisa larutan titran untuk gula reduksi awal

- diambil sebanyak 10 mL ke dalam gelas kimia
- ditambahkan 10 mL HCl 6,3 M
- ditambahkan akuades 25 mL
- dipanaskan pada suhu 70 °C selama 20 menit
- dinetralkan dengan NaOH 6,3 M
- dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL
- diencerkan dengan akuades hingga tanda batas

Larutan titran

- Pengukuran gula reduksi akhir sampel

10 mL larutan Fehling

- dimasukkan ke dalam gelas Erlenmeyer
- ditambahkan batu didih dan stirer
- dididihkan selama ± 1 menit di atas penangas listrik
- ditambahkan 5 tetes metilen biru
- dititrasi dengan larutan sampel (titran) hingga warna biru menjadi merah bata
- dicatat volume titrasi

Data volume

- dihitung kadar gula reduksi sampel

Kadar gula reduksi akhir sampel

L.4.3. Pengukuran Sudut Putar Bidang Polarisasi Sampel

50 mL Larutan sampel

- ditambahkan 0,6 g PAC dan 2 ml NaOH 1 M
- dimasukkan kedalam 4 kuvet
- disentrifuge selama 15 menit
- diambil bagian larutan yang jernih

Cairan jernih

- dimasukkan kedalam tabung polarimeter
- diukur dengan melihat bagian yang paling terang
- dicatat sudut putar sampel setiap 10 menit hingga 2 jam (data sudut putar sampel dari menit ke-0 sampai menit ke-120 ditulis sebagai α_t)
- diambil sisa larutan yang jernih dan dipanaskan pada suhu 70°C selama 20 menit, kemudian dihitung sudut putarnya sebagai α_{∞}

Data α

- dibuat grafik hubungan antara sudut putar (α) terhadap waktu
- ditentukan slope atau kemiringan garisnya

Tetapan laju, k

Lampiran 5. Data Hasil Penelitian

Tabel L.5.1 Perubahan harga pH nira tanpa dan dengan bisulfit

Sampel (% bisulfit)	Waktu simpan (hari)				
	I	II	III	IV	V
0	7	6	5	4	4
0,3	7	7	6,5	6	6

Tabel L.5.2 Kandungan jenis-jenis gula pada tiap-tiap sampel

Sampel (% bisulfit)	Kandungan Gula (%)		
	Reduksi awal	Reduksi akhir	Sukrosa
0	5,56	14,27	8,28
0,3	4,65	17,16	11,89

* Pengukuran dilakukan pada hari ke-1

Tabel L.5.3 Sudut putar bidang polarisasi sampel nira tanpa bisulfit

waktu (menit)	α_t	$\alpha_t -$	$\alpha_t - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha_t - \alpha_\infty)$
0	109,5	13,7	85,5	4,45
10	102,6	6,8	78,6	4,36
20	91,5	-4,3	67,5	4,21
30	85,8	-10	61,8	4,12
40	77,6	-18,2	53,6	3,98
50	72	-23,8	48	3,87
60	65,2	-30,6	41,2	3,72
70	61,2	-34,6	37,2	3,62
80	57,7	-38,1	33,7	3,52
90	53,7	-42,1	29,7	3,39
100	50,3	-45,5	26,3	3,27
110	44,8	-51	20,8	3,03
120	41,4	-54,4	17,4	2,86
∞	24	-71,8	0	

* α blanko : 98,5⁰

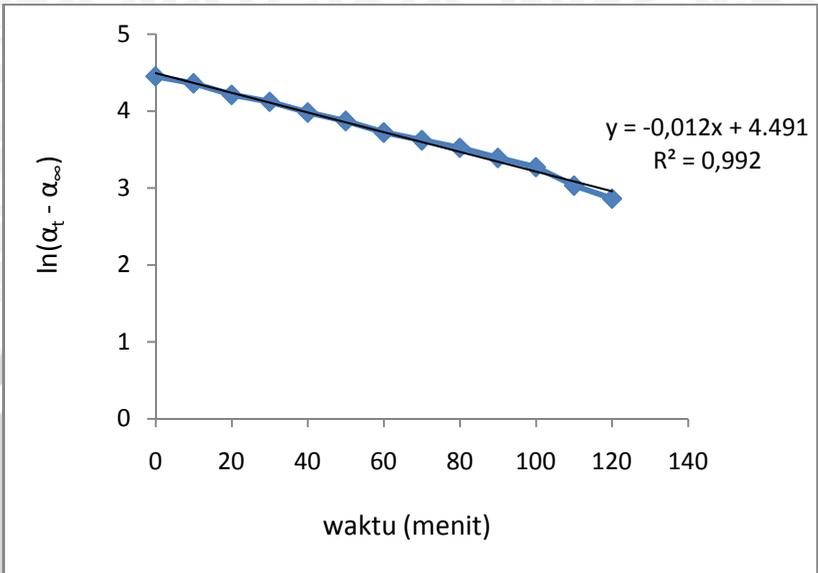
* α_∞ : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)

Tabel L.5.4 Sudut putar bidang polarisasi sampel nira dengan bisulfit 0,3%

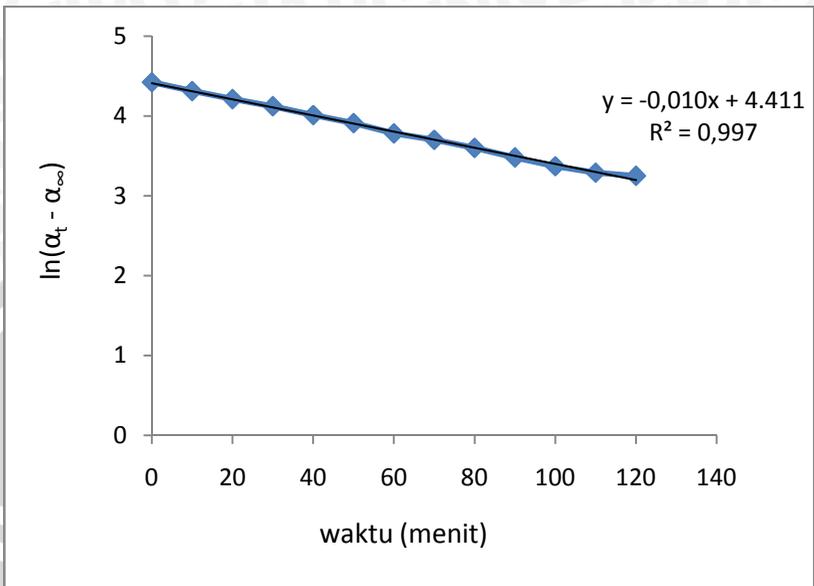
waktu (menit)	α_t	$\alpha_t -$	$\alpha_t - \alpha_\infty$	$\ln(\alpha_t - \alpha_\infty)$
0	106,8	11	82,8	4,42
10	98,3	2,5	74,3	4,31
20	91,5	-4,3	67,5	4,21
30	85,4	-10,4	61,4	4,12
40	78,9	-16,9	54,9	4,01
50	73,9	-21,9	49,9	3,91
60	67,7	-28,1	43,7	3,78
70	64,4	-31,4	40,4	3,7
80	60,5	-35,3	36,5	3,6
90	56,4	-39,4	32,4	3,48
100	53	-42,8	29	3,37
110	50,8	-45	26,8	3,29
120	49,7	-46,1	25,7	3,25
∞	24	-71,8	0	

* α blanko : 98,5⁰

* α_∞ : pengukuran dilakukan pada sampel nira yang telah dihidrolisis (menggunakan pemanasan dan HCl)



Gambar L.5.1. Persamaan laju hidrolisis sukrosa untuk sampel nira tanpa bisulfit



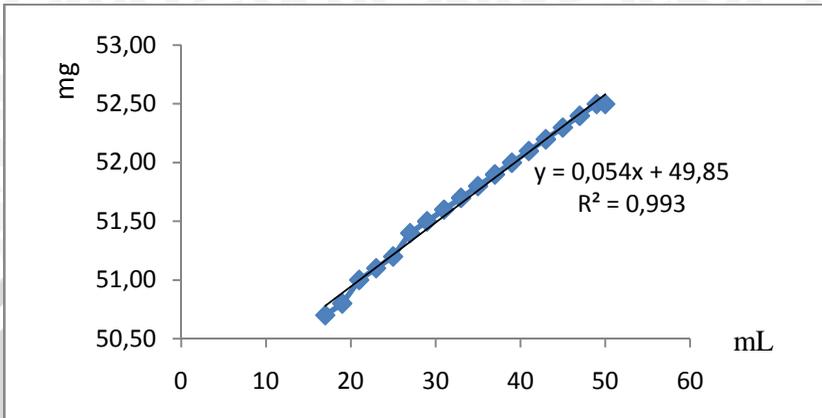
Gambar L.5.7. Persamaan laju hidrolisis sukrosa untuk sampel nira dengan penambahan bisulfit 0,3 %

Lampiran 6. Perhitungan Hasil Penelitian

L.6.1. Penentuan Gula Reduksi

Tabel L.6.1 Faktor Fehling untuk gula invert (BSNI, 1992)

Titration Fehling (ml)	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.6.1. Grafik hubungan antara titrasi Fehling dan gula Invert

Tabel L.6.2 Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi/ invert awal sampel

Sampel (% bisulfit)	Titration Fehling (ml)	Invert (mg)
0	8,35	50,25
0,3	10,05	50,35

Tabel L.6.3 Hasil faktor Fehling untuk pengukuran gula reduksi/ invert akhir sampel

Sampel (% bisulfit)	Titration Fehling (ml)	Invert (mg)
0	33,55	51,67
0,3	28,63	51,39

L.6.2. Perhitungan prosentase 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 (%)

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

$$\begin{aligned} x &= \frac{100}{8,35} \times \frac{50,25}{1000 \times 10,79} \times 100 \% \\ &= 5,56 \% \end{aligned}$$

- Perhitungan gula reduksi akhir

Rumus perhitungan gula reduksi akhir (BSNI, 1992) :

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

Keterangan : T = kadar gula reduksi akhir (%)

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

c = faktor Fehling dari tabel (mg)

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

Misal untuk sampel nira tanpa bisulfit

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

L.6.3. Perhitungan prosentase gula sukrosa

Rumus perhitungan kadar sukrosa (BSNI, 1992) :

$$(\%) \text{ sukrosa} = [T - X] \times 0,95$$

Misal untuk sampel tanpa bisulfit,

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

L.6.3. 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 :

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

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

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