

**PENENTUAN KADAR ETANOL PADA TAPE SINGKONG  
(*Manihot esculenta* Crantz) BERDASARKAN LAMA  
WAKTU FERMENTASI DAN VARIASI  
KONSENTRASI RAGI**

**KARYA TULIS ILMIAH**

Untuk memenuhi persyaratan sebagai  
Ahli Madya Analis Kesehatan



Oleh :

**Dayanthy Rynestyn Komuna**

**33152884J**

**PROGRAM STUDI D-III ANALIS KESEHATAN  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS SETIA BUDI  
SURAKARTA  
2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

KARYA TULIS ILMIAH :

**PENENTUAN KADAR ETANOL PADA TAPE SINGKONG  
(*Manihot esculenta* Crantz) BERDASARKAN LAMA  
WAKTU FERMENTASI DAN VARIASI  
KONSENTRASI RAGI**

Oleh :

**Dayanthy Rynestyn Komuna**  
**33152884J**

Surakarta, 19 Mei 2018

Menyetujui Untuk Ujian Sidang KTI  
Pembimbing



Drs. Soebiyanto, M.Or., M.Pd.  
NIS. 01199219151034

**LEMBAR PENGESAHAN**

Karya Tulis Ilmiah :

**PENENTUAN KADAR ETANOL PADA TAPE SINGKONG  
(*Manihot esculenta* Crantz) BERDASARKAN LAMA  
WAKTU FERMENTASI DAN VARIASI  
KONSENTRASI RAGI**


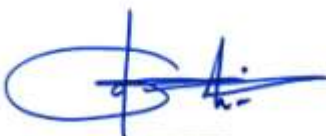

Oleh :

**Dayanthy Rynestyn Komuna**

**33152884J**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

Pada 21 Mei 2018

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Dra. Nur Hidayati, M.Pd.	
Penguji II	: Dian Kresnadipayana, S.Si., M.Si.	
Penguji III	: Drs. Soebiyanto, M.Or., M.Pd.	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan  
Universitas Setia Budi  
  
**Prof. Dr. Marsetyawan HNE S, M.Sc., Ph.D.**  
NIDN. 0029094802

Ketua Program Studi

D-III Analis Kesehatan

  
**Dra. Nur Hidayati, M.Pd.**  
NIS. 01198909202067

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Berusahalah hingga mimpimu menjadi kenyataan”*

Karya Tulis Ilmiah ini ku persembahkan untuk :

1. Tuhan Yesus Kristus.
2. Orang tua ku, kakak dan adik ku yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dalam segala hal.
3. Bangsa dan Negaraku tercinta Indonesia.
4. Almamaterku Universitas Setia Budi.

## KATA PENGANTAR

Segalah puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan anugerah-Nya, sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI) yang berjudul **“PENENTUAN KADAR ETANOL PADA TAPE SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) BERDASARKAN LAMA WAKTU FERMENTASI DAN VARIASI KONSENTRASI RAGI”**.

Penulis menyadari bahwa terselesainya Karya Tulis Ilmiah ini tidak terlepas dari andil banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, maka dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Djoni Tarigan, MBA selaku Rektor Universitas Setia Budi.
2. Prof. dr. Marsetyawan HNE S, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi.
3. Dra. Nur Hidayati, M.Pd. selaku Ketua Program Studi D-III Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Setia Budi.
4. Drs. Soebiyanto, M.Or., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang banyak memberikan waktu, masukan, dan bimbingannya kepada penulis untuk penyusunan Karya Tulis Ilmiah.
5. Dosen Fakultas Ilmu Kesehatan atas semua ilmu yang telah diberikan selama ini.
6. Keluargaku tercinta yang mendoakan, memotivasi dan membiayai kebutuhan Karya Tulis Ilmiah.
7. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah.

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini jauh dari sempurna, mengingat kemampuan dan pengetahuan sehingga tidak menutup kemungkinan terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Demikian yang bisa penulis sampaikan semoga Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca dalam meningkatkan ilmu pengetahuan.

Surakarta, Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
INTISARI .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Singkong ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) .....	5
2.2 Fermentasi .....	6
2.2.1 Macam-Macam Fermentasi .....	7
2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Etanol Pada Fermentasi .....	7
2.2.2 Keuntungan Makanan Fermentasi .....	10
2.3 Tape Singkong Dan Cara Pembuatannya .....	11
2.3.2 Ragi Tape .....	12
2.4 Etanol .....	17
2.4.1 Analisis Etanol .....	18
2.4.2 Penetapan Kadar Etanol Metode Berat jenis .....	22
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.1.1 Tempat Penelitian .....	24
3.1.2 Waktu Penelitian .....	24
3.2 Sampel Dan Persiapan Sampel .....	24
3.2.1 Sampel .....	24
3.2.2 Persiapan Sampel .....	24
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.3.1 Alat .....	24
3.3.1 Bahan .....	25
3.4 Variable Penelitian .....	25
3.5 Prosedur Kerja .....	25
3.5.1 Pembuatan Tape Pertama (Tape 1) .....	25
3.5.2 Penentuan Kadar Etanol .....	26
3.6 Analisis Data .....	27
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	28
4.2 Pembahasan .....	29
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	

5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran .....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	P-1
LAMPIRAN .....	L-1



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Singkong ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> ) .....	5
Gambar 2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	14
Gambar 3. Grafik Kadar A Etanol Dalam Tape Singkong.....	28

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi Singkong (per 100 gram).....	6
Tabel 2. Kadar Etanol Dalam Tape Singkong.....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penimbangan dan Pengukuran Suhu .....	L-1
Lampiran 2. Koreksi Berat Jenis Etanol Pada Suhu 15°C .....	L-2
Lampiran 3. Penetapan Kadar Etanol .....	L-3
Lampiran 4. Uji Rasa Dan ketampakan Pada Tape Singkong .....	L-9
Lampiran 5. Foto Penelitian .....	L-10

## INTISARI

Komuna D. R. 2018 *Penentuan Kadar Etanol Pada Tape Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Berdasarkan Lama Waktu Fermentasi Dan Variasi Konsentrasi Ragi*. Program DIII-Analis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi.

Tape merupakan salah satu makanan fermentasi dan salah satu yang dihasilkan adalah etanol. Dimasyarakat dalam pembuatan tape singkong seringkali dalam penambahan ragi tidak ada perlakuan penimbangan, sehingga ragi yang ditambahkan tidak diketahui beratnya dan jumlah etanol di dalam tape singkong. Pada penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui berapakah besar kadar etanol pada tape singkong dengan lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%) dan Mengetahui kadar etanol optimum (kadar tertinggi) pada lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%).

Singkong dibuat menjadi tape 1, tape 2, dan tape 3. Tape 1 adalah tape yang dibuat dari bahan dasar singkong dengan penambahan ragi merek NKL sebanyak 0,1% dengan berat 1,5000 g. Ragi merek NKL yang digunakan pada tape 2 sebanyak 0,2% dengan berat 3,0000 g dan tape 3 sebanyak 0,3% dengan berat 4,5000 g. Lama fermentasi adalah 48 jam, 96 jam dan 144 jam. Setelah menjadi tape 1, tape 2 dan tape 3 kemudian didestilasi dan destilat ditimbang dengan pignometer untuk menentukan berat jenis yang. Berat jenis etanol hasil pengukuran dikoreksi pada suhu 15°C.

Hasil yang didapat pada tape 1 adalah 0,36%, 2,01% dan 3,50%, tape 2 adalah 1,91%, 4,05% dan 12,00%, tape 3 adalah 25,20%, 12,97% dan 8,90%. Hal ini menunjukkan waktu fermentasi dan dosis ragi berpengaruh terhadap kadar etanol pada tape 1, tape 2, dan tape 3 dan kadar optimum etanol pada tape 1 sebesar 3,50%, tape 2 sebesar 12,00% dan tape 3 sebesar 25,20%.

**Kata kunci : tape singkong, fermentasi, ragi, etanol.**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris, kehidupan sebagian besar masyarakat ditopang oleh hasil-hasil pertanian. Hasil-hasil pertanian ini diantaranya adalah umbi ketela pohon atau singkong yang dapat diolah menjadi suatu produk untuk berbagai macam keperluan antara lain makanan, industri kertas dan untuk pembuatan energi alternatif terbarukan. Sebagai bahan pangan yang salah satu bentuk pengolahannya adalah tape (Asnawi dkk, 2013).

Bahan pangan yang sering dibuat menjadi tape adalah bahan yang mengandung karbohidrat tinggi seperti beras ketan dan singkong. Singkong merupakan sumber energi yang kaya akan karbohidrat, namun sangat miskin protein. Sumber protein yang bagus justru terdapat pada daun singkong (Hasana dkk, 2009). Menurut Asngad dan Suparti (2009) kandungan karbohidrat ketela pohon atau singkong cukup tinggi akan berpotensi sebagai bahan alternatif dalam pembuatan etanol. Karbohidrat akan diubah menjadi gula dan gula akan diubah menjadi etanol.

Pada pembuatan tape di masyarakat biasanya dalam penambahan ragi tidak ada perlakuan penimbangan. Ini membuat komposisi penggunaan ragi tidak menentu, banyak atau kurang ragi yang ditambahkan tidak diketahui. Lama fermentasi sangat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar etanol yang dibentuk. Waktu inkubasi berpengaruh terhadap hasil fermentasi

karena semakin lama inkubasi akan meningkatkan kadar etanol. Pada proses fermentasi sebelum terbentuk etanol maka akan membentuk glukosa lebih dahulu sehingga untuk pembentukan etanol membutuhkan waktu lebih lama daripada pembentukan glukosa. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat, akan habis dan khamir tidak dapat memfermentasi bahan.

Fermentasi merupakan suatu cara untuk mengubah substrat menjadi produk tertentu yang dikehendaki dengan menggunakan bantuan mikroba. Produk-produk tersebut biasanya dimanfaatkan sebagai minuman atau makanan. Tape adalah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi, dimana terjadi suatu perombakan bahan-bahan yang tidak sederhana. Zat pati yang ada dalam makanan diubah menjadi bentuk yang sederhana yaitu gula, dengan bantuan suatu mikroorganisme yang disebut ragi atau khamir. Khamir mempunyai kemampuan untuk memecah pangan karbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi alkohol atau etanol yaitu proses anaerob. Khamir mempunyai sekumpulan enzim yang diketahui sebagai *zymase* yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa menjadi etanol dan karbondioksida (Hasanah dkk, 2012). Pada proses fermentasi terdapat kadar optimum atau kadar tertinggi. Kadar optimum merupakan titik dimana khamir dapat memproduksi etanol tertinggi.

Etanol atau alkohol adalah cairan transparan, tidak berwarna, cairan yang mudah bergerak, mudah menguap, dapat bercampur dengan air, eter, dan kloroform, diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi (Berlian dkk, 2016).

Berdasarkan penelitian dari Herlina (2014), bahan yang kandungan karbohidratnya besar mempunyai kadar etanol tinggi dan semakin lama waktu fermentasi maka kadar etanol semakin tinggi. Menurut penelitian dari Sugiyarti (2007) dalam Asngad dan Suparti (2009) semakin banyak dosis ragi akan berpengaruh terhadap kadar etanol.

Untuk mengukur kadar etanol dapat digunakan berbagai metode. Metode yang sering digunakan adalah menggunakan kromatografi gas (*Gas Chromatography*) HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), metode enzim, metode hidrometer alkohol atau metode yang lebih sederhana dengan mengukur berat jenis. Setiap metode pengukuran memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing (Primadevi dan Kresnadipayana, 2016). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan alat piknometer dimana tape terlebih dahulu didestilasi.

Berdasarkan uraian dan fakta yang ada perlu dilakukan penelitian pembuatan tape singkong berdasarkan lama waktu fermentasi dan variasi konsentrasi ragi terhadap pengaruh kadar etanol pada produk tape singkong.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka :

- a. Berapakah besar kadar etanol pada tape singkong dengan lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%)?

- b. Berapakah kadar etanol optimum (kadar tertinggi) yang diperoleh dari lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

- a. Mengetahui berapakah besar kadar etanol pada tape singkong dengan lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%).
- b. Mengetahui kadar etanol optimum (kadar tertinggi) pada lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%).

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Setiap penelitian diharap mempunyai manfaat bagi peneliti maupun bagi masyarakat. Dalam penelitian ini manfaat yang diharapkan adalah dengan mengetahui lama fermentasi dan variasi konsentrasi ragi yang berpengaruh pada kadar etanol, dapat digunakan sebagai referensi untuk membuat tape singkong.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Singkong (*Manihot esculenta* Crantz)

Singkong merupakan tanaman pangan berupa perdu dengan nama lain ketela pohon, ubi kayu atau cassava. Singkong sebenarnya bukan tanaman asli Indonesia, tetapi berasal dari Amerika Latin. Tanaman ini masuk ke Indonesia melalui Filipina dibawa oleh pedagang Portugis pada abad 16, tetapi baru dibudidayakan secara komersial di Indonesia pada tahun 1810 (Islami, 2015).



**Gambar 1.** Singkong (*Manihot esculenta* Crantz)

Adapun Singkong dapat diklasifikasi sebagai berikut (Anonim, 2005) :

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermatophyta*  
Sub Divisi : *Angiospermae*  
Kelas : *Dicotyledoneae*  
Ordo : *Euphorbiales*  
Famili : *Euphorbiaceae*  
Genus : *Manihot*

Spesies : *Manihot esculenta* Crantz

Kandungan gizi pada singkong (per 100 gram) dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.** Kandungan Gizi Singkong (per 100 gram)

KANDUNGAN GIZI	JUMLAH
Air (g%)	63
Energi (kal)	146
Protein (g%)	1,2
Lemak (g%)	0,3
Karbohidrat (g%)	34,7
Ca (mg%)	33
P (mg%)	40
Fe (mg%)	0,7
Vitamin A (SI/100g)	0
Vitamin B (mg%)	0,06
Vitamin C (ng%)	30

(Sumber : Soediaoetama, 2008 )

## 2.2 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses terjadinya pemecahan zat-zat secara aerob maupun anaerob, peruraian dapat terjadi dari kompleks menjadi sederhana atau sebaliknya dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi. Fermentasi berasal dari bahasa latin “fervere” yang berarti merebus (to boil), yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut diantaranya karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Keadaan ini disebabkan adanya aktifitas khamir pada ekstari buah-buahan atau biji-bijian. Reaksi fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, glukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol (2C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH). Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi, dan digunakan pada produksi makanan (Afrianti, 2013).

### **2.2.1 Macam-macam Fermentasi**

Berdasarkan kebutuhan akan oksigen maka fermentasi dibagi dalam dua tipe yaitu fermentasi aerobik dan fermentasi anaerobik. Fermentasi aerobik (memerlukan Oksigen) adalah suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Fermentasi anaerobik (tidak memerlukan oksigen) adalah beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen (Afrianti, 2013).

### **2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Etanol Pada Fermentasi**

Menurut Hassana (2008) Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang sangat penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi sistem fermentasi etanol oleh mikroorganisme meliputi: macam bahan (substrat), mikroba, derajat keasaman (pH), suhu, suplai makanan, waktu, air ( $H_2O$ ), dan kesediaan oksigen ( $O_2$ ).

#### **a. Macam Bahan (substrat)**

Mikroorganisme membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi dan menyediakan unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur dasar tersebut adalah karbon, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya. Karbon dan nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Karbon dibutuhkan untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energi. Senyawa ini tersedia dalam bentuk gula, garam dari beberapa asam organik, gliserol, sterol dan sebagainya. Biasanya sebagai golongan karbohidrat yang

digunakan adalah glukosa, fruktosa, galaktosa, sukrosa, laktosa, dan refinosa. Nitrogen diperoleh dalam bentuk amonium, garam amonia, peptida, pepton atau derivat protein lainnya, urea dan nitrat. Di antara sumber nitrogen tersebut yang umum digunakan adalah amonium dan garam amonia. Sebagai sumber fosfor biasanya ditambahkan amonium fosfat. Asam klorida ditambahkan pada proses fermentasi yang berfungsi untuk menguraikan semua pati menjadi gula monosakarida.

b. Mikroba

Mikroba memegang kunci berhasil tidaknya dalam fermentasi etanol. Dalam hal ini terdapat 3 karakteristik penting yang harus dimiliki oleh mikroba yang akan digunakan dalam proses fermentasi, yaitu:

- 1) Mikroba harus mampu tumbuh dengan cepat dalam suatu substrat dan lingkungan yang cocok dan mudah untuk dibudidayakan dalam jumlah besar.
- 2) Organisme harus dapat menghasilkan enzim-enzim esensial dengan mudah dan dalam jumlah yang besar agar perubahan-perubahan kimia yang dikehendaki dapat terjadi.
- 3) Kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan produksi maksimum secara komparatif harus sederhana

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dari substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan khamir. Salah satu dari sifat khamir adalah bahwa pertumbuhannya dapat

berlangsung baik pada suasana asam. Pada umumnya khamir lebih baik tumbuh pada suasana asam dengan pH 4,0 – 4,5.

d. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme. Suhu dibagi menjadi 3 golongan. Pertama adalah mikroba psikofilik adalah mikroba yang tumbuh pada temperatur minimum 0-5°C, optimum 5-15°C dan maksimum 15-20°C. Kedua adalah mikroba mesofilik adalah mikroba yang dapat tumbuh pada temperatur minimum 25-45 °C, optimum 45-60°C dan maksimum 60-80°C. Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir adalah sama dengan suhu optimum pada kapang sekitar 25-30°C dan suhu maksimum kira-kira 35-47°C.

e. Suplai Makanan

Bahan dasar yang dapat digunakan untuk fermentasi etanol adalah bahan yang mengandung pati atau gula dalam jumlah tinggi.

f. Waktu

Fermentasi biasanya dilakukan selama 30-70 jam tergantung pada suhu fermentasi, pH, dan konsentrasi gula. Keberhasilan fermentasi biasanya ditandai terbentuknya etanol setelah 12 jam.

g. Air (H<sub>2</sub>O)

Suatu organisme membutuhkan air untuk hidup. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan merupakan alat pengangkut zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan luar sel. Jumlah air yang terdapat dalam bahan pangan dikenal aktivitas air (aw). Bakteri

tumbuh dalam perkembangbiakan hanya dalam media dengan nilai aw tinggi (0,91), pada khamir (0,87-0,91), dan kapang (0,80-0,87).

h. Kesediaan Oksigen (O<sub>2</sub>)

Derajat anaerobiosis merupakan faktor utama mengendali fermentasi. Bila tersedia oksigen dalam jumlah besar, maka produksi sel-sel khamir terpacu. Akan tetapi bila produksi alkohol atau etanol yang dikendaki, maka diperlukan penyediaan oksigen yang sangat terbatas.

### 2.2.3 Keuntungan Makanan Fermentasi

Menurut Afrianti (2013), makanan fermentasi merupakan makanan yang digunakan sebagai menu makanan sehari-hari, karena cara membuatnya mudah, praktis, murah dan aman. Banyak keuntungan yang bisa diambil dari produk makanan yang difermentasi baik dari sifat-sifat organoleptik (indrawi), peningkatan nilai gizi ataupun sanitasi keunggulan dari makanan fermentasi antara lain :

- a. Memberikan penampakan, dan cita rasa yang khas, misalnya pada tempe, oncom, tauco, berbeda dari penampakan atau rasanya dengan bahan aslinya kedelai.
- b. Mempunyai aroma yang lebih menyenangkan dengan terbentuknya asam, alkohol, ester dan senyawa aroma lainnya pada produk bir, yogurt, keju, kecap, anggur, acar, tape, tauco, brem.
- c. Menurunkan senyawa beracun seperti anti tirosin pada kedelai, yang bila dijadikan tempe maka kandungannya akan menurun.
- d. Mempertinggi nilai gizi, karena mikroorganisme bersifat memecah senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana. Misalnya *Rhizopus*

*oligosporus* dapat meningkatkan vitamin B12 pada tempe. Begitu pula dengan kandungan niacin dan riboflavin.

- e. Lebih murah, karena dapat menghemat bahan bakar. Produk fermentasi merupakan produk jadi atau setengah jadi sehingga pada saat pengolahan selanjutnya tidak memerlukan bahan bakar.
- f. Produk fermentasi mempunyai volume yang lebih kecil dibandingkan bahan aslinya, sehingga dapat menghemat tempat atau wadah.
- g. Merupakan produk yang aman, karena selama proses fermentasi bakteri pembusuk dan patogen akan dikendalikan pertumbuhannya.
- h. Mempunyai daya simpan yang lebih lama. Misalnya kecap lebih awet dibandingkan kedele, keju lebih tahan lama dibandingkan susu.

### **2.3 Tape Singkong Dan Cara Pembuatannya**

Tape adalah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi, dimana terjadi suatu perombakan bahan bahan yang tidak sederhana. Zat pati yang ada dalam bahan makanan diubah menjadi bentuk yang sederhana yaitu gula, dengan bantuan suatu organisme yang disebut ragi atau khamir (Hasanah dkk, 2012). Tape singkong adalah tape yang yang dibuat dari singkong yang difermentasi.

Singkong merupakan salah satu bahan makanan yang kaya karbohidrat (sumber energi). Pada proses pembuatan tape, karbohidrat mengalami proses peragian oleh mikroba atau jasad renik tertentu, sehingga sifat-sifat bahan berubah menjadi lebih enak dan sekaligus mudah dicerna (Anonim, 2005).

Pada pembuatan tape singkong secara tradisional, singkong kupas lalu dicuci, kemudian ditanak. Setelah dingin dicampur dengan ragi

komersial, dimasukkan dalam wadah yang dilapisi daun pisang dan difermentasi selama 1 sampai 3 hari pada suhu kamar. Terjadilah proses fermentasi yang mengubahnya menjadi tape. Pada saat peragian ini, terjadi perubahan bentuk dari pati menjadi glukosa yang pada akhirnya menghasilkan etanol.

Pada hakekatnya semua makanan yang mengandung karbohidrat bisa diolah menjadi tape. Tetapi sampai sekarang yang sering diolah adalah ketan dan singkong.

### 2.3.1 Ragi Tape

Ragi tape adalah bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan tape, baik dari singkong dan beras ketan. Ragi tape merupakan populasi campuran yang terdiri dari spesies-spesies genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenulla*, dan bakteri *Acetobacter*. Genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergis. *Aspergillus* menyederhanakan tepung menjadi glukosa serta memproduksi enzim *glukoamilase* yang akan memecah pati dengan mengeluarkan unit-unit glukosa, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* dapat menguraikan gula menjadi etanol dan bermacam-macam zat organik lain sementara itu *Acetobacter* dapat merombak etanol menjadi asam. Beberapa jenis jamur juga terdapat dalam ragi tape, antara lain *Chlamydomucor oryzae*, *Mucor sp*, dan *Rhizopus sp* (Hasanah dkk, 2009).

Khamir merupakan fungi bersel tunggal sederhana, kebanyakan bersifat saprofitik dan biasanya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan yang mengandung karbohidrat. Khamir dapat diisolasi dari tanah yang berasal

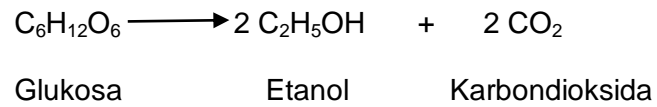


dari kebun anggur, kebun buah-buahan dan biasanya khamir berada di dalam cairan yang mengandung gula, seperti cairan buah, madu, sirup, dan sebagainya. Bentuk sel khamir biasanya bulat, oval, dan biasanya tidak mempunyai flagella. Pada umumnya khamir berkembang biak dengan bertunas, membelah diri dan pembentukan spora (Hasanah, 2008).

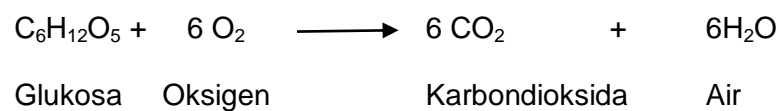
Sel-sel khamir mempunyai lapisan dinding luar yang terdiri dari polisakarida kompleks dan di dalamnya terletak membran sel. Khamir dapat tumbuh dalam media cair dan padat. Pembelahan sel terjadi secara aseksual dengan pembentukan tunas, suatu proses yang merupakan sifat khas dari khamir.

Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir adalah sama dengan suhu optimum pada kapang sekaitar 25-30°C dan suhu maksimum kira-kira 35-47°C. Sementara itu pertumbuhan khamir pada umumnya lebih baik pada suasana asam dengan pH 4-4,5, dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi. Khamir tumbuh pada kondisi aerobik, tetapi yang bersifat fermentatif dapat tumbuh secara anaerobik meskipun lambat.

Khamir mempunyai kemampuan untuk memecah pangan karbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi alkohol atau etanol yaitu proses anaerob. Khamir mempunyai sekumpulan enzim yang diketahui sebagai zymase yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa menjadi etanol dan karbondioksida. Reaksi yang terjadi dalam fermentasi alkohol atau etanol sebagai berikut:



Jika pemberian O<sub>2</sub> berlebihan, sel khamir akan melakukan respirasi secara aerobik, dalam keadaan ini enzim khamir dapat memecah senyawa gula lebih sempurna, dan akan dihasilkan karbondioksida dan air.



Jenis khamir yang biasanya dipakai dalam industri fermentasi alkohol atau etanol adalah jenis *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis khamir utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir, anggur, dan juga digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti dan fermentasi tape. Kultur yang dipilih harus dapat tumbuh dengan baik dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap etanol serta mampu menghasilkan etanol dalam jumlah banyak (Hasanah, 2008).



**Gambar 2.** *Saccharomyces cerevisiae*

Adapun *Saccharomyces cerevisiae* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom                      : *Fungi*

Phylum : *Ascomycota*  
Subphylum : *Saccharomycotina*  
Kelas : *Saccharomycetes*  
Order : *Saccharomycetales*  
Famlyli : *Saccharomycetaceae*  
Genus : *Saccharomyces*  
Spesies : *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* berbentuk bulat, oval, atau memanjang, dan mungkin berbentuk pseudomiselium. Reproduksi khamir dilakukan dengan cara pertunasan multipolar, atau melalui pembentukan askospora. Askospora dapat terbentuk setelah terjadi konjugasi, atau berasal dari sel diploid. Pertumbuhan sel merupakan puncak aktivitas fisiologi yang saling mempengaruhi secara berurutan. Proses pertumbuhan ini sangat kompleks meliputi pemasukan nutrisi dasar dari lingkungan ke dalam sel, konversi bahan-bahan nutrisi menjadi energi dan berbagai konstituen vital sel serta perkembangbiakan. Pertumbuhan mikrobial ditandai dengan peningkatan jumlah dan massa sel serta kecepatan pertumbuhan tergantung pada lingkungan fisik dan kimia (Hasanah, 2008).

Pada dasarnya pertumbuhan sel mikroba dapat berlangsung tanpa batas, akan tetapi karena pertumbuhan sel mikroba berlangsung dengan mengonsumsi nutrisi sekaligus mengeluarkan produk-produk metabolisme yang terbentuk, maka setelah waktu tertentu laju pertumbuhan akan menurun dan akhirnya pertumbuhan berhenti sama sekali. Berhentinya pertumbuhan dapat disebabkan karena berkurangnya

beberapa nutrisi esensial dalam medium atau karena terjadinya akumulasi autotoksin dalam medium atau kombinasi dari keduanya (Hasanah, 2008).

Pertumbuhan dari ragi *Saccharomyces cerevisiae* yang mula-mula lambat, lalu cepat, dan akhirnya melambat saat mendekati nilai tertentu. Pada waktu ke 0-6 jam *Saccharomyces cerevisiae* mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan substrat dan kondisi lingkungan disekitarnya. Pada waktu ke 7-11 jam *Saccharomyces cerevisiae* mengalami proses membelah dengan kecepatan masih rendah karena baru selesai tahap menyesuaikan diri, fase ini disebut fase pertumbuhan awal. Pada waktu ke 12-42 jam *Saccharomyces cerevisiae* membelah dengan cepat dan konstan. Pada waktu ini jumlah *Saccharomyces cerevisiae* meningkat dengan kecepatan eksponensial, fase ini disebut fase logaritmik. Pada waktu ke 43-168 jam memasuki fase stasioner dimana fase ini jumlah mikroba yang hidup sebanding dengan yang mati. Dengan demikian semakin berkurangnya jumlah nutrisi *Saccharomyces cerevisiae* dan substrat, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* akan semakin menurun dengan bertambahnya waktu (Hasanah, 2008).

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan spesies yang bersifat fermentatif kuat. Tetapi dengan adanya oksigen, *Saccharomyces cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air. Kedua sistem tersebut menghasilkan energi, meskipun yang dihasilkan dari respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan melalui fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah 70% glukosa di dalam substrat menjadi karbondioksida dan etanol,

sedangkan sisanya tanpa ada nitrogen diubah menjadi produk penyimpanan cadangan. Produk penyimpanan tersebut akan digunakan lagi melalui proses fermentasi endogenous jika glukosa di dalam medium sudah habis (Hasanah, 2012).

## 2.4 Etanol

Etanol atau etil alkohol, umumnya disebut dengan alkohol merupakan cairan tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar (Hermansyah dan Novia, 2014). Alkohol adalah senyawa turunan alkana dimana satu atau lebih atom hidrogen dari alkana digantikan dengan gugus hidroksil (-OH) sebagai gugus fungsi dari alkohol. Oleh karena itu, rumus senyawa alkohol adalah  $C_nH_{2n+2}O$  dengan gugus fungsi -OH (gugus hidroksil) (Mulyanti, 2015).

Senyawa alkohol memiliki gugus hidroksil (-OH) yang polar dan mempunyai pasangan elektron bebas (pada atom O) yang mempengaruhi sifat fisika senyawa alkohol (terutama berbobot molekul rendah) sebagai berikut :

- a. Cair pada suhu kamar. Hal ini dikarenakan antar molekul alkohol berikatan hidrogen cukup kuat sehingga mampu mempertahankan dalam wujud terkondensasi (cair).
- b. Titik didih tinggi. Dibandingkan dengan senyawa eter atau alkil halida yang berbobot molekul sebanding, senyawa alkohol mempunyai titik didih lebih tinggi akibat adanya ikatan hidrogen anantara molekulnya.
- c. Dapat larut dalam air. Senyawa alkohol berbobot molekul rendah dapat larut dalam air karena berikatan hidrogen dengan molekul-molekul air.

Angka kadar etanol pada cairan menunjukkan perbandingannya dengan air. Etanol bersifat mudah menguap. Alkohol tidak terlalu beracun bagi tubuh karena tubuh dapat menguraikannya dengan cepat. Alkohol atau etanol digunakan secara luasa dalam bidang industri dan pengetahuan sebagai pereaksi, pelarut dan bahan bakar (Primadevi dan Kresnadipayana, 2016)

#### **2.4.1 Analisis Etanol**

Analisis etanol dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu secara kualitatif dan kuantitatif.

##### **a. Secara kualitatif**

- 1) Reaksi Azo merupakan reaksi dengan melihat perubahan warna kuning kemerahan sampai coklat kemerahan.
- 2) Reaksi esterifikasi merupakan reaksi yang ditentukan dengan mencium bau ester (wangi)
- 3) Reaksi Cuprifil merupakan reaksi yang akan terbentuk larutan berwarna biru tua jernih.

##### **b. Secara kuantitatif**

Beberapa metode pengukuran kadar etanol secara kuantitatif menurut Rivaldi (2016) adalah sebagai berikut :

##### **1) Penetapan Kadar Etanol Metode Berat Jenis**

Penetapan berat jenis digunakan hanya untuk cairan, didasarkan pada perbandingan berat zat di udara pada suhu 15°C terhadap berat air dengan volume dan suhu yang sama. Kadar etanol dapat ditetapkan berdasarkan berat jenis destilat menggunakan Tabel Berat Jenis dan kadar Etanol.

## 2) Penetapan Kadar Etanol Metode Kromatografi Gas Cair

Alat kromatografi gas dilengkapi dengan detektor ionisasi nyala dan kolom kaca 1,8m x 4 mm berisi fase diam dengan ukuran partikel 100-120 mesh. Gunakan nitrogen F atau helium P sebagai gas pembawa. Sebelum digunakan, kondisikan kolom semalam pada suhu 235°C, alirkan gas pembawa dengan laju aliran lambat. Atur aliran gas pembawa dan suhu (lebih kurang 120°C) sehingga baku internal asetonitril terelusi dalam waktu 5-10 menit.

## 3) Penetapan Kadar Etanol Metode *Gas Chromatography*

Kromatografi gas adalah teknik kromatografi yang bisa digunakan untuk memisahkan senyawa organik yang mudah menguap. Senyawa-senyawa yang dapat ditetapkan dengan kromatografi gas sangat banyak, namun ada batasan-batasannya. Senyawa-senyawa tersebut harus mudah menguap dan stabil pada temperatur pengujian, utamanya dari 50 – 300°C. Jika senyawa tidak mudah menguap atau tidak stabil pada temperatur pengujian, maka senyawa tersebut bisa diderivatisasi agar dapat dianalisis dengan kromatografi gas. Berat jenis untuk penggunaan praktis lebih sering didefinisikan sebagai perbandingan massa dari suatu zat terhadap massa sejumlah volume air yang sama pada suhu 4° C atau temperatur lain yang tertentu. Notasi berikut sering ditemukan dalam pembacaan berat jenis: 25° C / 25° C, 25° C / 4° C, dan 4° C / 4° C. Angka yang pertama menunjukkan temperatur udara saat zat ditimbang, angka yang berikutnya menunjukkan temperatur air yang digunakan. Berat jenis larutan

etanol dapat diukur dengan piknometer. Berat jenis larutan etanol semakin kecil, maka kadar etanol di dalam larutan tersebut semakin besar. Hal ini dikarenakan etanol mempunyai berat jenis lebih kecil daripada air sehingga semakin kecil berat jenis larutan berarti jumlah / kadar etanol semakin banyak.

#### 4) Penetapan Kadar Etanol Metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC)

Kromatografi adalah suatu istilah umum yang digunakan untuk bermacam-macam teknik pemisahan yang didasarkan atas partisi sampel diantara suatu fasa gerak yang bisa berupa gas ataupun cair dan fasa diam yang juga bisa berupa cairan ataupun suatu padatan. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi ( KCKT ) atau disebut juga dengan HPLC, adalah teknik kromatografi yang dapat memisahkan suatu campuran senyawa dan digunakan dalam biokimia dan kimia analitik untuk mengidentifikasi, mengukur dan memurnikan masing-masing komponen campuran, juga menyatakan bahwa HPLC merupakan salah satu teknik pemisahan campuran secara moderen yang dapat digunakan untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif, dan paling sering digunakan untuk menetapkan kadar senyawa-senyawa tertentu, dan memurnikan senyawa dalam suatu campuran. HPLC biasanya menggunakan berbagai jenis fasa diam, fase gerak, analit, kolom, dan detektor untuk memberikan waktu retensi karakteristik untuk analit. Detektor juga dapat memberikan informasi tambahan yang berkaitan dengan analit. Waktu retensi



analit bervariasi tergantung pada kekuatan interaksi dengan fase stasioner, rasio / komposisi pelarut yang digunakan, dan laju aliran fase gerak. Ini merupakan bentuk kromatografi cair yang memanfaatkan ukuran kolom yang lebih kecil, media yang lebih kecil di dalam kolom, dan lebih tinggi tekanan fase gerak.

5) Penetapan Etanol Kadar Etanol Metode Enzyme

Metode Enzyme sangat sensitif, dapat mengukur kadar bioetanol dengan kadar sangat rendah, tetapi juga lebih rumit dan mahal.

6) Penetapan Kadar Etanol Metode Alkohol Meter

Alat untuk mengukur kadar etanol tersebut juga dikenal dengan nama alkohol meter atau hydrometer alkohol. Alat ini sebenarnya digunakan dalam industri minuman keras (bir, wine) untuk mengukur kandungan alkohol dalam minuman tersebut. Di bagian atas alkohol meter tersebut dilengkapi dengan skala yang menunjukkan kadar alkohol. Prinsip kerjanya berdasarkan berat jenis campuran antara alkohol dengan air.

Penggunaan alkohol meter sangat sederhana. Pertama masukkan bioetanol ke dalam gelas ukur atau tabung atau botol yang tingginya lebih panjang dari panjang alkohol meter. Kemudian masukkan batang alkohol meter ke dalam gelas ukur. Alkohol meter akan tenggelam dan batas airnya akan menunjukkan berapa kandungan alkohol di dalam larutan tersebut.

7) Penetapan Kadar Etanol Metode Mikro Diffusi *Con Way*

Kadar etanol bisa dilakukan dengan menggunakan metode mikro diffusi *con way*. Pada prinsipnya cara ini adalah mendifusikan

larutan alkohol dari larutan kalium karbonat jenuh ke dalam larutan kalium bikromat asam. Alkohol yang larut dalam larutan kalium bikromat jenuh selanjutnya ditentukan dengan cara spektrofotometri kadar alkohol, kemudian dicari menggunakan grafik standar etanol (Anonim, 2017).

#### **2.4.2 Penetapan Kadar Etanol Metode Berat Jenis**

Dalam melakukan suatu penelitian seorang analis harus mempunyai suatu pengetahuan. Suatu metode dikatakan baik, jika memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

- a. Memerlukan biaya yang tidak mahal
- b. Prosedur pengerjaan sah
- c. Tidak memerlukan waktu yang lama
- d. Mudah digunakan

Berdasarkan syarat-syarat tersebut, penetapan etanol dengan metode berat jenis memenuhi syarat Penetapan kadar etanol berdasarkan berat jenis menggunakan alat piknometer. Adapun keuntungan dari dari penetapan atanol berdasarkan berat jenis dengan piknometer adalah adalah mudah dalam pengerjaan. Sedangkan kerugiannya yaitu berkaitan dengan ketelitian dalam penimbangan. Jika proses penimbangan tidak teliti maka hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan literatur. Faktor-faktor yang mempengaruhi yang mempengaruhi berat jenis suatu zat adalah temperatur, massa zat, volume zat dan kekentalan atau viskositas. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan zat menguap sehingga dapat memperngaruhi berat jenisnya. Jika zat mempunyai massa yang besar maka kemungkinan berat jenisnya juga

menjadi lebih besar. Jika volume zat besar maka bobot jenisnya akan berpengaruh tergantung dari dari massa zat tersebut, dimana ukuran partikel dari zat, bobot molekulnya serta kekentalan dari suatu zat dapat mempengaruhi berat jenisnya.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

##### **3.1.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisa Makanan Dan Minuman Universitas Setia Budi Surakarta.

##### **3.1.2 Waktu Penelitian**

Telah dilaksanakan pada tanggal 22-27 Januari 2018.

#### **3.2 Sampel dan Persiapan Sampel**

##### **3.2.1 Sampel**

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tape singkong yang dibuat sendiri yang terdiri dari tape 1, tape 2 dan tape 3 dengan variasi konsentrasi ragi.

##### **3.2.2 Persiapan Sampel**

Dipilih singkong yang masih muda.

#### **3.3 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **3.2.3 Alat :**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Labu destilasi / Kjeldahl, Kondensor dan selang, Pipa U, Elenmeyer penampung destilasi, Corong, Statif dan klem, Thermometer , Pignometer , Pembakar spritus, Pipet tetes , Timbangan analitik, Gelas ukur, Beaker glass.

### 3.2.4 Bahan :

Bahan yang digunakan adalah :

- a. Ragi tape merek NKL dengan konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,3%.
- b. Serbuk MgO.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas dan variabel terikat.

- a. Variabel Bebas : variasi konsentrasi ragi dan waktu fermentasi.
- b. Variabel Terikat : kadar etanol.

### 3.5 Prosedur Kerja

#### 3.5.1. Pembuatan Tape Pertama (Tape 1)

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan tape singkong adalah sebagai berikut :

- a. Singkong sebanyak 1,5 kg dibersihkan, dipotong dan dicuci. Kemudian dimasak dengan cara dikukus pada panci.
- b. Setelah masak kemudian didinginkan di wadah.
- c. Selanjutnya taburkan serbuk ragi merek NKL sebanyak 0,1% (1,5000 g) kemudian dicampurkan sampai rata.
- d. Langkah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah plastik yang telah dilapisi daun pisang pada alas dan dinding wadah plastik, kemudian tutup rapat.
- e. Difermentasi pada suhu kamar (28 – 30°C) selama 6 hari .
- f. Melakukan fermentasi sama seperti pada point 1 sampai dengan 5 diatas jadi fermentasi tape kedua (tape 2) tapi ragi yang ditaburkan adalah 0,2% (3,0000 g) ragi merek NKL yang telah diketahui beratnya.

- g. Melakukan fermentasi sama seperti pada point 1 sampai dengan 5 diatas jadi fermentasi tape ketiga (tape 3) tapi ragi yang ditaburkan adalah 0,3% (4,5000 g) ragi merek NKL yang telah diketahui beratnya.

### 3.5.2. Penentuan Kadar Etanol

Penentuan kadar etanol pada tape singkong sebagai berikut :

- a. Timbang sampel sebanyak 50 gram masukkan ke dalam labu destilasi.
- b. Ke dalam labu destilasi tambah seujung sudip serbuk MgO dan 100 ml aquades.
- c. Lakukan destilasi dan setelah didapatkan destilat sebanyak 50 ml, destilasi diakhiri.
- d. Sebelum destilat dimasukkan dalam pignometer, diukur dulu suhunya. Bila suhu diatas 30°C, destilat tersebut direndam dalam air es batu atau dimasukkan dalam lemari es sampai suhunya kira-kira 25°C.
- e. Destilat dimasukkan dalam pignometer yang sudah diketahui berat kosongnya, dilap bagian luarnya sampai kering baru ditimbang.
- f. Setelah ditimbang kemudian dicatat. Suhu yang terakhir digunakan untuk koreksi terhadap berat jenis.
- g. Pignometer dikosongkan dan dibilas dengan aquades, kemudian diisi dengan aquades, dilap bagian luarnya sampai kering dan ditimbang beratnya. Catat beratnya.
- h. Kadar etanol dihitung berat jenisnya pada suhu 15°C.

### **3.6 Analisis Data**

Data yang diperoleh dari penimbangan piknomometer kemudian dihitung pada suhu 15°C menggunakan tabel koreksi suhu etanol. Data yang terkumpul dari perhitungan kadar etanol kemudian diolah, disusun dan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

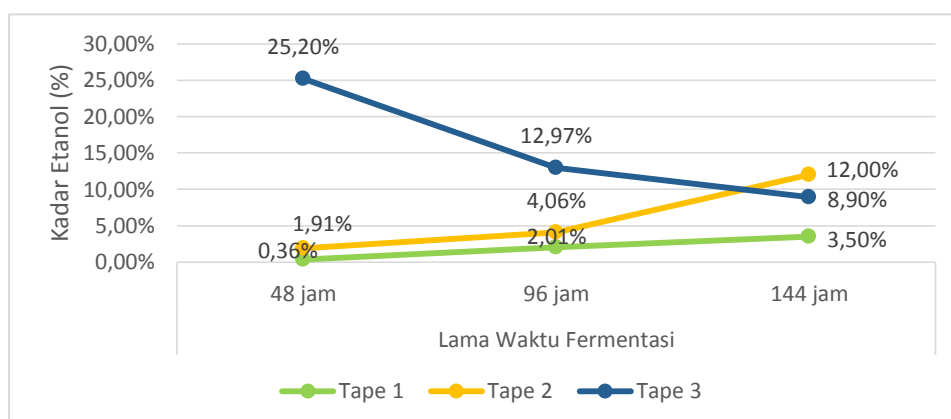
#### 4.1 Hasil Penelitian

Adapun hasil dari penelitian penentuan kadar etanol pada tape singkong dengan fermentasi selama 48 jam, 96 jam dan 144 jam dan variasi konsentrasi ragi 0,1%, 0,2% dan 0,3% disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini :

**Tabel 2.** Kadar Etanol Dalam Tape Singkong

Nama sampel	Variasi Konsentrasi Ragi (%)	Lama Fermentasi (Jam)	Kadar Etanol (%)
Tape 1	0,1	48	0,36
		96	2,01
		144	3,50
Tape 2	0,2	48	1,91
		96	4,05
		144	12,00
Tape 3	0,3	48	25,20
		96	12,97
		144	8,90

Berdasarkan Tabel 2 di atas, hasil penentuan kadar etanol diubah dalam bentuk grafik di bawah ini :



**Gambar 3.** Grafik Kadar Alkohol Dalam Tape Singkong



## 4.2 Pembahasan

Di masyarakat dalam pembuatan tape singkong seringkali dalam penambahan ragi tidak ada perlakuan penimbangan, sehingga ragi yang ditambahkan tidak diketahui beratnya dan jumlah etanol di dalam tape singkong. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapakah besar kadar etanol pada tape singkong dengan lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%). Mengetahui kadar etanol optimum (kadar tertinggi) pada lama waktu fermentasi (48 jam, 98 jam, 144 jam) dan variasi konsentrasi ragi (0,1%, 0,2%, 0,3%). Penelitian diawali dengan pembuatan tape singkong yang terdiri dari tape 1, tape 2 dan tape 3. Tape 1 adalah tape yang dibuat dari bahan dasar singkong dengan penambahan ragi merek NKL sebanyak 0,1% dengan berat 1,5000 g. Tape 2 dan tape 3 sama dengan tape 1 tetapi ragi merek NKL yang digunakan pada tape 2 sebanyak 0,2 % dengan berat 3,0000 g dan tape 3 sebanyak 0,3% dengan berat 4,5000 g. Ragi merek NKL digunakan karena merupakan ragi yang sering digunakan dalam masyarakat dan pembagian ragi pada tape 1 sebanyak 0,1%, tape 2 sebanyak 0,2% dan tape 3 sebanyak 0,3% untuk membandingkan kadar alkohol yang terbentuk.

Waktu yang biasa digunakan untuk fermentasi tape singkong adalah 1 sampai 2 hari dan tape masih dapat disimpan hingga 7 hari lamanya. Pada penetapan kadar etanol waktu yang digunakan untuk fermentasi awal adalah 2 hari dan tape singkong disimpan sampai hari ke 6. Kadar etanol diperiksa pada hari ke 2 (48 jam), hari ke 4 (96 jam) dan hari ke 6 (144 jam).

Pada penelitian ini sampel tape didestilasi dan diukur kadar alkoholnya dengan alat piknometer berdasarkan berat jenis. Temperatur destilat sangat

berpengaruh terhadap pengukuran berat jenis etanol karena suhu yang terlalu tinggi bisa menyebabkan senyawa yang diukur menjadi menguap, sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan senyawa menjadi membeku. Suhu rata-rata destilat yang diperoleh setelah destilasi adalah 30°C, oleh karena itu suhu diturunkan menjadi 10°C-20°C. Setelah suhu turun etanol segera dimasukkan ke dalam piknometer dan ditimbang beratnya, kemudian diukur pula suhu akhir destilat. Penimbangan harus dilakukan secara cepat untuk menghindari proses penguapan karena suhu etanol mudah sekali menguap (Primadevi dan Kresnadipayana, 2016).

Hasil yang didapat pada tape 1 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam adalah 0,36%, 2,01% dan 3,50%. Pada tape 2 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam adalah 1,91%, 4,05% dan 12,00%. Pada tape 3 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam adalah 25,20%, 12,97% dan 8,90%. Pada tape 1 dan tape 2 jumlah alkohol yang terbentuk lama-lama mengalami peningkatan dari fermentasi 48 jam sampai dengan 144 jam, sedangkan pada tape 3 jumlah alkohol yang terbentuk pada fermentasi 48 jam sangat tinggi dan mengalami penurunan pada fermentasi 96 jam dan 144 jam.

Proses fermentasi tergantung pada banyak sedikitnya penambahan khamir dalam bahan. Semakin banyak jumlah ragi yang diberikan berarti semakin banyak jumlah khamir yang terlibat, sehingga kadar etanol meningkat. *S. cerevisiae* dalam ragi tape dapat menghasilkan kadar etanol tinggi. Hal ini disebabkan *S. cerevisiae* merupakan galur terpilih yang biasa digunakan untuk fermentasi etanol karena mempunyai toleransi yang tinggi terhadap etanol. *S. cerevisiae* juga mampu memfermentasikan glukosa,

sukrosa, manitol dan maltosa *S. cerevisiae* merupakan khamir yang paling penting pada fermentasi utama dan akhir, karena mampu memproduksi etanol dengan konsentrasi tinggi pada fermentasi (Asngad dan Suparti, 2009).

Lama fermentasi sangat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar etanol yang dibentuk. Menurut Asngad dan Suparti (2009), waktu inkubasi berpengaruh terhadap hasil fermentasi karena semakin lama inkubasi akan meningkatkan kadar etanol. Pada proses fermentasi sebelum terbentuk etanol maka akan membentuk glukosa lebih dahulu sehingga untuk pembentukan etanol membutuhkan waktu lebih lama daripada pembentukan glukosa. Namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat, akan habis dan khamir tidak dapat memfermentasi bahan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Kadar etanol tape 1 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam dan variasi konsentrasi ragi 0,1% adalah 0,36%, 2,01% dan 3,50%. Pada tape 2 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam dan variasi konsentrasi ragi 0,2% adalah 1,91%, 4,05% dan 12,00%. Pada tape 3 dengan lama fermentasi 48 jam, 96 jam dan 144 jam dan variasi konsentrasi ragi 0,3% adalah 25,20%, 12,97% dan 8,90%.
- b. Kadar optimum alkohol pada tape 1 sebesar 3,50%, tape 2 sebesar 12,00% dan tape 3 sebesar 25,50%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian maka disarankan :

- a. Melakukan penelitian lanjutan untuk mengukur kadar karbohidrat dan protein yang terkandung dalam tape singkong.
- b. Pada pembuatan tape singkong untuk melakukan penimbangan terhadap ragi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L H. 2013. *Teknologi Pengawetan Makanan*. Bandung : Alfabeta.
- Anonim. 2005. "Ketela / Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)", Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan Dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (online), (<http://bebas.vslm.org/v/13/Data/bididayapertanian/PANGAN/SINGKONG.PDF> diakses 16 Desember 2017).
- Anonim. 2017. "Cara Uji Kadar Alkohol Menggunakan Metode Diffusi *Con Way*", (Online), (<http://www.labsmk.com/2017/03/cara-uji-kadar-alkohol-menggunakan.html?m=1>, diakses 22 Mei 2017)
- Asnawi, M, Sumarlan S.H dan Hermanto M.B. 2013. "Karakteristik Tape Ubi Kayu (*Manihot utilissima*) Melalui Proses Pematangan Dengan penggunaan Pengontrol Suhu". *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, Vol 1(2) : 56-66.
- Asngad, A dan Suparti. 2009. "Lama Fermentasi Dan Dosis Ragi Yang Berbeda Pada Fermentasi Geplek Ketela Pohon (*Manihot utilissima*, Pohl) Varietas Mukibat Terhadap Kadar Glukosa Dan Bioetanol". *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologil*, Vol 10(1) : 1-9.
- Berlian, Z, Aini F dan Ulandari R. 2016. "Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda". *Jurnal Biota*, Vol 2(1) : 106-111.
- Hasanah, H. 2008. "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa* L var forma *glutinosa*) dan Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)". Skripsi. Malang : Fakultas Sains dan teknologi, Universitas Islam Negeri.
- Hasanah, H, Jannah A dan Fasya A.G. 2012. " Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)". *Alchemy*, Vol 2(1) : 68-79.
- Herlina, C. 2014. "Uji Beda Kadar Alkohol Pada Tape Beras, Ketan Hitam Dan Singkong". *Jurnal Teknik*, Vol 6(2) : 531-536.
- Hermansyah dan Novia. 2014. "Penentuan Kadar Etanol Hasil Fermentasi Secara Enzimatis". *Molekul*, Vol 9(2) : 121-127.
- Islami, T. 2015. *Ubi Kayu*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Mulyanti, S. 2015. *Kimia Dasar Jilid 1*. Bandung : Alfabeta.
- Primadevi, S dan Kresnadipayana D. 2016. "Penetapan Kadar Etanol Pada Minuman Beralkohol Berbagai Merek Melalui Pengukuran Berat Jenis". *Biomedika*, Vol 9(1) :71-74.
- Rivaldi, A. 2016. "Menentukan kadar Alkohol" , (Online), (<http://aziznasution.blogspot.co.id/2016/11/menentukan-kadar-alkohol.html>, diakses 16 Desember 2017)
- Soediaoetama, A.D. 2008. *Ilmu Gizi*. Jakarta : Dian Rakyat.

L  
A  
M  
P  
I  
R  
A  
N

### Lampiran 1. Data Penimbangan dan Pengukuran Suhu

#### Data Penimbangan Sampel

No.	Sampel	Variasi Kons. Ragi	Fermentasi	Berat beaker glass (g)	Berat beaker glass + bahan (g)	Berat beaker glass + sisa (g)	Berat bahan (g)
1.	Tape 1	0,1%	48 jam	43,9395	93,9811	43,9498	50,0313
			96 jam	43,7889	93,8090	43,7418	50,0672
			144 jam	43,7329	93,8581	43,7718	50,0863
2.	Tape 2	0,2%	48 jam	43,8883	93,9318	43,8850	50,0468
			96 jam	49,6007	99,6926	49,6196	50,0730
			144 jam	43,7870	93,8263	43,8093	50,0170
3.	Tape 3	0,3%	48 jam	62,0907	112,1690	62,1678	50,0012
			96 jam	43,8046	93,8200	43,8062	50,0138
			144 jam	43,7053	93,8200	43,7914	50,0586

#### Data Penimbangan Ragi

No.	Nama Bahan	Berat ragi Tape(g)
1	Ragi 0,1% (Tape 1)	1,5000
2	Ragi 0,2% (Tape 2)	3,0000
3	Ragi 0,3% (Tape 3)	4,5000

#### Data Pengukuran Suhu Destilat Pada Alkohol Dengan Variasi Konsentrasi Ragi Dan Lama Waktu Fermentasi

No.	Sampel	Variasi Kons. Ragi	48 jam			96 jam			144 jam		
			Suhu (°C)								
			SD	SBP	SP	SD	SBP	SP	SD	SBP	SP
1.	Tape 1	0,1%	30	20	25	30	14	16	28	11	15
2.	Tape 2	0,2%	29	20	23	30	13	16	27	12	17
3.	Tape 3	0,3%	30	15	17	29	13	16	29	11	18

Keterangan :

SD : Setelah Destilasi

SBP : Sebelum Penimbangan

SB : Setelah Penimbangan

**Lampiran 2.** Koreksi Berat Jenis Etanol Pada Suhu 15°C

15°C	15°C	Kadar alkohol		Koreksi BJ setiap perbedaan 0,5°C			
15°C	15°C R. hampa	% berat	% volume	10-15°C	15-20°C	20-25°C	25-30°C
1,0000	0,9991	0	0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9990	0,9981	0,5	0,6	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9980	0,9971	1,1	1,3	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9970	0,9961	1,6	2,0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9960	0,9951	2,2	2,7	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9950	0,9941	2,7	3,4	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9940	0,9931	3,3	4,2	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9930	0,9921	3,9	4,9	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9920	0,9911	4,5	5,7	0,00006	0,00009	0,00012	0,00014
0,9910	0,9901	5,1	6,4	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9900	0,9891	5,7	7,2	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9890	0,9882	6,4	8,0	0,00006	0,00009	0,00012	0,00015
0,9880	0,9872	7,1	8,8	0,00006	0,00010	0,00013	0,00015
0,9870	0,9862	7,2	9,7	0,00007	0,00010	0,00013	0,00016
0,9860	0,9852	8,5	10,5	0,00007	0,00010	0,00013	0,00016
0,9850	0,9842	9,2	11,4	0,00007	0,00010	0,00014	0,00016
0,9840	0,9832	9,9	12,3	0,00008	0,00011	0,00014	0,00016
0,9830	0,9822	10,6	13,2	0,00008	0,00012	0,00014	0,00016
0,9820	0,9812	11,4	14,1	0,00009	0,00012	0,00014	0,00017
0,9810	0,9802	12,2	15,0	0,00010	0,00012	0,00015	0,00017
0,9800	0,9792	13,0	16,0	0,00011	0,00012	0,00016	0,00017
0,9790	0,9782	13,8	17,0	0,00012	0,00013	0,00016	0,00018
0,9780	0,9772	14,6	18,0	0,00013	0,00015	0,00017	0,00019
0,9770	0,9762	15,4	19,0	0,00013	0,00016	0,00017	0,00020
0,9760	0,9752	16,3	20,0	0,00013	0,00016	0,00019	0,00021
0,9750	0,9742	17,1	21,0	0,00014	0,00017	0,00019	0,00022
0,9740	0,9732	17,9	22,0	0,00015	0,00018	0,00020	0,00022
0,9730	0,9722	18,8	23,0	0,00016	0,00019	0,00021	0,00023
0,9720	0,9712	19,6	24,0	0,00017	0,00020	0,00021	0,00024
0,9710	0,9702	20,4	24,9	0,00018	0,00020	0,00022	0,00025
0,9700	0,9692	21,2	25,9	0,00019	0,00021	0,00023	0,00025
0,9690	0,9682	22,0	26,8	0,00020	0,00022	0,00024	0,00026
0,9680	0,9672	22,7	27,7	0,00021	0,00023	0,00024	0,00026
0,9670	0,9662	23,5	28,6	0,00022	0,00023	0,00025	0,00026
0,9660	0,9652	24,3	29,5	0,00022	0,00024	0,00025	0,00027
0,9650	0,9642	25,5	30,4	0,00022	0,00025	0,00026	0,00028

(Sumber : Primadevi dan Kresnadipayana, 2016)



### Lampiran 3. Penetapan Kadar Etanol

Sampel ditimbang (a) gram dimasukkan ke dalam labu destilat atau labu kjedah ditambah 0,3 gram serbuk MgO, ditambah 100 ml aquadestilat dengan gelas ukur, kemudian didestilasi.

#### A. Tape 1

##### Hari 1

1. Suhu destilat : 25°C
2. Berat pignometer + destilat : 78,4399  
Berat pignometer kosong : 28,3299 \_  
Berat destilat : 50,1100
3. Berat pignometer + aquades : 78,5723  
Berat pignometer kosong : 28,3299 \_  
Berat aquades : 50,2424
4. Berat jenis destilat :  
$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$
$$\frac{50,1100}{50,2424} \times 1 = 0,997364776 = 0,9973$$
5. Diadakan koreksi suhu dari 25°C sampai 15°C secara bertahap dengan menggunakan tabel :  
Koreksi suhu 25°C - 20°C :  $10 \times 0,00012 = 0,0012$   
Koreksi suhu 20°C - 15°C :  $10 \times 0,00009 = 0,0009$  +  
Koreksi suhu 22°C - 20°C :  $\frac{0,0012}{2} = 0,0006$   
Koreksi suhu 22°C - 20°C :  $\frac{0,0009}{2} = 0,00045$   
Koreksi suhu 22°C - 20°C :  $0,0006 + 0,00045 = 0,00105$
6. Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9973 + 0,0021  
 $= 0,9994$  dicari antara 0,9990 dan 1,0000
7. Pada tabel 0,9990 kadar alkoholnya = 0,6% volume  
Pada tabel 1,0000 kadar alkoholnya = 0,0% volume \_  
Selisihnya 0,0010 : 0,6% volume
8. Kadar alkohol pada berat jenis 0,9994 :  
$$: 0,6 - \frac{0,9994 - 0,9990}{0,0010} \times 0,6$$
$$: 0,6 - 0,24$$
$$: 0,36\% \text{ volume}$$

##### Hari 2

1. Suhu destilat : 16°C
2. Berat pignometer + destilat : 79,0914  
Berat pignometer kosong : 28,3774 \_  
Berat destilat : 50,7140
3. Berat pignometer + aquades : 79,2534  
Berat pignometer kosong : 28,3774 \_  
Berat aquades : 50,8760
4. Berat jenis destilat :  
$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$
$$\frac{50,7140}{50,8760} \times 1 = 0,996815787 = 0,9968$$

5. Diadakan koreksi suhu dari 18°C sampai 15°C dengan menggunakan tabel :  
Koreksi suhu 16°C - 15°C : 2 × 0,00009 = 0,00018
6. Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9968 + 0,00018  
= 0,99698 dicari antara 0,9960 dan 0,99700
7. Pada tabel 0,9960 kadar alkoholnya = 2,7% volume  
Pada tabel 0,9970 kadar alkoholnya = 2,0% volume  
Selisihnya 0,0010 0,7% volume
8. Kadar alkohol pada berat jenis 0,99698:  
: 2,7 -  $\frac{0,99698 - 0,9960 \times 0,7}{0,0010}$   
: 2,7 - 0,686  
: 2,01% volume

### Hari 3

1. Suhu destilat : 15°C
2. Berat pignometer + destilat : 78,9914  
Berat pignometer kosong : 28,3229  
Berat destilat : 50,6685
3. Berat pignometer + aquades : 79,2509  
Berat pignometer kosong : 28,3229  
Berat aquades : 50,9280
4. Berat jenis destilat :  
 $\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$   
 $\frac{50,6685}{50,9280} \times 1 = 0,994904571 = 0,9949$
5. Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9932 dicari antara 0,9940 dan 0,9950
6. Pada tabel 0,9940 kadar alkoholnya = 4,2% volume  
Pada tabel 0,9950 kadar alkoholnya = 3,4% volume  
Selisihnya 0,0010 0,7% volume
7. Kadar alkohol pada berat jenis 0,9932 :  
: 4,2 -  $\frac{0,9932 - 0,9930 \times 0,7}{0,0010}$   
: 4,2 - 0,72  
: 3,48% volume  
: 3,50% volume

## B. Tape 2

### Hari 1

1. Suhu destilat : 23°C
2. Berat pignometer + destilat : 78,1804  
Berat pignometer kosong : 28,2236  
Berat destilat : 49,9568
3. Berat pignometer + aquades : 78,4039  
Berat pignometer kosong : 28,2236  
Berat aquades : 50,1800

4. Berat jenis destilat :  

$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$

$$\frac{49,9568}{50,1800} \times 1 = 0,995552013 = 0,9955$$
5. Diadakan koreksi suhu dari 23°C sampai 15°C secara bertahap dengan menggunakan tabel :  
 Koreksi suhu 23°C - 20°C :  $6 \times 0,00012 = 0,00072$   
 Koreksi suhu 20°C - 15°C :  $10 \times 0,00009 = 0,0009$  +  
 Koreksi suhu 22°C - 20°C = 0,00162
6. Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9955 + 0,00162  
 = 0,99712 dicari antara 0,9970 dan 0,9980
7. Pada tabel 0,9970 kadar alkoholnya = 2,0% volume  
 Pada tabel 0,9980 kadar alkoholnya = 1,3% volume  
 Selisihnya 0,0010 0,7% volume
8. Kadar alkohol pada berat jenis 0,99712:  

$$: 2,0 - \frac{0,99712 - 0,9970 \times 0,7}{0,0010}$$
  

$$: 2,0 - 0,84$$
  

$$: 1,91\% \text{ volume}$$

## Hari 2

1. Suhu destilat : 16°C
2. Berat pignometer + destilat : 77,8643  
 Berat pignometer kosong : 28,2781 -  
 Berat destilat : 49,5862
3. Berat pignometer + aquades : 79,1592  
 Berat pignometer kosong : 28,2781 -  
 Berat aquades : 49,8811
4. Berat jenis destilat :  

$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$

$$\frac{49,5862}{49,8811} \times 1 = 0,994087941 = 0,9940$$
5. Diadakan koreksi suhu dari 16°C sampai 15°C dengan menggunakan tabel :  
 Koreksi suhu 16°C - 15°C :  $2 \times 0,00009 = 0,00018$   
 Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9940 + 0,00018  
 = 0,99418 dicari antara 0,9940 dan 0,9950
6. Pada tabel 0,9940 kadar alkoholnya = 4,2% volume  
 Pada tabel 0,9950 kadar alkoholnya = 3,4% volume  
 Selisihnya 0,0010 0,8% volume
7. Kadar alkohol pada berat jenis 0,99418 :  

$$: 4,2 - \frac{0,99418 - 0,9940 \times 0,8}{0,0010}$$
  

$$: 4,2 - 0,144$$
  

$$: 4,05\% \text{ volume}$$

### Hari 3

1. Suhu destilat : 17°C
2. Berat pignometer + destilat : 78,5604
3. Berat pignometer kosong : 28,5678 \_  
Berat destilat : 49,9926
4. Berat pignometer + aquades : 79,3704  
Berat pignometer kosong : 28,5678 \_  
Berat aquades : 50,8026
5. Berat jenis destilat :  
$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$
$$\frac{49,9926}{50,8026} \times 1 = 0,984055934 = 0,9840$$
8. Diadakan koreksi suhu dari 17°C sampai 15°C dengan menggunakan tabel :  
Koreksi suhu 17°C - 15°C :  $4 \times 0,00011 = 0,00044$   
Berat jenis pada suhu 15°C =  $0,9840 + 0,00044$   
 $= 0,98444$  dicari antara 0,9840 dan 0,9850
9. Pada tabel 0,9840 kadar alkoholnya = 12,3% volume  
Pada tabel 0,9850 kadar alkoholnya = 11,4% volume \_  
Selisihnya 0,0010 0,9% volume
10. Kadar alkohol pada berat jenis 0,98444:  
:  $12,3 - \frac{0,98444 - 0,9840}{0,0010} \times 0,9$   
: 12,3 - 0,396  
: 11,90% volume  
: 12,00% volume

### C. Tape 3

#### Hari 1

1. Suhu destilat : 16°C
2. Berat pignometer + destilat : 76,4597  
Berat pignometer kosong : 27,5322 \_  
Berat destilat : 47,9275
3. Berat pignometer + aquades : 77,4424  
Berat pignometer kosong : 27,5322 \_  
Berat aquades : 49,3930
4. Berat jenis destilat :  
$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$
$$\frac{47,9275}{49,3930} \times 1 = 0,970329804 = 0,9703$$
5. Diadakan koreksi suhu dari 16°C sampai 15°C secara bertahap dengan menggunakan tabel :  
Koreksi suhu 16°C - 15°C :  $2 \times 0,00022 = 0,00044$
6. Berat jenis pada suhu 15°C =  $0,9703 + 0,00044$   
 $= 0,97074$  dicari antara 0,9700 dan 0,9710

7. Pada tabel 0,9700 kadar alkoholnya = 25,9% volume  
Pada tabel 0,9710 kadar alkoholnya = 24,9% volume \_  
 Selisihnya 0,0010 1% volume
8. Kadar alkohol pada berat jenis 0,97074:  

$$: 25,9 - \frac{0,97074 - 0,9700}{0,0010} \times 1$$

$$: 25,9 - 0,79$$

$$: 25,16\% \text{ volume}$$

$$: 25,20\% \text{ volume}$$

### Hari 2

- Suhu destilat : 18°C
- Berat pignometer + destilat : 76,0140  
 Berat pignometer kosong : 27,5451 \_  
 Berat destilat : 49,2563
- Berat pignometer + aquades : 77,6687  
 Berat pignometer kosong : 27,5451 \_  
 Berat aquades : 50,1236
- Berat jenis destilat :  

$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$

$$\frac{49,2563}{50,1236} \times 1 = 0,982696774 = 0,9826$$
- Diadakan koreksi suhu dari 18°C sampai 15°C dengan menggunakan tabel :  
 Koreksi suhu 18°C - 15°C : 6 × 0,00011 = 0,00066
- Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9826 + 0,00066  

$$= 0,98326 \text{ dicari antara } 0,9830 \text{ dan } 0,9840$$
- Pada tabel 0,9830 kadar alkoholnya = 13,2% volume  
Pada tabel 0,9840 kadar alkoholnya = 12,3% volume \_  
 Selisihnya 0,0010 0,9% volume
- Kadar alkohol pada berat jenis 0,98326 :  

$$: 13,2 - \frac{0,98326 - 0,9830}{0,0010} \times 0,9$$

$$: 13,2 - 0,234$$

$$: 12,966\% \text{ volume}$$

$$: 12,97\% \text{ volume}$$

### Hari 3

- Suhu destilat : 17°C
- Berat pignometer + destilat : 77,8341  
 Berat pignometer kosong : 28,2652 \_  
 Berat destilat : 49,5689
- Berat pignometer + aquades : 78,4614  
 Berat pignometer kosong : 28,2652 \_  
 Berat aquades : 50,1960
- Berat jenis destilat :

$$\frac{\text{Berat destilat}}{\text{Berat aquades}} \times \text{Berat jenis aquades} (= 1)$$

$$\frac{49,5689}{50,1960} \times 1 = 0,97506973 = 0,9875$$

5. Diadakan koreksi suhu dari 17°C sampai 15°C dengan menggunakan tabel :

$$\text{Koreksi suhu } 17^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} : 4 \times 0,00010 = 0,0004$$

6. Berat jenis pada suhu 15°C = 0,9875 + 0,0004

$$= 0,9879 \text{ dicari antara } 0,9870 \text{ dan } 0,9880$$

7. Pada tabel 0,9870 kadar alkoholnya = 9,7% volume

$$\text{Pada tabel } 0,9880 \text{ kadar alkoholnya} = 8,8\% \text{ volume}$$

$$\text{Selisihnya } 0,0010 \quad 0,9\% \text{ volume}$$

8. Kadar alkohol pada berat jenis 0,9879:

$$: 9,7 - \frac{0,9879 - 0,9870 \times 0,9}{0,0010}$$

$$: 9,7 - 0,81$$

$$: 8,89\% \text{ volume}$$

$$: 8,90\% \text{ volume}$$

#### Lampiran 4. Uji Rasa Dan ketampakan Pada Tape Singkong

Uji rasa dan ketampakan dilakukan sendiri oleh peneliti.

No.	Sampel	Waktu fermentasi	Rasa dan ketampakan
1.	Tape 1	48 jam	Agak Manis
		96 jam	Manis
		144 jam	Sedikit asam
2.	Tape 2	48 jam	Manis
		96 jam	Manis dan agak asam, sedikit ada cairan
		144 jam	Sedikit asam dan sedikit ada cairan
3.	Tape 3	48 jam	Manis dan sedikit asam
		96 jam	Manis dan agak asam, sedikit ada cairan
		144 jam	Asam, sedikit rasa manis dan sedikit ada cairan

**Lampiran 5. Foto Penelitian**



Ragi Tape NKL



Singkong



Singkong Diberi Ragi Tape



Tape Singkong





Ragi 0,1%



Ragi 0,2%



Ragi 0,3%



Rangkaian Alat Destilasi



Penimbangan Piknometer