

**Pengaruh Penambahan Belerang Dioksida dan  
Kalsium Karbonat terhadap Kualitas Gula Kristal  
dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr)**

**OLEH :**

**HESRAWATI  
M 121 02 054**



29-2-08  
Fak. Kehutanan  
1412  
Hadiah  
36  
SKR-KH 08

HES  
P

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008**

**Pengaruh Penambahan Belerang Dioksida dan  
Kalsium Karbonat terhadap Kualitas Gula Kristal  
dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr)**

**OLEH :**

**HESRAWATI  
M 121 02 054**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul** : Pengaruh Penambahan Belerang Dioksida dan Kalsium Karbonat terhadap Kualitas Gula Kristal dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr)

**Nama** : Hesrawati

**NIM** : M 121 02 054

**Program studi** : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kehutanan pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

**Menyetujui,  
Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Astuti Arif, S.Hut., M.Si.**

**Pembimbing II**

**Ir. Baharuddin, MP.**

**Pembimbing III**

**Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan  
Universitas Hasanuddin**

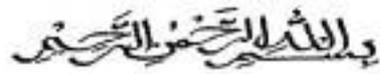


**Ir. Beta Potranto, M.Sc.**

**NIP 130 792 980**

**Tanggal Lulus : 21 Februari 2008**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala Puji hanya milik Allah *Subhanahu Wa ta'ala* yang telah memberikan begitu banyak nikmat terutama nikmat kehidupan serta nikmat kesehatan yang penulis masih miliki saat ini, sehingga penulis mampu menyelesaikan studi.

Skripsi dengan judul "**Pengaruh Penambahan Belerang Dioksida dan Kalsium Karbonat terhadap Kualitas Gula Kristal dari Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*)**" ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Akademik dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis menemukan begitu banyak hambatan dalam penyusunan skripsi ini namun berkat keyakinan, kesabaran serta bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak sehingga semua halangan tersebut dapat penulis lewati. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Astuti Arif, S.Hut., M.Si., Bapak Ir. Baharuddin, MP., serta Bapak Drs. Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt., sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan pengarahan dengan penuh kesabaran dan kecermatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Teriring doa, *Jazakumullahu Khair* (semoga Allah *Azza Wa Jalla* memberikan balasan yang lebih baik).

2. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi**, Bapak **Ir. Beta Putranto, M.Sc.**, dan Bapak **Suhasman, S.Hut., M.Si.** selaku dosen penguji atas saran dan koreksinya serta kesediaan waktunya.
3. Bapak **Dr. Ir. Muh. Restu, MP.** dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc.** selaku Dekan dan Pembantu Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
4. Bapak **Ir. Beta Putranto, M.Sc.** selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan serta seluruh **Dosen Pengajar dan Staf Administrasi** Fakultas Kehutanan atas arahan dan bantuannya, semoga Allah *Azza Wa Jalla* memberikan balasan yang lebih baik .
5. Keluarga besar **H. Dg. Naba** dan masyarakat desa yang telah memberikan bantuan dan perhatian selama melakukan penelitian ini.
6. Keluarga besar **Bapak Damri** (Kepala Desa Sakkoli) yang telah menerima kami untuk melakukan KKN di Desa Sakkoli Kab.Wajo serta Anto, Anti, dan Zahwa atas motivasinya.
7. Rekan-rekan mahasiswa Kehutanan Unhas, terkhusus angkatan "02" (Emi, Selin, Wira, Tamin, Afif, Risal, Rahmat, Tere , Tian, wawieq, nita, Kak Heru dan yang lainnya) yang telah berbagi suka dan duka selama menjalani kehidupan kampus.
8. Saudariku akhwat **GAMIS, FOSMIM, MPM, dan FSUA Syukran** *Jazakumullahu Khair* karena telah memberikan warna dalam kehidupan penulis. Teruski berjuang ukhti karena profesi yang kalian geluti/lakoni

merupakan profesi mulia, jangan mau tergantikan dan jangan sampai tersia-siakan hanya karena urusan yang sia-sia.

9. Kedua orangtuaku, ayahanda **La Ode Wangku** dan ibunda **Wa Ode Muhaya** yang telah mendoakan dan mendidik dengan penuh kasih sayang yang tulus. Pengorbanan, motivasi dan nasihat yang senantiasa diberikan disetiap saat dalam kehidupan ini semoga Allah *Azza Wa Jalla* memberikan ridha dan rahmat-Nya kepada kalian, Amin. Serta kepada saudara-saudaraku tercinta yang selalu menyemangatiku untuk menyelesaikan skripsi ini. Semoga kalian pun senantiasa mendapatkan apa yang kalian cita-citakan.

Sebagai manusia biasa yang penuh keterbatasan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena kesempurnaan yang abadi hanyalah milik Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Untuk itu sebagai insan akademis, penulis dengan senang hati membuka diri untuk menerima segala sumbangsih pemikiran yang inovatif dan saran yang konstruktif bagi persembahan keilmuan serta kepentingan masyarakat luas.

Akhir kata penulis haturkan terima kasih serta doa dan harapan semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas semua budi baik dengan berlipat ganda serta senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, amin.

Makassar, Februari 2008

Penulis

## ABSTRAK

**Hesrawati (M 121 02 054). Pengaruh Penambahan Belerang Dioksida dan Kalsium Karbonat terhadap Kualitas Gula Kristal dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr) di bawah bimbingan Astuti Arif, Baharuddin, dan Syaharuddin Kasim.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas gula kristal dari nira aren (*Arenga pinnata* Merr) dengan penambahan pelarut anorganik berupa belerang dioksida dan kalsium karbonat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengembangan nira aren menjadi gula kristal.

Pengambilan sampel nira dan proses produksi dilakukan di Desa Bontomanai Kecamatan Bungaya Kabupaten Gowa. Proses pengeringan dan pemadatan dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin serta Proses pengujian kualitas dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Makassar dan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gula kristal dengan penambahan Kalsium Karbonat memiliki warna yang lebih putih. Sedangkan untuk gula pereduksi, susut pengeringan, dan kadar abu yang lebih baik adalah gula kristal dari nira aren dengan penambahan belerang dioksida. Untuk rendemen, gula kristal tanpa pelarut menghasilkan nilai rendemen yang tertinggi.

Meskipun demikian, kualitas gula kristal yang dihasilkan baik tanpa penambahan pelarut, maupun dengan penambahan pelarut masih tergolong kurang baik karena warna larutan gula, susut pengeringan dan gula pereduksi belum memenuhi standar walaupun kadar abunya memenuhi standar SNI 01-3140-2001.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Pohon	
1. Sistematika.....	3
2. Syarat Tumbuh.....	4
3. Potensi dan Penyebarannya .....	5
B. Tanaman SumberGula .....	6
C. Proses Produksi	
1. Persiapan Penyadapan Nira .....	7
2. Proses Penyadapan Nira.....	8
3. Mencegah Kerusakan Nira .....	10
4. Pembuatan Gula Kristal .....	11

D. Pengaruh Penambahan Pelarut Anorganik .....	12
E. Mutu Gula Kristal .....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Tempat.....	17
B. Alat dan Bahan.....	17
C. Prosedur Kerja	
1. Pengambilan Sampel.....	18
2. Pembuatan Gula Kristal .....	19
3. Pengujian Kualitas .....	20
D. Analisis Data.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil	
1. Warna Larutan .....	24
2. Susut Pengerangan .....	25
3. Gula Pereduksi .....	25
4. Kadar Abu Konduktiviti .....	25
5. Rendemen .....	26
B. Pembahasan	
1. Warna Larutan .....	26
2. Susut Pengerangan .....	27
3. Gula Pereduksi .....	28
4. Kadar Abu Konduktiviti .....	29
5. Rendemen .....	29
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	31
B. Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b><u>Teks</u></b>	<b>Halaman</b>
1.	Syarat Mutu Gula Kristal Putih Menurut SNI 01-3140-2001 .....	16
2.	Nilai Pengujian Kualitas Gula Kristal dari Nira Aren Yang digunakan .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Data Pengukuran Warna Larutan .....	35
2.	Data pengukuran Susut Pengeringan .....	36
3.	Data Pengukuran Gula Pereduksi .....	37
4.	Data Pengukuran Kadar Abu .....	38
5.	Data Rendemen .....	39
6.	Perhitungan dari Pengujian Warna Larutan, Susut Pengeringan, Gula Pereduksi, Kadar Abu, dan Rendemen .....	40
7.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian .....	45

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan pokok akan sumber energi seperti gula juga semakin meningkat. Indonesia merupakan negara agraris yang cukup bermasalah dalam penyediaan bahan pokok seperti gula karena permintaan yang cukup besar yaitu  $\pm 3,7$  juta ton per tahun melampaui produksi dalam negeri yang hanya sekitar  $\pm 1,7$  juta ton per tahun sehingga harus tetap mengimpor untuk menjaga stok pangan nasional (Sibarani, 2007). Di sisi lain, Indonesia memiliki peluang yang besar untuk memproduksi gula karena selain memiliki lahan yang luas juga banyak jenis tanaman bahan baku gula yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia.

Pohon aren merupakan salah satu jenis tanaman bahan baku gula yang dapat tumbuh di berbagai jenis tanah. Sampai sekarang aren belum dibudidayakan secara intensif. Tanaman ini masih berupa tanaman sela di perkebunan atau bercampur dengan semak belukar dan pohon-pohon lainnya. Aren dapat menghasilkan berbagai komoditi yaitu berupa nira, ijuk, dan lidi. Nira aren inilah yang kemudian diproses sehingga menghasilkan gula putih atau gula kristal yang banyak digunakan masyarakat sebagai bahan pemanis baik berupa makanan maupun minuman. Pada dasarnya, nira aren telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat, namun pemanfaatannya masih sebatas untuk dibuat sebagai gula merah. Telah dilansir dari beberapa situs internet dan beberapa literatur lainnya bahwa nira aren dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku gula kristal dan bahkan di Sulawesi Utara telah berdiri pabrik gula aren pertama di Indonesia, akan tetapi

gula yang dihasilkan masih berupa gula semut yaitu gula atau pemanis yang dibuat dari nira dengan bentuk serbuk atau kristal yang berwarna kuning kecokelatan sampai coklat. Aren jauh lebih produktif dari tanaman tebu dalam menghasilkan kristal gula per satuan luas. Produktivitasnya bisa 4-8 kali dibandingkan tebu dan rendemen gulanya 12%, sedangkan tebu rata-rata hanya 7% (Inspirasi Agribisnis Indonesia, 2007).

Gula kristal dari nira aren berdasarkan pengujian awal yang telah dilakukan, jika tanpa perlakuan awal berupa ekstraksi nira maka akan menghasilkan kualitas gula kristal yang kurang baik, yaitu warnanya yang belum jernih atau masih kotor yang akan berpengaruh terhadap bau dan rasa dari gula kristal. Hal ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Sutisna dan Maulidah (2004) tentang pengaruh pencucian dengan menggunakan pelarut untuk memperbaiki kualitas gula dari nira tebu. Oleh karena itu, untuk memperbaiki kualitas gula kristal dari nira aren, maka sebelum diolah nira aren terlebih dahulu diekstraksi dengan melakukan pencucian atau penambahan pelarut. Berdasarkan permasalahan di atas, sehingga perlu diadakan penelitian tentang pengaruh penambahan pelarut anorganik terhadap kualitas gula kristal dari nira aren.

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas gula kristal dari nira aren (*Arenga pinnata* Merr) dengan penambahan pelarut anorganik berupa belerang dioksida dan kalsium karbonat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pengembangan nira aren menjadi gula kristal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Pohon Aren

#### 1. Sistematika dan Sifat Botanis

Pohon aren merupakan salah satu kelas monokotil yang tergolong hasil hutan bukan kayu. Menurut Van Steenis (1987), aren mempunyai sistematika sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Arecales (Spodiciflorae)
Famili	: Arecaceae (Palmae)
Genus	: <i>Arenga</i>
Species	: <i>Arenga pinnata</i> Merr

Aren termasuk suku *Aracaceae* (pinang-pinangan). Batang tidak berduri, tidak bercabang, tinggi dapat mencapai 25 meter dan diameter batang dapat mencapai 65 cm. Tanaman ini hampir mirip dengan pohon kelapa. Perbedaannya, pohon kelapa memiliki batang yang bersih (pelepah daun yang tua mudah lepas), sedangkan batang pohon aren sangat kotor karena batangnya terbalut oleh ijuk sehingga pelepah daun yang sudah tua sulit diambil atau lepas dari batangnya. Oleh karena itu, batang pohon aren sering ditumbuhi oleh banyak tanaman jenis paku-pakuan. Tangkai daun aren panjangnya dapat mencapai panjang 1,5 meter, helaian daun panjangnya dapat mencapai panjang 1,45 meter,

lebar 7 cm dan bagian bawah daun terdapat lapisan lilin. Pohon aren akan mulai berbunga pada umur 6-12 tahun. Proses pembungaan dimulai dengan munculnya tunas bunga di antara pelepah dan kemudian diikuti tunas-tunas berikutnya ke arah pangkal batang (Departemen Kehutanan, 1996).

Sunanto (1993) mengemukakan bahwa buah aren terbentuk setelah terjadinya proses penyerbukan dengan perantara angin atau serangga. Buah aren berbentuk bulat dengan diameter 4-5 cm dan di dalamnya berisi biji tiga buah dan masing-masing berbentuk seperti satu siung bawang putih. Bagian-bagian dari buah aren terdiri atas:

1. Kulit luar, halus berwarna hijau pada waktu masih muda dan menjadi kuning setelah tua (masak).
2. Daging buah, berwarna putih kekuning-kuningan.
3. Kulit biji, berwarna kuning dan tipis pada waktu masih muda dan berwarna hitam yang keras setelah buah masak.
4. Endosperm berbentuk lonjong agak pipih berwarna putih agak bening dan lunak pada waktu buah masak.

## **2. Syarat Tumbuh**

Pohon aren dapat tumbuh di beberapa tempat tumbuh, baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi, bahkan sampai pada ketinggian 1.400 m di atas permukaan laut (Safari, 1995). Tanaman aren dapat tumbuh baik dan mampu memproduksi pada daerah-daerah yang tanahnya subur pada ketinggian 500-800 m dpl. Pada daerah-daerah yang mempunyai ketinggian kurang dari 500 m dan lebih dari 800 m, tanaman aren tetap dapat tumbuh namun produksi buahnya kurang

memuaskan (Sunanto, 1993). Aren dapat tumbuh pada daerah pegunungan, di lembah-lembah dekat aliran sungai, mata air, dan tempat terbuka. Curah hujan tahunan antara 1.500–2.500 mm, suhu udara antara 20-28 °C. Jika diperhitungkan dengan perumusan Schmidt dan Ferguson, iklim yang paling cocok untuk tanaman ini adalah iklim sedang sampai iklim agak basah. Dengan demikian tanaman ini tidak membutuhkan sinar matahari yang terik sepanjang hari (Departemen Pertanian, 1990).

Faktor lingkungan yang lebih menentukan ialah curah hujan. Aren lebih cocok ditanam di daerah yang curah hujannya merata sepanjang tahun. Daerah hujan semacam ini kebanyakan berada di lereng gunung. Di samping itu, jenis tanahnya yang mudah meneruskan kelebihan air, misalnya tanah yang gembur, tanah vulkanis di lereng gunung, dan tanah liat berpasir di sepanjang tepian sungai (Soeseno, 1992).

### 3. Potensi dan Penyebaran

Dulu tanaman aren dikenal dengan nama botani *A. saccharifera*. Tetapi sekarang lebih banyak dipustakakan dengan nama *A. pinnata* Merr. Konon, tanaman yang termasuk dalam keluarga Palmae atau Aracacea ini berasal dari Indonesia. Wilayah penyebaran aren terletak antara garis lintang 20°LU-11°LS yaitu meliputi: India, Srilanka, Bangladesh, Burma, Thailand, Laos, Malaysia, Indonesia, Vietnam, Hawaii, Philipina, Guam, dan berbagai pulau di sekitar pasifik (Departemen Pertanian, 1990).

Di Indonesia pohon aren banyak terdapat dan tersebar hampir di seluruh wilayah nusantara, khususnya di daerah-daerah lembah perbukitan. Hampir

seluruh tanaman aren yang ada berasal dari pertumbuhannya yang liar (tidak sengaja ditanam orang). Penyebaran pohon ini secara alami dilakukan oleh binatang, yaitu luwak (*Paradoxurus hermaphrodita*). Binatang ini sangat menyukai makan buah aren yang sudah tua, dimana daging buahnya lunak dan manis serta tidak menimbulkan rasa gatal, kemudian biji buah aren yang keras itu ikut termakan luwak dan dikeluarkan bersama kotoran di sembarang tempat, terutama di tempat-tempat yang terlindung dan lembab. Biji-biji buah aren yang terbangun bersama kotoran luwak inilah yang tumbuh dan dapat menyerupai semak belukar (Sunanto, 1993).

### **B. Tanaman Sumber Gula**

Lutony (1993) menyatakan bahwa secara umum gula merupakan senyawa kimia yang termasuk golongan karbohidrat, rasanya manis, dan mudah larut dalam air. Bandini (1996) mengatakan bahwa salah satu bahan pembuatan gula adalah air perasan batang atau getah tandan bunga tanaman yang disebut nira (air manis). Jenis tanaman yang dapat menghasilkan nira antara lain adalah tebu, bit, sorgum, maple, siwalan, bunga dahlia, dan tanaman dari keluarga palma seperti aren, kelapa, nipah, sagu, kurma, dan sebagainya. Menurut Wikipedia Indonesia (2007), gula seperti yang telah diketahui dapat diperoleh dari tanaman tebu dan bit, dan meskipun dipergunakan terutama sebagai bahan pangan, gula juga menjadi bahan kimia yang sangat penting dalam industri. Sumber gula yang penting lainnya adalah jagung, maple gula (acer), shorgum (canel), palma tertentu, dan madu.

Lutony (1993) menyatakan bahwa berdasarkan analisis nira segar dari beberapa tanaman sumber gula, maka diperoleh bahwa nira aren memiliki kandungan air sebesar 83%, sukrosa 15%, non-gula (organik) 0,3 %, non-gula (anorganik) 0,02 %, gula invert 0,13%, unsur N 0,005%, dan keasamannya (pH) sedikit. Nira tebu dan nira bit masing-masing memiliki kandungan air 73% dan 77%, sukrosa 14% dan 17 %, non-gula (organik) 7% dan 2 %, non-gula (anorganik) 4% dan 0,7 %, gula invert 1% dan 0,125 %, unsur N 0,14 dan 0,83 %, serta keasaman (pH) 5,5-6,6 dan 6,2-6,8.

### **C. Proses Produksi**

#### **1. Persiapan Penyadapan Nira**

Pohon aren mempunyai bunga jantan dan bunga betina. Kedua bunga dapat disadap niranya dan yang selalu disadap adalah bunga jantan, karena jumlah dan mutu yang dihasilkan lebih memuaskan dibanding bunga betina. Bunga jantan lebih pendek dibanding bunga betina. Panjangnya sekitar 150 cm, sedangkan bunga betina mencapai 175 cm (Rans, 2007). Tumbuhnya bunga berawal dari puncak pohon, kemudian disusul tumbuhnya bunga-bunga yang lain yang semakin ke bawah pada batang pohon dan yang terakhir bunga itu sudah mendekati permukaan tanah (Sunanto, 1993).

Nira aren diperoleh dengan cara menyadap tandan bunga jantan. Sebelum penyadapan pohon aren dibersihkan terlebih dahulu, pelepah daunnya dipotong dan serabut-serabut ijuknya dibersihkan agar tidak mengganggu pemanjatan. Pemanjatan dapat dilakukan dengan menggunakan alat berupa tangga yang terbuat

dari sebatang bambu yang diberi lubang kecil di setiap batas atas bukannya (Lutony, 1993). Persiapan penyadapan merupakan kegiatan yang sangat penting agar dapat diperoleh nira yang cukup banyak dan masa penyadapannya dapat lebih lama (Sunanto, 1993).

## **2. Proses Penyadapan Nira**

Proses pengambilan nira bisa dilakukan dengan cara digiling, diperas, dan disadap. Nira umumnya digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gula atau pemanis. Selain itu, nira juga dapat digunakan untuk membuat asam cuka, minuman beralkohol, minuman tidak beralkohol, dan sebagai obat tradisional. Komponen utama yang terdapat di dalam nira selain air adalah karbohidrat dalam bentuk sukrosa. Sedangkan komponen lainnya tetapi dalam jumlah yang relatif kecil ialah protein, lemak, vitamin, dan mineral. Susunan atau komposisi tersebut memungkinkan nira untuk direkayasa lebih lanjut menjadi berbagai ragam produk baru, seperti aneka macam pemanis, minuman ringan (tuak, anggur, nata), asam cuka, dan alkohol (Lutony, 1993).

Penyadapan nira aren tidak memandang musim, sebab pohon-pohon aren (enau) berbunga sepanjang tahun. Meskipun demikian, kualitas nira yang dihasilkan akan menurun pada musim hujan, tetapi kuantitasnya akan bertambah. Sebaliknya pada musim kemarau yang panjang kuantitas nira biasanya akan menurun. Waktu yang paling baik adalah pada waktu terang dimana tidak turun hujan dan bukan pada musim kemarau yang panjang (Karyadi, dkk., 1975). Menurut Soesono (1992), ada beberapa petunjuk yang biasa dipergunakan para penyadap nira aren untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk melakukan

penyadapan. Ada yang mengatakan penyadapan dapat dilakukan apabila tepung sari sudah banyak yang gugur. Ada pula yang menggunakan tanda setelah keluarnya getah berminyak dari kuntum bunga saat diiris pisau.

Sunanto (1993) mengemukakan bahwa kegiatan penyadapan nira meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Pembersihan tongkol yang dilakukan dengan cara membersihkan ijuk yang ada di sekitar tongkol dan menghilangkan pelepah daun yang berada di atas dan di bawah tongkol untuk mempermudah penyadapan.
2. Memukul-mukul tongkol, yang dimaksudkan untuk memperlancar keluarnya nira. Kegiatan tersebut dilakukan 2 kali sehari pada pagi dan sore dengan frekuensi pemukulan tongkol sekitar 250 kali. Kegiatan ini berlangsung sekitar 3 minggu dengan selang waktu 2 hari.
3. Menyadap nira yang dilakukan setelah kegiatan pemukulan tongkol selesai. Indikator yang digunakan adalah apabila tongkol ditoreh akan mengeluarkan cairan. Jika telah ditemukan ciri demikian, maka tongkol kemudian dipotong dengan parang tajam. Pada bagian bawah tongkol dipasang bumbung bambu untuk menampung nira. Pengambilan hasil sadapan dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Setiap kali pengambilan hasil sadapan, potongan tongkol diperbaharui dengan cara mengiris tipis ujung tongkol yang telah terpotong. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga agar nira tetap keluar dengan lancar.

### 3. Mencegah Kerusakan Nira

Nira merupakan bahan yang mudah sekali mengalami kerusakan. Nira aren mudah mengalami kerusakan karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan selama penyadapan dan pengangkutan ke tempat pengolahan dan kerusakan akibat fermentasi. Fermentasi ini disebabkan oleh aktifitas enzim invertase yang dihasilkan oleh mikroba yang mengontaminasi nira. Mikroba tersebut antara lain *Saccharomyces cerevisiae* yang membantu proses hidrolisis sukrosa menjadi gula reduksi di dalam nira. Pada proses fermentasi nira kandungan brix akan menurun dengan cepat, sementara kandungan asam seperti asam asetat, laktat, dan tartarat cenderung meningkat. Perubahan ini ditandai dengan penurunan pH dan penurunan kadar brix. Persyaratan brix dan pH harus berada pada kisaran yang ditentukan agar nira dapat diolah menjadi gula aren, maka pH harus berkisar 6-7,5 dan kadar brix harus di atas 70% (Safari, 1995). Petani aren di Bengkulu biasanya menggunakan beberapa bahan tambahan untuk memperlakukan nira pada saat disadap sebelum diolah. Bengkulu Selatan biasanya menggunakan buah safat, di beberapa Desa di Kabupaten Rejang Lebong seperti Desa Blitar menggunakan deterjen, Desa Sindang Kelingi menggunakan biji jarak, dan Desa Air Meles Selupu Rejang menggunakan biji kemiri dan minyak kelapa (Marsigit, 2005)

Lutony (1993) mengemukakan bahwa kerusakan nira bisa terjadi sejak nira diambil dari tanamannya sehingga aktivitas mikroorganisme penyebab kerusakan tersebut harus dihentikan. Beberapa langkah terpenting dalam usaha mencegah kerusakan nira adalah sebagai berikut:

- 
1. Wadah atau bumbung tempat menampung nira harus tetap dalam keadaan bersih dengan cara mencucinya beberapa kali setiap habis dipakai.
  2. Pembersihan dengan cara sanitasi yaitu bumbung nira dicuci atau dibilas sampai benar-benar bersih dan pada pembilasan terakhir ditambahkan natrium metabisulfit atau dengan natrium benzoat sebanyak 0,01%.
  3. Pemberian bahan tertentu yang disebut sebagai laru (sebagai bahan pengawet) ke dalam bumbung bambu yang akan digunakan untuk menampung nira sebelum dipasang. Jenis laru yang digunakan adalah bahan alami yang sangat mudah didapatkan berupa campuran kapur sirih dengan kulit manggis, atau berupa akar pohon tertentu.
  4. Pemasangan bumbung sadap harus diusahakan sedemikian rupa sehingga nira langsung menetes ke dalam bumbung.
  5. Tidak menyimpan nira terlalu lama, karena proses fermentasi akan tetap berlangsung meskipun bumbung telah mendapat perlakuan pencegahan.
  6. Nira tidak dapat langsung diproses menjadi gula, sehingga sebelum disimpan harus dididihkan dahulu sekitar 1 jam untuk mematikan mikroorganisme yang mungkin mencemari nira.

#### **4. Pembuatan Gula Kristal**

Lutony (1993) menguraikan bahwa tahapan yang penting dalam pembuatan gula kristal, yaitu ekstraksi nira, penjernihan, penguapan, kristalisasi, pemisahan kristal, dan pengeringan. Bandini (1996) menyatakan bahwa pada prinsipnya proses pembuatan gula putih aren maupun nipah sama dengan cara pembuatan gula putih tebu. Perbedaannya terletak pada nira sebagai bahan baku

pembuatan gula putih. Secara garis besar tahap-tahap proses pembuatan gula putih atau gula kristal adalah sebagai berikut:

1. Penjernihan dengan penambahan kapur setelah pemanasan nira mencapai suhu antara 60 -90 °. Proses penjernihan ini sering disebut defekasi.
2. Pompa vakum dihidupkan untuk membuang uap air yang dihasilkan dari proses penguapan. Proses penguapan dimaksudkan untuk menghilangkan sebagian air yang terdapat dalam nira dari hasil penjernihan.
3. Pengentalan dari sirup (*consentrating*).
4. Pengeringan menjadi gula pasir.
5. Pengepakan dan pengemasan.

#### **D. Pengaruh Penambahan Pelarut Anorganik**

Satu fungsi dasar dalam gula adalah warna. Jadi warna merupakan parameter penting dalam pengawasan mutu proses gula. Warna memiliki dua aspek yang penting yaitu salah satu kriteria yang dapat dilihat dan sebagai ukuran dari derajat kemurnian (Sutisna dan Maulidah, 2004). Menurut Birch dan Parker (1979) dalam Sutisna dan Maulidah (2004) bahwa untuk menghasilkan gula dengan mutu yang baik dipengaruhi oleh proses pembuatan dari gula itu sendiri. Dalam hal ini proses yang dimaksud di antaranya adalah dengan penambahan pelarut untuk menghilangkan kotoran yang terkandung dalam gula yaitu komponen bukan gula yang berbentuk senyawa organik dan anorganik. Selain itu, dengan penambahan pelarut juga dapat mencegah timbulnya warna coklat

yang disebabkan oleh pigmen tanaman, proses pencoklatan enzimatik, dan pencoklatan non enzimatik.

Penjernihan yang biasa dilakukan terhadap nira tebu adalah dengan cara mencampurkan nira dengan kapur tohor dan gas belerang dioksida, di mana kotoran akan mengendap karena terikat secara kimia oleh kapur dan belerang ini (Jengjeng, 2007). Sedangkan menurut Lutony (1993), cara penjernihan nira tebu yang biasa dilakukan di Indonesia ada tiga cara, yaitu defekasi, sulfitasi, dan karbonatasi. Defekasi merupakan cara penjernihan nira dengan menggunakan bahan perjernih utama berupa kapur tohor dan gula yang dihasilkan disebut gula tanjung atau HS (*hoofd suiker*). Sulfitasi merupakan proses penjernihan nira tebu dengan bahan perjernih berupa kapur tohor dan gas sulfit yang diperoleh dari hasil pembakaran belerang. Gas sulfit berfungsi untuk menetralkan kelebihan kapur sehingga Ca-sulfit yang terbentuk akan lebih membantu di dalam mengefisienkan pembersihan atau penjernihan nira dan gula yang dihasilkan dikenal sebagai gula putih SHS (*superieure hoofd suiker*). Karbonatasi merupakan penjernihan nira tebu dengan bahan perjernih berupa kapur tohor dan gas  $\text{CO}_2$  yang diperoleh dari hasil pembakaran batu kapur. Perbedaan cara ini dengan defekasi dan sulfitasi yaitu dosis pemberian kapurnya yang lebih banyak. Untuk menetralkan kelebihan kapur tersebut digunakan asam karbonat yang merupakan hasil dari reaksi gas  $\text{CO}_2$  dan air. Kemudian endapannya yang berupa  $\text{CaCO}_2$  akan menyerap semua bahan-bahan termasuk unsur yang bukan gula. Karenanya, hasil penjernihan cara ini lebih efisien dan gula yang dihasilkannya disebut gula putih SHS I.

Belerang dioksida  $\text{SO}_2$  dibentuk dengan pembakaran belerang atau senyawa belerang. Belerang dioksida ini merupakan gas yang tidak berwarna, beracun dan merupakan gas emisi industri yang menyebabkan masalah lingkungan. Namun pada saat yang sama gas ini sangat penting karena merupakan sumber belerang. Belerang dioksida merupakan pelarut non-air mirip dengan amonia, dan digunakan untuk reaksi khusus atau sebagai pelarut khusus dalam pengukuran Nuclear Magnetic Resonance (NMR) atau resonansi nuklir magnetik (Saito, 1996).

Kalsium adalah mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita di segala usia, mulai bayi sampai lansia. Kalsium berguna dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang. Kalsium juga berperan dalam berbagai reaksi biokimia di dalam tubuh, agar organ-organ dan jaringan seperti jantung, otot dan sistem syaraf dapat bekerja dengan baik. Memenuhi kebutuhan kalsium sangat penting untuk menjaga kekuatan tulang dan mencegah osteoporosis atau keropos tulang (Info Sehat, 2007). Jenis kalsium yang paling banyak digunakan dalam suplemen adalah jenis kalsium yang terdapat dalam bentuk kalsium karbonat. Jenis ini paling baik diserap ketika dicerna bersama makanan (Republika Online, 2006). Kalsium karbonat adalah bahan tambahan yang biasa digunakan dan memiliki harga yang cukup murah. Pengambilan magnesium bersama dengan kalsium dapat membantu mencegah sembelit. Kalsium karbonat mengandung 40% unsur kalsium yaitu, dalam 1000 mg akan mengandung 400 mg kalsium. Pengambilan bersama makanan dapat membantu penyerapan (Wikipedia Indonesia, 2006).

Konsentrasi penambahan larutan yang diberikan dalam 1 liter air atau nira adalah sebanyak 1,8 hingga 2,2 gram. Dengan penambahan larutan pada konsentrasi ini diharapkan dapat menghambat reaksi pencoklatan (Departemen Pertanian, 2007). Sedangkan menurut Moerdokusumo (1993) bahwa batas maksimal pemberian larutan untuk bahan pangan (makanan) adalah sebesar 2.000 ppm atau  $\pm 2$  gram.

#### **E. Mutu Gula Kristal**

Birch dan Parker (1979) dalam Sutisna dan Maulidah (2004) mengemukakan bahwa untuk menghasilkan gula dengan mutu yang baik dipengaruhi oleh kualitas gula mentah (*raw sugar*) dan prosesnya karena dapat menentukan tingkat efisiensi proses dalam penghilangan kotoran-kotoran. Sedangkan Moerdokusumo (1993) mengemukakan bahwa zat warna dalam gula sangat menentukan kualitas gula. Proses untuk menghasilkan gula yang murni telah banyak dilakukan, walaupun demikian masih terdapat permasalahan, di antaranya proses produksi yang secara ekonomis dirasa cukup mahal dan masih terdapatnya kotoran yang terkandung di dalam gula. Menurut Paton (1992) dalam Sutisna dan Maulidah (2004), perubahan warna disebabkan oleh gula reduksi, asam amino, dan komponen phenol. Sedangkan Chung (1993) dalam Sutisna dan Maulidah (2004) menyatakan bahwa ada beberapa komponen warna baru (hasil dari proses) memberi rasa pada macam-macam produk gula, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan penanganan terutama untuk mengurangi kotoran, kekeruhan, dan warna. Warna juga dipengaruhi oleh pH nira, penyimpanan nira serta suhu pada saat pemasakan. Di mana jika nira tersimpan lama, maka akan terfermentasi

dan rasanya asam sehingga akan menimbulkan buih yang dapat memperlambat proses pemadatan dan warnanya juga akan lebih gelap. Begitu juga dengan pH, nira yang memiliki pH di atas 7 dapat menyebabkan dekomposisi gula reduksi menjadi asam organik akan lebih mudah sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada gula pereduksi tersebut dan pada proses pemasakannya akan lebih cepat menjadi karamel atau berwarna coklat kemerah-merahan (tidak putih). Sedangkan untuk suhu, suhu pemasakkan nira harus dipertahankan antara 60-70°C agar dapat menghasilkan warna gula yang putih (Departemen Perindustrian, 1987).

Syarat mutu gula kristal putih sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3140-2001) yang telah mengalami revisi pada tahun 2005 sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Syarat Mutu Gula Kristal Putih Menurut SNI 01-3140-2001

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna larutan (ICUMSA)	IU	Maks.81-300
2	Susut pengeringan	%,b/b	Maks.0,1
3	Gula reduksi	%,b/b	Maks.0,2
4	Kadar abu	%,b/b	Maks.0,2

Sumber: Departemen Pertanian (2006)

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga bulan Nopember 2007. Pengambilan sampel nira dan proses produksi dilakukan di Desa Bontomanai Kecamatan Bungaya Kabupaten Gowa, proses pemadatan dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Hasanuddin, dan proses pengujian kualitas dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Makassar dan Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dan.

#### B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: buntung, gayung, ember atau baskom, corong pisah, kertas pH, pengaduk/sendok, corong, kertas saring whatman 41, wajan, panci, kompor, kipas angin, termometer, cawan petri, kertas label, timbangan analitik, labu ukur, desikator, pipet volume, erlenmeyer, pendingin tegak, stop watch, freezer, *freeze drying*, *refraktometer*, alat penguji (*spektrofotometer, oven, dan konduktiviti meter*).

Bahan yang digunakan adalah nira aren sebanyak 3 liter yang berasal dari Gowa sebagai bahan dasar yang diambil dalam satu kali sadap. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur, kemiri, aquadest, pelarut anorganik berupa belerang dioksida dan kalsium karbonat yang masing-masing 1,8 gram, HCl 0,1%,  $\text{PbCH}_3\text{COO}$  10 ml (10%),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  30 ml (10%), larutan luff 25 ml, batu didih, KI 15 ml (20%),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25 ml (25%), larutan kanji, KCl 0,0002 mol/l.

### **C. Prosedur Kerja**

*Prosedur pelaksanaan penelitian ini meliputi tahapan sebagai berikut:*

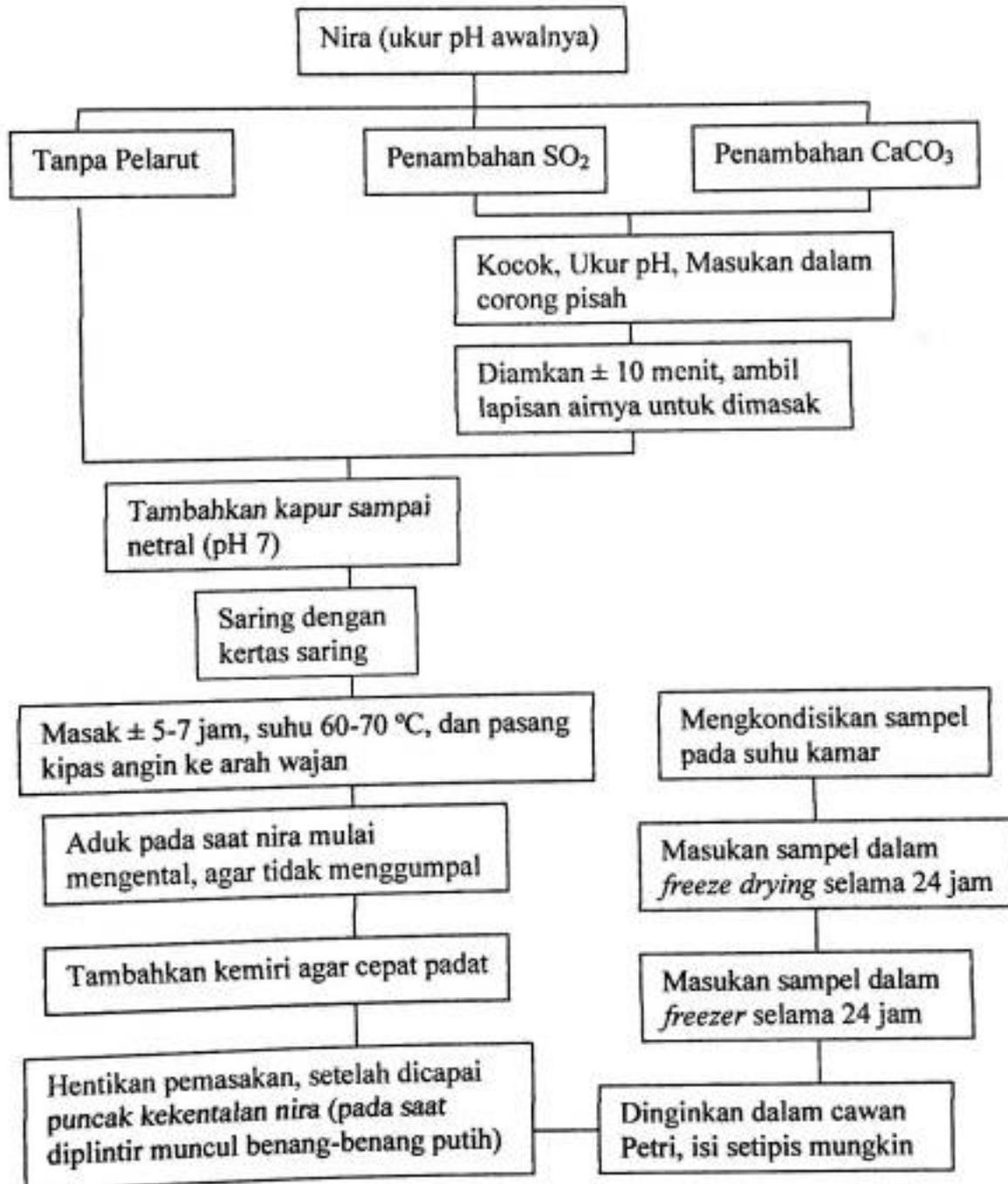
#### **1. Pengambilan Sampel Uji**

Pengambilan sampel uji meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Nira yang dijadikan sampel disadap dari pohon aren yang telah berproduksi sebelumnya dan disadap pada tandan yang sama.
- b. Penyadapan dilakukan pada sore hari dan paginya diambil untuk memudahkan dalam melakukan penelitian.
- c. Nira ditampung dalam buntung yang telah steril.
- d. Nira yang telah tertampung dalam buntung disimpan dalam wadah atau baskom yang telah dibilas dengan air panas.

## 2. Pembuatan Gula Kristal

Pembuatan gula kristal dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur Bandini (1996) yang dimodifikasi dengan tahapan sebagai berikut :



### 3. Pengujian Kualitas

Pengujian kualitas terhadap gula kental yang telah dihasilkan dilakukan berdasarkan SNI 01-3140-2001.

#### 1. Pengujian warna

Pengujian warna dilakukan dengan metode *International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis* (ICUMSA) dengan langkah-langkah: menimbang  $\pm 50$  gram sampel dan memasukannya kedalam labu ukur. Kemudian melarutkannya dengan 50 ml aquadest yang telah dipanaskan terlebih dahulu, lalu mendinginkannya. Menyaring sampel dengan menggunakan kertas whatman 41 dan menetralkannya dengan HCl 0,1 % (pH = 7,0). Kemudian membaca brix dan suhu sampel dengan menggunakan *refraktometer* ( $\lambda = 420$  nm) dan membaca absorbansinya menggunakan *spektrofotometer* ( $\lambda = 420$  nm). Menghitung warna larutan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Zat padat (c)} = \frac{\text{Brix} \times \text{Bj}}{10^5} \text{ g/ml}$$

$$\text{Warna larutan (ICUMSA)} = \frac{1000 \times \text{Abs}}{b \times c}$$

Keterangan:

Abs = absorbans

b = tebal kuvet (cm)

c = zat padat

## 2. Susut Pengerinan

Susut pengerinan dilakukan dengan: menimbang  $\pm 20$  gram sampel dalam gelas ukur yang telah diketahui beratnya, kemudian memasukkan sampel ke dalam pengering pada suhu  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Setelah itu mendinginkan sampel tersebut ke dalam desikator dan menimbang berat akhirnya.

Menghitung susut pengerinan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Susut pengerinan} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_1$  = berat botol timbang dan sampel sebelum pengerinan

$W_2$  = berat botol timbang dan sampel setelah pengerinan selama 3 jam.

$W_3$  = berat contoh

## 3. Kadar Gula Reduksi

Pengujian kadar gula reduksi dilakukan dengan menggunakan metode luff school dengan langkah-langkah: menimbang sampel  $\pm 2$  gram dan melarutkannya dengan sedikit aquadest yang telah dipanaskan, kemudian mendinginkannya. Memasukkan sample ke dalam labu ukur 250 ml dengan menambahkan  $\text{PbCH}_3\text{COO}$  10 ml dan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  30 ml (10%), kemudian mengocoknya (sebanyak 12 kali) dan menyaringnya. Memipet filtrat 5-10 ml dan memasukkannya ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 25 ml larutan luff. Kemudian mengencerkan filtrat sampai 50 ml dengan aquadest. Memasukan beberapa butir batu didih ke dalam filtrat, kemudian memanaskannya dengan pendingin tegak sampai mendidih. Setelah mendidih selama 10 menit,

kemudian mengangkatnya dengan pelan-pelan (tidak boleh goyang) dan memasukkannya dalam baskom yang telah berisi air untuk didinginkan. Menambahkan  $\pm 15$  ml KI (20%) dan 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (25%). Kemudian menitranya dengan tio 0,1 N dan larutan kanji sebagai penunjuk (coklat muda). Kadar gula reduksi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Gula Pereduksi} = \frac{250}{V} \times \frac{C}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

V = volume larutan contoh yang digunakan pada penitraan (ml)

C = faktor fehling dari tabel (mg)

W = bobot contoh (mg)

#### 4. Kadar abu konduktiviti

Pengujian kadar abu dapat dilakukan dengan: menimbang  $\pm 31.3$  gram sampel dan memasukkannya ke dalam labu ukur 100 ml serta melarutkannya dengan air suling. Mencampur larutan dengan baik, kemudian mengukur konduktivitas pada suhu  $(20 \pm 0,2)^{\circ}\text{C}$  dengan mencelupkan sel pengukur (*measuring cell*) ke dalam larutan gula tersebut. Mencek pengukuran dengan menggunakan larutan baku (KCl 0,0002 mol/l). Menghitung kadar abu dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar abu konduktiviti} = 6 \times 10^{-4} \times C_{31,3} \%$$

Dimana:  $C_{31,3} = C_1 - 0,35 C_2$

$C_1$  = hasil pengukuran konduktivitas contoh pada suhu 20°C ( $\mu\text{S/cm}$ )

$C_2$  = konduktivitas air suling pada suhu 20°C ( $\mu\text{S/cm}$ )

#### 5. Pengamatan Rendemen

Rendemen dari gula kristal dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$R = \frac{\text{Berat gula kristal yang dihasilkan}}{\text{Berat bahan baku}} \times 100\%$$

#### D. Analisis Data

Penelitian pengaruh penambahan pelarut anorganik terhadap kualitas gula kristal dari nira aren menggunakan analisis deskriptif kualitatif (*qualitative descriptive analysis*) berdasarkan data dari hasil penelitian. Dalam hal ini hasil pengujian yang diperoleh langsung dibandingkan dengan standar mutu gula kristal (SNI 01-3140-2001).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



### A. Hasil

Hasil pengujian kualitas gula kristal yang diperoleh dari nira aren yang digunakan, menghasilkan nilai sebagaimana terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Pengujian Kualitas Gula Kristal dari Nira Aren yang Digunakan

Kriteria Uji	Nilai Pengujian Berdasarkan Perlakuan			SNI 01-3140-2001
	1	2	3	
Warna (IU)	5.983	5.572	5.442	Kisaran 81-300
Susut Pengerin (%)	4	2,761	3,2235	Maks.0,1
Gula Pereduksi (%)	5,88	4,18	4,6	Maks.0,2
Kadar Abu	0,016158	0,017958	0,014958	Maks.0,2

Keterangan: 1 = Tanpa pelarut anorganik

2 = Penambahan belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ )

3 = Penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

#### 1. Warna Larutan

Warna larutan gula kristal berdasarkan hasil pengujian sebagaimana terlihat pada Tabel 2 bahwa nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih (SNI 01-3140-2001) yaitu berkisar 81-300 IU. Nilai terendah diperoleh dari gula kristal dari nira dengan penambahan kalsium karbonat yaitu

sebesar 5.442 IU, dalam hal ini warnanya lebih putih dibanding gula kristal dari nira dengan penambahan belerang dioksida dan tanpa penambahan pelarut.

## **2. Susut Pengeringan**

Susut pengeringan dari gula kristal yang dihasilkan sebagaimana terlihat pada Tabel 2 bahwa nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih (SNI 01-3140-2001) yaitu maksimal 0,1%. Gula kristal dari nira dengan penambahan belerang dioksida menghasilkan nilai terendah yaitu sebesar 2,761%, dalam hal ini memiliki susut pengeringan yang lebih baik dibanding gula kristal dari nira dengan penambahan kalsium karbonat dan tanpa penambahan pelarut.

## **3. Gula Pereduksi**

Kadar gula pereduksi dari gula kristal yang dihasilkan sebagaimana terlihat pada Tabel 2 bahwa nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih (SNI 01-3140-2001) yaitu maksimal 0,2%. Gula kristal dari nira dengan penambahan belerang dioksida menghasilkan nilai terendah yaitu sebesar 4,18%, dalam hal ini memiliki kadar gula pereduksi yang lebih baik dibanding gula kristal dari nira dengan penambahan kalsium karbonat dan tanpa penambahan pelarut.

## **4. Kadar Abu Konduktiviti**

Kadar abu konduktiviti gula kristal berdasarkan hasil pengujian sebagaimana terlihat pada Tabel 2 bahwa nilai yang dihasilkan sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih (SNI 01-3140-2001) yaitu maksimal 0,2%.

## **5. Rendemen**

Rendemen gula kristal yang dihasilkan dari nira aren tanpa penambahan pelarut anorganik adalah sebesar 7,823%, dengan penambahan belerang dioksida adalah sebesar 5,905%, dan dengan penambahan kalsium karbonat adalah sebesar 7,023. Jadi nilai rendemen terbesar adalah gula kristal yang berasal dari nira aren tanpa penambahan pelarut.

## **B. Pembahasan**

### **1. Warna Larutan**

Warna larutan gula kristal yang dihasilkan tidak sesuai dengan syarat mutu yang ada karena syarat mutu yang digunakan adalah syarat mutu gula kristal dari nira tebu dan belum ada penetapan syarat mutu gula kristal secara khusus dari nira aren. Namun dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa gula kristal dari nira aren dengan penambahan kalsium karbonat adalah lebih putih. Begitu juga dengan pengamatan secara kasat mata (secara fisik), maka gula kristal dari nira aren dengan penambahan kalsium karbonat adalah lebih putih dibanding yang lain, dimana proses pemasakannya yang lebih cepat ( $\pm 5$  jam) dan cepat memadat ( $\pm 15$  menit setelah didinginkan). Sedangkan gula kristal dari nira dengan penambahan belerang dioksida dan tanpa penambahan pelarut adalah warna dari gula kristal dengan penambahan belerang dioksida lebih cerah dibanding tanpa penambahan pelarut dengan proses pemasakannya  $\pm 5$  jam 30 menit sedang tanpa pelarut  $\pm 6-7$  jam dan proses pemadatan  $\pm 4$  jam sedang tanpa pelarut tidak terlalu padat, dimana setelah disimpan dalam freezer baru memadat. Hal ini didukung dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Lutony (1993) bahwa

penjernihan nira dengan metode karbonatasi akan menghasilkan gula yang warnanya lebih putih karena endapan  $\text{CaCO}_2$  yang ada akan menyerap semua bahan-bahan termasuk unsur yang bukan gula. Hasil penjernihan cara ini lebih efisien dan gula yang dihasilkannya disebut gula putih SHS I (*superieure hoofd suiker I*). Pernyataan tersebut juga didukung oleh pendapat yang dikemukakan oleh Moerdokusumo (1993) bahwa penambahan susu kapur atau kalsium karbonat yang semakin tinggi akan mengikat dan mengendapkan kotoran sehingga warna akan semakin rendah. Kedua pendapat tersebut juga sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Suparno dan Sudarmanto (1991) dalam Sutisna dan Maulidah (2004) bahwa warna gula kristal yang kemerah-merahan bahkan coklat disebabkan karena adanya berbagai kotoran (bahan bukan gula) yang terikat menempel atau terperangkap di antara kristal gulanya. Sedangkan tinggi rendahnya warna gula kristal mentah berhubungan dengan keefektifan proses penghilangan warna yang terkandung. Pemberian bahan pelarut juga dapat mempengaruhi bau dan rasa, di mana nira dengan penambahan kalsium karbonat menghasilkan gula kristal yang rasanya lebih manis (rasa khas atau bau nira berkurang) dibanding dengan gula yang berasal dari nira dengan penambahan belerang dioksida serta tanpa bahan penambahan pelarut. Semakin rendah warna larutan, maka akan semakin baik kualitas dari gula tersebut.

## **2. Susut Pengerinan**

Tingginya susut pengerinan dari gula kristal yang dihasilkan disebabkan karena pengaruh penyimpanan sebelum penimbangan. Di mana gula kristal yang disimpan bersifat higroskopis atau mudah menyerap air. Hal ini didukung dengan

pernyataan yang dikemukakan oleh Departemen Perindustrian (1988) bahwa susut pengeringan akan naik (tinggi) jika gula yang masih dalam keadaan mentah dan telah mengalami pengeringan disimpan karena gula mentah yang telah dikeringkan memiliki sifat higroskopis. Pendapat ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Departemen Pertanian (2002) bahwa suatu bahan yang telah mengalami pengeringan ternyata lebih bersifat higroskopis daripada bahan asalnya. Oleh karena itu, selama pendinginan sebelum penimbangan, bahan selalu ditempatkan dalam ruang tertutup yang kering misalnya dalam eksikator atau desikator yang telah diberi zat penyerap air. Semakin rendah kadar air gula, maka akan semakin baik kualitasnya.

### **3. Gula Pereduksi**

Tingginya kadar gula pereduksi dari gula kristal yang dihasilkan disebabkan karena pengaruh kadar air dan penyimpanan nira. Di mana nira yang mengalami penyimpanan akan terfermentasi yang menyebabkan kadar air nira bertambah karena mineral dalam nira telah digantikan oleh mikroorganisme. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Departemen Perindustrian (1987) bahwa kenaikan kadar gula reduksi terjadi sejalan dengan kenaikan kadar air selama penyimpanan dan proses fermentasi yang terjadi. Gula bersifat higroskopis sehingga gula mudah mencair karena lebih mudah menyerap air. Pendapat tersebut didukung dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Suparno dan Sudarmanto (1991) dalam Sutisna dan Maulidah (2004) bahwa gula reduksi yang ada akan larut bersama sukrosa dan membantu mengurangi kelarutan sukrosa. Sehingga gula reduksi yang ada perlu dijaga selama proses supaya

jumlahnya tetap. Jika berkurang, maka pemecahan menghasilkan komponen yang tidak disukai dan jika bertambah, maka akan terjadi pemecahan sukrosa. Semakin rendah kadar gula pereduksi, maka akan semakin baik kualitas dari gula tersebut.

#### **4. Kadar Abu Konduktiviti**

Rendahnya kadar abu dari gula kristal yang dihasilkan dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam nira dan proses pembuatan gula itu sendiri. Di mana pada proses pembuatan gula kristal ini nira yang digunakan diberi zat tambahan berupa kapur tohor atau pelarut anorganik yang dapat menghilangkan mineral yang dikandung oleh nira tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Sutisna dan Maulidah (2004) bahwa pemberian zat tambahan seperti kapur dan pelarut anorganik dapat menghilangkan kotoran-kotoran atau mineral yang dikandung oleh nira tersebut. Pendapat tersebut didukung dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Departemen Perindustrian (1987) bahwa kadar abu dalam gula sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam nira serta pada proses pembuatan gula. Pemanasan yang dilakukan dapat mengurangi kadar mineral dalam nira. Kadar mineral yang memiliki titik didih rendah akan menguap akibat pemanasan. Semakin rendah kadar abu, maka akan semakin baik kualitas dari gula tersebut.

#### **5. Rendemen**

Rendemen gula kristal yang dihasilkan disebabkan karena pengaruh pemberian kapur dan penambahan pelarut itu sendiri karena dengan penambahan kapur dan pelarut organik, maka akan mengurangi bobot nira yang dimasak. Selain itu juga dipengaruhi oleh kadar air dan sukrosa, di mana semakin

berkurang kadar sukrosa, maka kadar airnya akan semakin tinggi sehingga rendemen yang dihasilkan akan rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Departemen Perindustrian (1987) bahwa inversi sukrosa menyebabkan berkurangnya hasil dan kadar air yang tinggi pada produk akhir di mana inversi sukrosa dapat mengakibatkan rendemen produksi menjadi rendah, gula reduksi tinggi dan kadar air yang tinggi. Pernyataan tersebut didukung dengan pendapat yang dikemukakan oleh Sutisna dan Maulidah (2004) bahwa rendemen dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar gula reduksi. Semakin tinggi kadar gula reduksi, maka rendemen yang dihasilkan akan semakin rendah. Begitu juga dengan kandungan kadar abu yang dimiliki, dimana kadar abu yang rendah dapat memberikan rendemen yang tinggi.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai pengujian kualitas yang diperoleh secara umum tidak sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih (SNI 01-3140-2001). Di mana dari empat kriteria yang diuji, hanya satu yang sesuai yaitu nilai pengujian kadar abu.
2. Gula kristal dengan penambahan kalsium karbonat memiliki warna larutan terendah (warnanya lebih putih dibanding gula kristal dengan penambahan belerang dioksida dan tanpa pelarut). Sedangkan untuk pengujian gula pereduksi dan susut pengeringan nilai terendah diperoleh dari gula kristal dengan penambahan belerang dioksida (dalam hal ini memiliki kadar gula pereduksi dan susut pengeringan yang lebih baik).
3. Rendemen gula kristal tertinggi adalah gula kristal dari nira aren tanpa penambahan pelarut anorganik yaitu sebesar 7,823%.

### B. Saran

Melihat penelitian ini masih baru dan ini merupakan penelitian awal untuk gula kristal dengan bahan baku dari nira aren, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambahkan pelarut organik untuk membandingkannya dengan pelarut anorganik yang digunakan dalam keefektifannya untuk menghilangkan kotoran yang terkandung dalam nira serta perlu penelitian dengan

menggunakan alat yang lebih modern baik proses pemasakan, proses pemadatan, maupun proses pengkristalannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bandini, Y., 1996. Nipah Pemanis Alami Baru. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Departemen Kehutanan, 1996. Materi Penyuluhan I. Pusat Penyuluhan Kehutanan Makassar.
- Departemen Perindustrian, 1988. Pengembangan Cara Pengolahan Nira Aren Menjadi Gula. Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri Manado, Sulawesi Utara.
- 1987. Pengembangan Proses Pembuatan Gula Merah Kubus. Proyek Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Makassar.
- Departemen Pertanian, 2007. Pembuatan Manisan Pangan. Jakarta. [http:// www.deptan.go.id/ttg/pangan/manisan.html](http://www.deptan.go.id/ttg/pangan/manisan.html) [29 September 2007].
- 2006. Evaluasi Kinerja Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2005. Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Jakarta. <http://agribisnis.deptan.go.id> [16 April 2007].
- 2002. Berita Standarisasi dan Mutu Keamanan Pangan. Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia, Jakarta.
- 1990. Pembibitan Aren atau Enau. Balai Informasi Pertanian, Makassar.
- Info Sehat, 2007. Situs Kesehatan Keluarga. Jakarta. [http:// www.info-sehat.com/news.php?nid=368](http://www.info-sehat.com/news.php?nid=368) [29 September 2007].
- Inspirasi Agribisnis Indonesia, 2007. Potensi Besar Agribisnis Aren. Jakarta. <http://www.Agrina.go.id/html> [11 Maret 2007].
- Jengjeng, 2007. Suiker Fabriek Gondang Winangoan. Jawa Tengah. [http:// jenjeng.matriphe.com/index.php/2007/07/22/ suiker-fabriek-gondang-winangoan.html](http://jenjeng.matriphe.com/index.php/2007/07/22/suiker-fabriek-gondang-winangoan.html) [22 September 2007].
- Karyadi, M. Hatibu, dan M.T Andarias, 1975. Penelitian Mutu Gula Merah di Sulawesi Selatan. Departemen Perindustrian Balai Penelitian Kimia, Makassar.
- Lutony, T.L., 1993. Tanaman Sumber Pemanis. Penebar Swadaya, Jakarta.

- 
- Marsigit, W., 2005. Penggunaan Bahan Tambahan pada Nira dan Mutu Gula Aren yang Dihasilkan di Beberapa Sentra Produksi di Bengkulu. <http://progripteck.ristek.go.id/web-asdep/indsitasi.pdf> [29 September 2007].
- Moerdokusumo, A., 1993. Pengawasan Kualitas dan Teknologi Pembuatan Gula di Indonesia. Penerbit Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Rans, 2007. Nira. Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Industri Sumatera Barat. Padang. <http://warintek.progessio.or.id>. [11 Maret 2007].
- Republika Online, 2006. Memenuhi Kebutuhan Kalsium. Jakarta <http://www.republika.co.id-microsoft-internet-explorer> [22 September 2007].
- Safari, A., 1995. Teknik Membuat Gula Aren. PT Karya Anda. Surabaya.
- Saito, T., 1996. Kimia Anorganik. Alih Bahasa: Ismunandar, Iwanami Publishing Company, Tokyo. <http://id.shvoong.com/exact-sciences/chemistry/organik-chemistry/1697022-kimia-organik> [29 September 2007].
- Sibarani, F., 2007. Industri Makanan dan Minuman Banyak Serap Tenaga Kerja. Jakarta. <http://www.sibarharapan.co.id/index.html> [22 September 2007].
- Standar Nasional Indonesia, 2001. Gula Kristal Putih. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Soeseno, S., 1992. Bertanam Aren. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sunanto, H., 1993. Aren Budidaya dan Multigunanya. Kanisius, Yogyakarta.
- Sutisna, N.A. dan I. Maulidah, 2004. Pengaruh Banyaknya Air Pencuci dan Ketebalan Masakan pada Proses Sentrifugal terhadap Kualitas Gula. Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan. <http://warintek.progessio.or.id>. [11 Maret 2007].
- Van Steenis G.G.J., 1987. Flora untuk Sekolah di Indonesia. Alih Bahasa: M. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wikipedia Indonesia, 2007. Sumber Gula. Jakarta. <http://www.wikimedia.go.id/gula.html>. [11 Maret 2007].
- 2006. Kalsium. Jakarta. <http://ms.wikipedia.org/wiki/kalsium>. [22 September 2007].

### Lampiran 1. Data Pengukuran Warna larutan

Parameter	Brix	Bj	c	Abs	IU
Tanpa Pelarut	52	1110,068	0,58	3,47	5983
Penambahan SO <sub>2</sub>	55	1110,533	0,61	3,399	5572
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	51,5	1110,533	0,57	3,102	5442

Keterangan:

Bj = berat jenis (kg/m<sup>3</sup>).

c = zat padat (g/ml).

Abs = absorbansi.

IU = warna larutan

## Lampiran 2. Data Pengukuran Susut Pengerinan

Parameter	W1	W2	W3	Susut pengeringan (%)
Tanpa Pelarut	63,8711	63,0561	20,000	4
Penambahan SO <sub>2</sub>	76,3872	75,8350	20,000	2,761
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	63,7283	63,0836	20,000	3,2235

### Keterangan:

W<sub>1</sub> = berat botol dan contoh (g)

W<sub>2</sub> = berat botol dan contoh setelah pengeringan selama 3 jam (g)

W<sub>3</sub> = berat contoh (g)

### Lampiran 3. Data Pengukuran Gula Pereduksi

Parameter	V	C	W	Gula pereduksi (%)
Tanpa Pelarut 1	10	4,9241	2103,4	5,85
Tanpa pelarut 2	10	4,9241	2086,5	5,90
<b>Rata-rata</b>				<b>5,88</b>
Penambahan SO <sub>2</sub> 1	10	3,5172	2107,1	4,17
Penambahan SO <sub>2</sub> 2	10	3,5172	2093,6	4,20
<b>Rata-rata</b>				<b>4,18</b>
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	10	3,7517	2041,4	4,59
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	10	3,7517	2039	4,60
<b>Rata-Rata</b>				<b>4,60</b>

**Keterangan:**

V = volume larutan contoh yang digunakan pada penitraan (ml)

C = faktor fehling dari tabel (mg)

W = bobot contoh (mg)

#### Lampiran 4. Data Pengukuran Kadar Abu

Parameter	C1	C2	C31,3	CK
Tanpa Pelarut	27,00	0,2	26,93	0,016158
Penambahan SO <sub>2</sub>	30,00	0,2	29,93	0,017958
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	25,00	0,2	24,93	0,014958

Keterangan:

- C<sub>1</sub> = hasil pengukuran gula pada suhu 20°C (μS/cm)
- C<sub>2</sub> = konduktivitas air suling (μS/cm)
- C<sub>31,3</sub> = konduktivitas terkoreksi (μS/cm)
- CK = kadar abu konduktiviti (%)

#### Lampiran 5. Data Pengukuran Rendemen

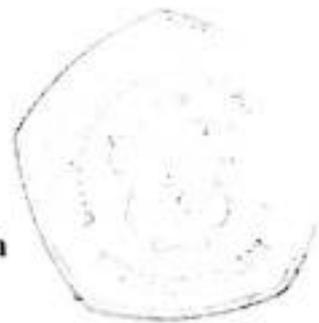
Parameter	Input	Output	Rendemen (%)
Tanpa pelarut	1.381,54	108,08	7,823
Penambahan SO <sub>2</sub>	1.381,54	81,58	5,905
Penambahan CaCO <sub>3</sub>	1.381,54	97,02	7,023

Keterangan:

Input = berat sampel nira yang digunakan (g)

Output = berat gula yang dihasilkan (g)

**Lampiran 6. Perhitungan dari Pengujian Warna Larutan, Susut Penguangan, Gula Pereduksi, Kadar Abu Konduktiviti, dan Rendemen**



**a. Warna Larutan**

- Tanpa pelarut

Diketahui: Berat contoh = 20,3147 g  
 Suhu = 26,4 ---- 1110,068 kg/m<sup>3</sup>  
 Bj = 1110,068 kg/m<sup>3</sup>  
 Brix = 52  
 Abs = 3,47  
 b = 1 cm  
 c =  $\text{Brix} \times \frac{\text{Bj}}{10^5} = 52 \times \frac{1110,068}{10^5} = 0,58$

$$\text{IU} = \frac{\text{Abs} \times 1000}{b \times c} = \frac{3,470 \times 1000}{1 \times 0,57} = 5982,76 \text{ IU}$$

$$= 5983 \text{ IU}$$

- Penambahan SO<sub>2</sub>

Diketahui: Berat contoh = 20,4626 g  
 Suhu = 26,5 ---- 1110,533 kg/m<sup>3</sup>  
 Bj = 1110,533 kg/m<sup>3</sup>  
 Brix = 55  
 Abs = 3,399  
 b = 1 cm  
 c =  $\text{Brix} \times \frac{\text{Bj}}{10^5} = 55 \times \frac{1110,533}{10^5} = 0,61$

$$\text{IU} = \frac{\text{Abs} \times 1000}{b \times c} = \frac{3,399 \times 1000}{1 \times 0,57} = 5.572,13 \text{ IU}$$

$$= 5572 \text{ IU}$$

- Penambahan CaCO<sub>3</sub>

Diketahui: Berat contoh = 20,4476 g  
 Suhu = 26,5 ---- 1110,533 kg/m<sup>3</sup>  
 Bj = 1110,533 kg/m<sup>3</sup>  
 Brix = 51,5  
 Abs = 3,102  
 b = 1 cm  
 c =  $\text{Brix} \times \frac{\text{Bj}}{10^5} = 51,5 \times \frac{1110,533}{10^5} = 0,57$

$$\begin{aligned} \text{IU} &= \frac{\text{Abs} \times 1000}{b \times c} = \frac{3,102 \times 1000}{1 \times 0,57} = 5442,11 \\ &= 5442 \text{ IU} \end{aligned}$$

b. Susut Pengerinan

- Tanpa pelarut

Diketahui:  $W_1 = 63,8711 \text{ g}$

$W_2 = 63,0561 \text{ g}$

$W_3 = 20 \text{ g}$

$$\text{Susut Pengerinan} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times 100\%$$

$$= \frac{63,8711 - 63,0561}{20} \times 100\% = 4\%$$

- Penambahan  $\text{SO}_2$

Diketahui:  $W_1 = 76,3872 \text{ g}$

$W_2 = 75,8350 \text{ g}$

$W_3 = 20 \text{ g}$

$$\text{Susut Pengerinan} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times 100\%$$

$$= \frac{76,3872 - 75,8350}{20} \times 100\% = 2,761\%$$

- Penambahan  $\text{CaCO}_3$

Diketahui:  $W_1 = 63,7283 \text{ g}$

$W_2 = 63,0836 \text{ g}$

$W_3 = 20 \text{ g}$

$$\text{Susut Pengerinan} = \frac{W_1 - W_2}{W_3} \times 100\%$$

$$= \frac{63,7283 - 63,0836}{20} \times 100\% = 3,2235\%$$

c. Gula Pereduksi

- Tanpa pelarut

Diketahui:  $W = 2103,4 \text{ g dan } 2086,5 \text{ mg}$

Penitar blanko = 24,80 ml

Penitar contoh = 22,70 ml

Ntio = 0,0977

V = 10 ml

Untuk  $W = 2103,4 \text{ g}$ , maka:

$$24,80 - 22,70 = 2,10 \text{ ml}$$

$$\frac{2,10 \times 0,0977}{0,1} = 2,0517$$

0,1

$$\begin{aligned}
 & 2 & = 4,8 \\
 0,0517 \times 2,4 & = 0,1241 \\
 \frac{4,9241 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,1034} & = 5,85\%
 \end{aligned}$$

Untuk W = 2086,5 g, maka:

$$\begin{aligned}
 24,80 - 22,70 & = 2,10 \text{ ml} \\
 \frac{2,10 \times 0,0977}{0,1} & = 2,0517 \\
 & 2 & = 4,8 \\
 0,0517 \times 2,4 & = 0,1241 \\
 \frac{4,9241 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,0865} & = 5,90\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga kadar gula pereduksinya} = \frac{5,85\% + 5,90\%}{2} = 5,88\%$$

- Penambahan SO<sub>2</sub>

Diketahui: W = 2107,1 g dan 2093,6 g

Penitar blanko = 24,80 ml

Penitar contoh = 23,30 ml

Ntio = 0,0977

V = 10 ml

Untuk W = 2107,1g, maka:

$$\begin{aligned}
 24,80 - 23,30 & = 1,50 \text{ ml} \\
 \frac{1,50 \times 0,0977}{0,1} & = 1,4655 \\
 & 1 & = 2,4 \\
 0,4655 \times 2,4 & = 1,1172 \\
 \frac{3,5172 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,1071} & = 4,17\%
 \end{aligned}$$

Untuk W = 2093,6 g, maka:

$$\begin{aligned}
 24,80 - 23,30 & = 1,50 \text{ ml} \\
 \frac{1,50 \times 0,0977}{0,1} & = 1,4655 \\
 & 1 & = 2,4 \\
 0,4655 \times 2,4 & = 1,1172 \\
 \frac{3,5172 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,0936} & = 4,20\%
 \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga kadar gula pereduksinya} = \frac{4,17\% + 4,20\%}{2} = 4,18\%$$

- Penambahan CaCO<sub>3</sub>

Diketahui: W = 2041,4 g dan 2039 g

Penitar blanko = 24,80 ml

$$\begin{aligned} \text{Penitar contoh} &= 23,20 \text{ ml} \\ \text{Ntio} &= 0,0977 \\ \text{V} &= 10 \text{ ml} \end{aligned}$$

Untuk  $W = 2041,4\text{g}$ , maka:

$$\begin{aligned} 24,80 - 23,20 &= 1,60 \text{ ml} \\ \frac{1,60 \times 0,0977}{0,1} &= 1,5632 \\ \frac{1}{1} &= 2,4 \\ 0,5632 \times 2,4 &= 1,3517 \\ \frac{3,7517 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,0414} &= 4,59\% \end{aligned}$$

Untuk  $W = 2039 \text{ g}$ , maka:

$$\begin{aligned} 24,80 - 23,20 &= 1,60 \text{ ml} \\ \frac{1,60 \times 0,0977}{0,1} &= 1,5632 \\ \frac{1}{1} &= 2,4 \\ 0,5632 \times 2,4 &= 1,3517 \\ \frac{3,7517 \times 250 \times 100}{10 \times 1000 \times 2,0390} &= 4,60\% \end{aligned}$$

$$\text{Sehingga kadar gula pereduksinya} = \frac{4,59\% + 4,60\%}{2} = 4,60\%$$

#### d. Kadar Abu Konduktiviti

- Tanpa pelarut

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } C_1 &= 27 \\ C_2 &= 0,2 \\ C_{31,3} &= C_1 - 0,35 \times C_2 \\ &= 27 - 0,35 \times 0,2 = 26,93 \end{aligned}$$

Sehingga Kadar abu konduktiviti adalah:

$$6 \times 10^{-4} \times C_{31,3} = 6 \times 10^{-4} \times 26,93 = 0,016158\%$$

- Penambahan  $\text{SO}_2$

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } C_1 &= 30 \\ C_2 &= 0,2 \\ C_{31,3} &= C_1 - 0,35 \times C_2 \\ &= 30 - 0,35 \times 0,2 = 29,93 \end{aligned}$$

Sehingga Kadar abu konduktiviti adalah:

$$6 \times 10^{-4} \times C_{31,3} = 6 \times 10^{-4} \times 29,93 = 0,017958\%$$

- Penambahan  $\text{CaCO}_3$

Diketahui:  $C_1 = 25$

$$C_2 = 0,2$$

$$\begin{aligned} C_{31,3} &= C_1 - 0,35 \times C_2 \\ &= 25 - 0,35 \times 0,2 = 24,93 \end{aligned}$$

Sehingga Kadar abu konduktivitas adalah:

$$6 \times 10^{-4} \times C_{31,3} = 6 \times 10^{-4} \times 24,93 = 0,014958\%$$

e. Rendemen

- Tanpa pelarut

Diketahui: Input = 1.381,54 gram

Output = 108,08 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$= \frac{108,08}{1.381,54} \times 100\% = 7,823\%$$

- Penambahan  $\text{SO}_2$

Diketahui: Input = 1.381,54 gram

Output = 81,58 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$= \frac{81,58}{1.381,54} \times 100\% = 5,905\%$$

- Penambahan  $\text{CaCO}_3$

Diketahui: Input = 1.381,54 gram

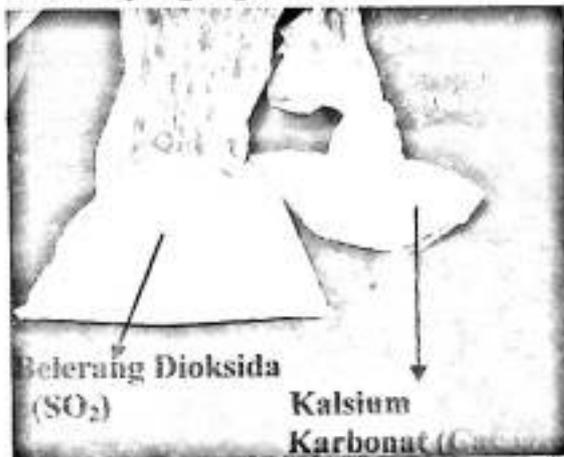
Output = 97,02 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

$$= \frac{97,02}{1.381,54} \times 100\% = 7,023\%$$

**Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Penelitian**

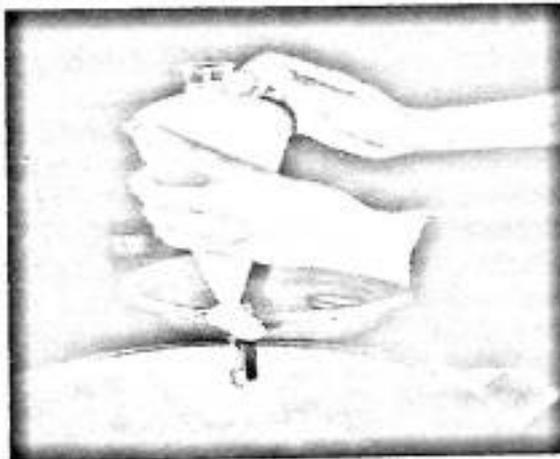
**Pelarut yang digunakan**



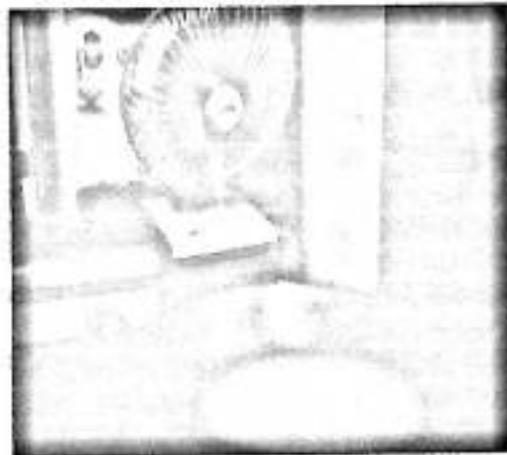
**Pemberian Pelarut**



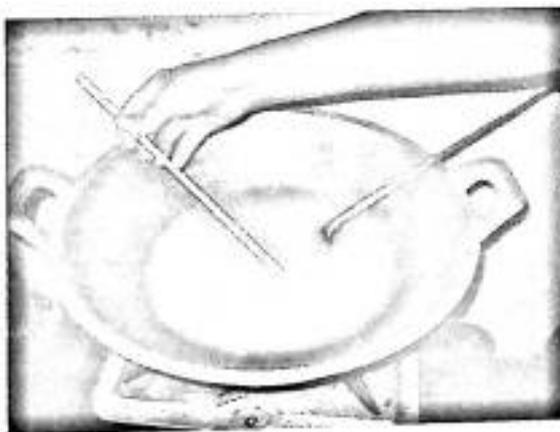
**Pemisahan Pelarut dan Nira**



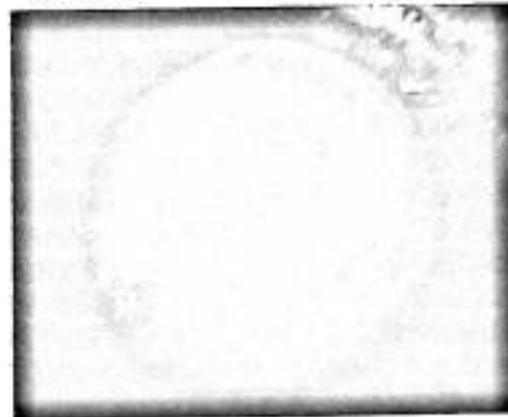
**Proses Pemasakan**



**Pengukuran Suhu**



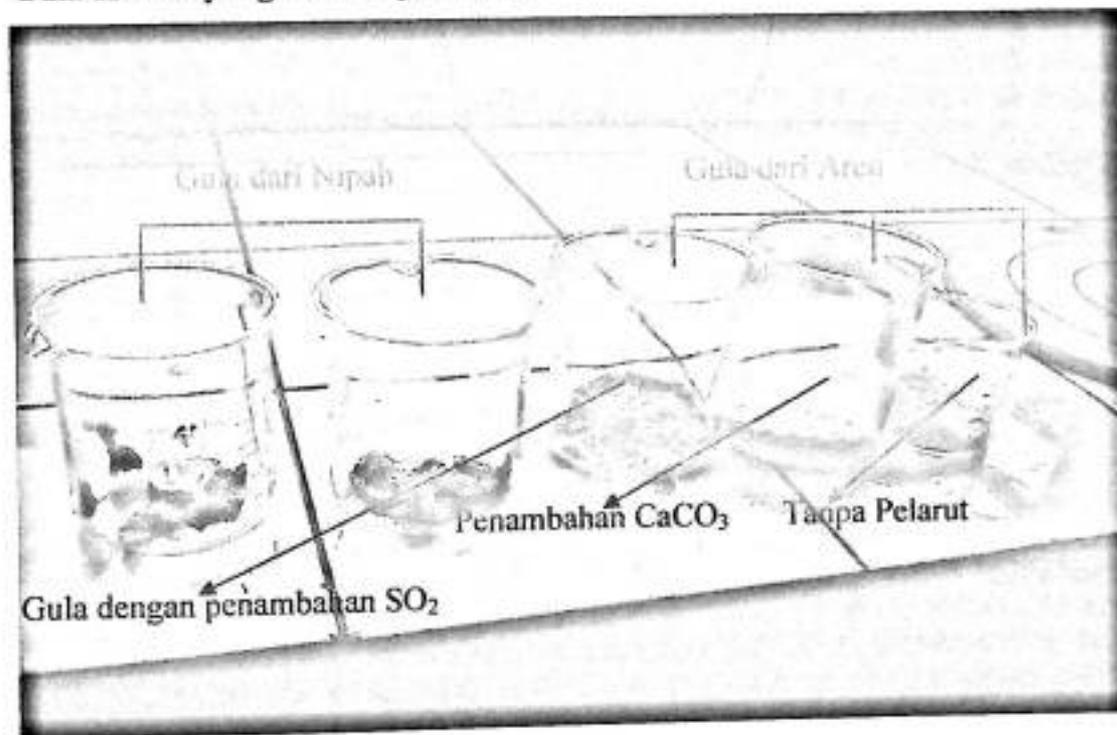
**Pemberian Bahan Tambahan  
(kemiri)**



**Nira yang telah Kental (telah diangkat dari wajan)**

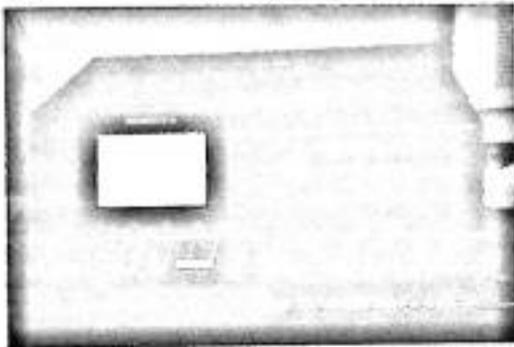


**Gula Kristal yang telah Dipadatkan**



**Alat Pengujian yang digunakan**

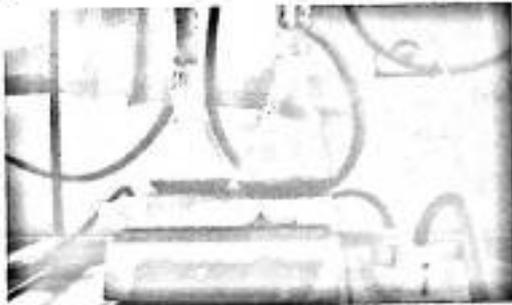
**Alat Pengujian Warna Suhu  
(Spektrofotometer)**



**Alat untuk Mambaca Brix dan  
(Refraktometer)**



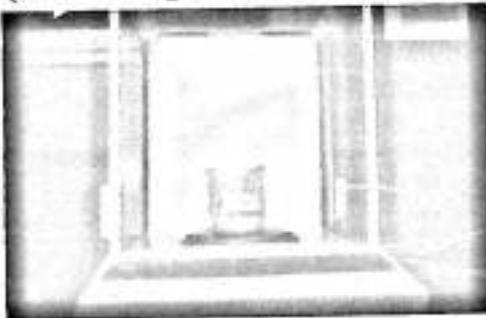
**Uji Gula Pereduksi  
(Pemanasan pada Pendingin Tegak)**



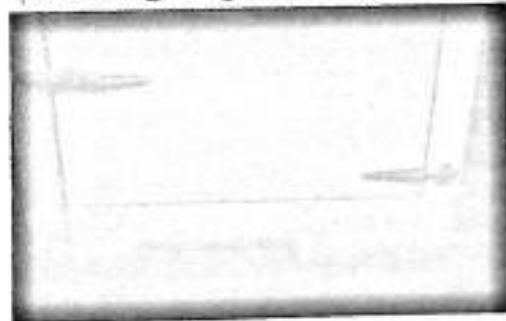
**Penitaran**



**Uji Susut Pengeringan  
(Penimbangan sampel)**



**Alat Pengeringan (Oven)**



**Uji Kadar Abu**



Sel Pengukur

Alat Konduktiviti meter