PENGARUH VARIASI MASSA RAGI *Saccharomyces cerevisiae* DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT KOPI ARABIKA *(Coffea arabica L)*

SKRIPSI

Diajukan Oleh:
RESA VERNIA FEBRINA
NIM. 150704003
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M / 1441 H

Lembaran Persetujuan

PENGARUH VARIASI MASSA RAGI *Saccharomyces cerevisiae* DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT KOPI ARABIKA *(Coffea arabica L)*

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia

Oleh

RESA VERNIA FEBRINA
NIM. 150704003
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

Disetujui oleh:

Pembimbing I,	Pembimbing II,
(Reni Silvia Nasution, M.Si)	**(Febrina Arfi, M.Si)**
NIDN: 2022028901	**NIDN: 2021028601**

Lembar Pengesahan

PENGARUH VARIASI MASSA RAGI *Saccharomyces cerevisiae* DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT KOPI ARABIKA *(Coffea arabica L)*

SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 18 Desember 2019
21 Rabiul Akhir 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,	Sekretaris,
Reni Silvia Nasution, M. Si	**Febrina Arfi, M.Si**
NIDN. 2022028901	**NIDN: 2021028601**
Penguji I,	Penguji II,
Muhammad Ridwan Harahap, M.Si	**Cut Nuzlia, M. Sc**
NIDN. 2027118603	**NIDN. 2014058702**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Resa Vernia Febrina
NIM	:	150704003
Program Studi	:	Kimia Sains dan Teknologi
Judul Skripsi	:	Pengaruh Variasi Massa Ragi *Saccharomyces cereviseae* dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 15 Februari 2020

Yang Menyatakan,

(Resa Vernia Febrina)

ABSTRAK

Nama : Resa Vernia Febrina
NIM : 150704003
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (FST)

Judul :Pengaruh Variasi Massa Ragi *Saccharomyces cereviseae* Dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi Arabika (*Coffea Arabica L*)

Tanggal Sidang : 18 Desember 2019/ 21 Rabiul Akhir 1441 H
Tebal Skripsi : 83 Halaman
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, M.Si
Pembimbing II : Febrina Arfi, M.Si
Kata Kunci : Limbah Kulit Kopi, Bioetanol, Fermentasi,S*accharomyces cereviseae.*

Limbah kulit kopi arabika merupakan salah satu bahan yang mengandung 49% selulosa; 24,5% hemiselulosa; dan 7,63% lignin sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh massa ragi *Saccharomyces cereviseae* dengan variasi 3, 9, dan 15 gram serta waktu fermentasi dengan variasi 1, 3, dan 5 hari terhadap kadar bioetanol limbah kulit kopi arabika. Metode yang digunakan terdiri dari beberapa tahap yaitu *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi, distilasi, dan penentuan kadar bioetanol menggunakan kromatografi gas. Kadar bioetanol yang diperoleh pada 25 gram limbah kulit kopi dengan variasi massa ragi 3, 9, dan 15 gram pada 1 hari fermentasi berturut-turut adalah 0,91%; 1,17%; dan 2,20%, pada 3 hari fermentasi yaitu 0,35%; 0,57%; dan 1,46%, pada 9 hari fermentasi 0,40%; 0,72%; dan 0,45%. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh sebesar 2,20% pada penambahan 15 gram massa ragi *Saccharomyces cereviseae* dengan waktu fermentasi selama 1 hari.

ABSTRACT

Name : Resa Vernia Febrina
NIM : 150704003
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technology

Title : Effect of various mass of yeast *Saccharomyces cereviseae* and fermentation time to bioethanol content from arabica coffee skin waste (*Coffea Arabica L*)

Thesis Thickness : 83 pages

Advisor I : Reni Silvia Nasution, M.Si
Advisor II : Febrina Arfi, M.Si

Keywords : Coffee Skin Waste, Bioethanol, Fermentation, yeast *Saccharomyces cereviseae.*

Arabica coffee skin waste contained 49% cellulose, 24,5% hemicellulose, and 7,63% lignin that can be used to produce bioethanol. The purpose were to know the effect of various mass of yeast *Saccharomyces cereviseae* (3, 9, and 15 gram) and various fermentation time (1, 3, and 5 days). The method used consist of several steps such as pretreatment, hydrolysis, fermentation using *Saccharomyces cereviseae*, distillation process, and determining bioethanol content using chromathography gas. The bioethanol content from 25 gram arabica coffee skin waste with 3, 9, and 15 gram yeast for 1 day fermentation was 0,91%; 1,17%; and 2,20%, for 3 days fermentation was 0,35%; 0,57%; and 1,46%, for 5 days fermentation was 0,40%; 0,72%, and 0,45%. The highest bioethanol content was 2,20% found by adding 15 gram yeast *Saccharomyces cereviseae* for 1 day fermentation.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. yang telah memberikan hidayah dan kekuatan sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi. Tak pula salawat beserta salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat yang membimbing umat manusia ke zaman yang penuh dengan pengetahuan seperti saat ini.

Pada kesempatan ini Penulis menulis skripsi berjudul **"Pengaruh Massa Ragi *Saccharomyces Cereviseae* dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi Arabika (*Coffea arabica L*)"** yang ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis banyak belajar dan mendapat ilmu pengetahuan yang sangat berharga sehingga Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan dukungan baik secara material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap M.Si selaku Sekretaris Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.

4. Ibu Reni Silvia Nasution, M.Si selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
5. Ibu Febrina Arfi, M.Si Selaku Dosen Pembimbing II di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
6. Bapak/Ibu dosen di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh yang telah turut serta membantu dan memberikan dukungan penulisan skripsi ini.
7. Kawan-kawan dan kerabat seperjuangan angkatan 2015 yang memberikan dukungan penuh.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu, Penulis mengharapkan saran dan masukan yang bermanfaat dan membangun sehingga skripsi dapat menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih dan berharap skripsi ini akan bermanfaat bagi pembaca maupun penulis.

Banda Aceh, 15 Februari 2020
Penulis

Resa Vernia Febrina

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
LEMBAR PERSETUJUAN ..... **ii**
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**

BAB I : PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 5

BAB II : LANDASAN TEORITIS
2.1 Kopi 7
2.1.1 Kulit Kopi 8
2.2 Selulosa 10
2.3 Bioetanol 11
2.3.1 Pengertian Bioetanol 11
2.4 Tahapan Dalam Pembuatan Bioetanol 13
2.4.1 *Pretreatment* 13
2.4.1.1 Pengertian dan Tujuan *Pretreatment* 13
2.4.1.2 Macam-macam *Pretreatment* 14

2.4.2 Hidrolisis 16
2.4.3 Fermentasi 19
2.4.3.1 *Saccharomyces cereviseae* 20
2.5 Distilasi 21
2.6 Kromatografi Gas 23
2.7 Penelitian Yang Relevan 25

BAB III : METODE PENELITIAN
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 28
3.2.1 Alat Penelitian 28
3.2.2 Bahan Penelitian 28
3.3 Cara Kerja 29
3.3.1 Preparasi Sampel 29
3.3.2 *Pretreatment* 29
3.3.3 Hidrolisis 30
3.3.4 Penentuan pH 30
3.3.5 Fermentasi 30
3.3.6 Proses Pemisahan dengan Distilasi 31
3.3.7 Penentuan Kadar Bioetanol 31
3.3.8 Penentuan Densitas Bioetanol 32
3.3.9 Penentuan Kadar Air Sampel 32

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
4.1 Data Hasil Penelitian 34
4.2 Pembahasan 35

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49

DAFTAR KEPUSTAKAAN 50
LAMPIRAN-LAMPIRAN 57

RIWAYAT HIDUP PENULIS.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah kopi 7
Gambar 2.2 Struktur kopi..... 8
Gambar 2.3 Struktur kimia selulosa..... 10
Gambar 2.4 Skema tujuan *pretreatment* biomassa lignoselulosa 13
Gambar 2.5 Komponen alat kromatografi gas 23
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi hidrolisis asam pada selulosa 38
Gambar 4.2 Reaksi pembentukan bioetanol pada proses fermentasi..... 41
Gambar 4.3 Hubungan antara massa ragi dan waktu fermentasi terhadap rendemen bioetanol 42
Gambar 4.4 Kurva kalibrasi standar etanol 43
Gambar 4.5 Hubungan antara massa ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter fisik etanol.....	11
Tabel 4.1	Uji kandungan kadar air sampel.....	26
Tabel 4.2	Kadar bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi.....	34
Tabel 4.3	Rendemen bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi	34
Tabel 4.4	Densitas bioetanol bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi.....	35

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Skema Kerja 43
Lampiran 2 : Perhitungan..... 47
Lampiran 3 : Dokumentasi Penelitian..... 51
Lampiran 4 : Kromatogram Hasil Analisis Kadar Bioetanol Menggunakan Kromatografi Gas..... 57

جامعة الرانري
AR-RANIRY

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aceh merupakan daerah yang kaya akan komoditas kopi. Luas wilayah Aceh yang dijadikan perkebunan kopi adalah sebesar 123.749 Ha dengan jumlah produksi kopi sebanyak 68.493 Ton menurut data Statistik Perkebunan Indonesia tahun 2017. Perkebunan kopi robusta di Aceh mencapai luas 21.404 Ha dengan produksi sebesar 5.519 Ton per tahun. Sedangkan perkebunan kopi arabika memiliki lahan seluas 99.822 Ha dengan produksi kopi arabika pertahun mencapai 41.309 Ton (Statistik Perkebunan Indonesia, 2017). Banyaknya produk kopi di Aceh, terutama di daerah Aceh Tengah, memberikan dampak negatif berupa limbah kopi dengan jumlah yang besar. Salah satu limbah yang dihasilkan dari perkebunan kopi ini adalah kulit kopi.

Ketersediaan limbah kulit kopi cukup besar di daerah Aceh karena pada proses pengolahan kopi menghasilkan sebanyak 35% limbah kulit kopi dan 65% biji kopi (Saisa dan Syabriana, 2018). Kulit kopi merupakan salah satu limbah terbanyak yang dihasilkan dari kopi di Aceh dan hanya dimanfaatkan dalam skala kecil seperti dijadikan pakan ternak (Pertiwi dan Wardani, 2016), pupuk, dan banyak pula kulit kopi yang menjadi limbah yang tak memiliki nilai guna. Di sisi lain, kulit kopi memiliki potensi besar untuk dijadikan sesuatu yang memiliki nilai jual tinggi seperti menjadikannya sebagai bahan bakar terbarukan yaitu bioetanol (Raudah, 2012).

Bioetanol ialah salah satu energi alternatif baru yang berasal dari makhluk hidup, seperti tumbuh-tumbuhan (Jannah dan Aziz, 2017). Bioetanol ini dapat menjadi energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar yang semakin hari semakin meningkat. Bioetanol dapat dibuat dengan cara fermentasi biomassa yang mengandung pati, gula, dan tanaman berselulosa (Loupatty, 2014). Bahan baku yang bisa digunakan dalam pembuatan bioetanol terdiri dari bahan-bahan yang mengandung glukosa, karbohidrat, dan selulosa (Retno dan Nuri, 2011).

Limbah kulit kopi memiliki sebanyak 65,2% kandungan serat (Siswati *et al.*, 2012). Komponen serat pada kulit kopi yaitu 49% selulosa; 24,5% hemiselulosa; dan lignin 7,63% (Diniyah *et al.*, 2013). Hal ini menyebabkan limbah kulit kopi berpeluang besar untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol. Menurut Ardiyanto dan Zainuddin (2015), pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung selulosa ini dapat dilakukan dengan beberapa proses yaitu hidrolisis dan fermentasi. Proses hidrolisis ialah reaksi yang terjadi antara air dan zat lain yang berfungsi untuk mengubah polisakarida menjadi monomer-monomer sederhana atau sering disebut sebagai monosakarida (Pejo *et al*., 2008). Proses berikutnya adalah fermentasi yang merupakan proses pemecahan senyawa-senyawa organik oleh mikroorganisme pada keadaan anaerob untuk menghasilkan suatu produk atau senyawa organik yang lebih sederhana (Abercrombie, 1993). Salah satu mikroorganisme yang bisa membantu proses fermentasi bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Azizah *et al*. (2012), *S. cerevisiae* mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan mikroorganisme lain yang digunakan pada proses fermentasi diantaranya adalah *S. cerevisiae* lebih mudah

beradaptasi dengan lingkungan hidupnya, lebih tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi, dan lebih mudah ditemukan.

Proses fermentasi bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti derajat keasaman, mikroorganisme, suhu, waktu, dan media. Menurut Azizah *et al*. (2012), lama fermentasi pada pembuatan bioetanol sangat mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi tersebut. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Coniwati *et al*. (2016) mendapatkan bioetanol dari bahan dasar biji durian dengan waktu fermentasi dilakukan selama 3 hari dengan kadar etanol tertinggi sebesar 13,452%. Penelitian yang dilakukan oleh Raudah (2012) menghasilkan bioetanol terbaik sebanyak 62% pada waktu 3 hari dengan bahan baku kulit kopi arabika. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Miftahul (2017) mampu menghasilkan bioetanol terbaik dengan kadar bioetanol maksimum yang didapat sebesar 5,7768% (v/v) dalam waktu fermentasi optimal selama 5 hari dengan bahan baku sabut kelapa. Begitu pula penelitian yang dilakukan oleh Moede dkk. (2017), mendapatkan bioetanol dengan waktu fermentasi terbaik pada 5 hari dengan bahan baku pati ubi jalar kuning dengan kadar etanol sebesar 7,90%. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar bioetanol sangat dipengaruhi oleh waktu fermentasi bahan baku bioetanol.

Massa ragi roti *S. cerevisiae* juga berpengaruh besar terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Menurut Coniwanti *et al*. (2016), semakin banyak massa ragi yang ditambahkan maka semakin besar pula kadar etanol yang dihasilkan pada bahan baku yang digunakan berupa biji durian. Penelitian yang telah dilakukan oleh Ni'mah *et al*. (2016) mendapatkan bioetanol

dengan kadar bioetanol tertinggi sebesar 5,3053% dari proses hidrolisis kemudian difermentasi dengan penambahan 3 gram ragi *S. cerevisiae* pada bahan baku sabut kelapa. Menurut Putra dkk. (2013), kondisi yang paling optimum pada fermentasi kulit singkong ditunjukkan dengan penambahan 3 gram yaitu sebesar 8,95%, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Nasrun (2015) menggunakan ragi *S. cerevisiae* sebanyak 15 g dan menghasilkan rendemen bioetanol sebesar 6,234% dari bahan baku kulit pepaya.

Penelitian yang dilakukan oleh Raudah (2012) menghasilkan bioetanol dengan menggunakan bahan baku kulit kopi dengan menggunakan ragi roti *S. cerevisiae* dengan kadar terbaik 62%, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Siswati (2015) menggunakan *Zymmonas mobilis* untuk menghasilkan bioetanol dengan bahan baku kulit kopi dengan kadar tertinggi sebesar 38,68%. *S. cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan diantaranya pertumbuhan selnya dapat lebih cepat, mudah menguraikan monosakarida seperti fruktosa, glukosa, dan sukrosa untuk menghasilkan etanol dan lebih banyak digunakan dalam skala komersil (Andini *et al*., 2010). Berdasarkan masalah di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi massa ragi *S. cerevisiae* dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit kopi arabika.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi massa ragi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit kopi arabika?

2. Bagaimana pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit kopi arabika?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa ragi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit kopi.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit kopi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang memanfaatkan limbah kulit kopi menjadi bioetanol yang memiliki nilai ekonomis lebih tinggi.
2. Menambah ilmu pengetahuan mengenai pembuatan bioetanol.
3. Mengurangi jumlah limbah kulit kopi yang terdapat di lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah mengunakan limbah kulit kopi arabika dari Aceh Tengah, massa ragi roti *S. cerevisiae* digunakan dengan variasi 3, 9, dan 15 g, dan variasi waktu fermentasi selama 1,3, dan 5 hari.

BAB II

LANDASAN TEORITIS

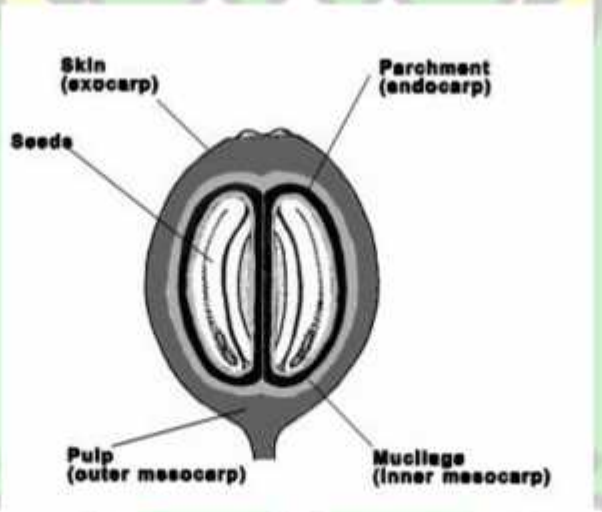
2.1. Kopi

Kopi (*Coffea sp.*) merupakan tanaman berbentuk pohon, tumbuh tegak, memiliki cabang, dan dapat tumbuh mencapai 12 m dengan daun yang ujungnya agak runcing (Najiyati *et al*., 2001). Berikut merupakan klasifikasi tanaman kopi (*Coffea sp.*) menurut Rahardjo (2012):

Kingdom : *Plantae*
Sub kingdom : *Tracheobionita*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Sub Kelas : *Astridae*
Ordo : *Rubiaceace*
Genus : *Coffea*
Spesies : *Coffea sp*

Gambar 2.1. Buah kopi (Dokumentasi Pribadi)

Tanaman kopi terdiri dari beberapa jenis seperti kopi arabika (*Coffea arabica)*, kopi liberka *(Coffea liberica),* dan kopi robusta (*Coffea canephora).* Buah kopi terdiri atas dua bagian yaitu bagian biji, dan bagian daging buah. Sedangkan bagaian daging buah terdiri atas tiga bagian diantarannya lapisan kulit luar disebut eksokarp, lapisan daging buah yaitu mesokarp, dan lapsan kulit tanduk (endokarp) (Najiyati, 2004). Biji kopi adalah bagian dari dalam buah kopi dan memiliki warna coklat kehijauan. Lapisan terluar dari biji kopi berupa kulit ari yang tipis sedangkan bagian dalam berupa *endospermae* yang membentuk belahan pada bagian tengah buah (Rahmat, 2014). Saisa dan Syabriana (2017) mengatakan bahwa mesokarp dan mesokarp kopi mempunyai kandungan air yang tinggi sehingga tekstur kulit yang dimiliki menjadi lunak, sedangkan bagian endokarp memiliki tekstur yang keras dan berwarna putih.



Gambar 2.2. Struktur kopi (Avallone *et al*., 2002)

2.1.1. Kulit Kopi

Kulit kopi merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan kopi baik dari proses pengolahan yang dilakukan secara basah maupun kering.

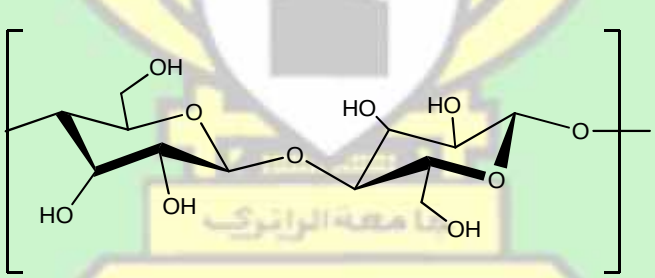
Perbedaan pengolah kopi ini akan mempengaruhi kandungan zat yang terdapat pada kulit kopi. Pengolahan kopi secara kering adalah pengolahan kopi yang dilakukan dengan cara sederhana yaitu hanya dibiarkan mengering di pohon kopi tersebut sebelum digiling dengan mesin. Sedangkan proses pengolahan kopi secara basah dilakukan dengan menempatkan buah kopi pada tangki mesin pengupas, kemudian disiram menggunakan air untuk memisahkan kulit kopi dan biji kopi yang diinginkan (Saisa dan Syabriana, 2017). Kulit kopi atau kulit buah kopi merupakan bagian yang terletak paling luar dari buah kopi sehingga disebut juga eksokarp, sedangkan bagian kulit yang memiliki kandungan air yang tinggi disebut sebagai mesokarp.

Endokarp merupakan kulit kopi yang memiliki tekstur paling keras yang tersusun atas selulosa dan hemiselulosa. Pada bagian kulit luar, mesokarp, dan kulit tanduk pada kulit kopi mengandung karbohidrat sebesar 35%; protein sebesar 5,2%; serat sebesar 30,8%; dan sebesar 10,7% kandungan mineral. Sedangkan *mucilage* mengandung sebanyak 84,2% air; 8,9% protein; 4,1% gula; dan 0,7% abu. Kulit kopi merupakan limbah lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang bisa digunakan sebagai salah satu bahan baku berbagai olahan seperti pembuatan etanol, asam karboksilat, sorbitol, xilitol, asam amino atau produk-produk lain yang lebih kompleks seperti protein sel tunggal (Diniyah *et al*., 2013). Menurut Saisa dan Syabriana (2017), limbah kulit kopi memiliki kandungan sebesar 65,2% serat. Kulit gelondong kering yang umumnya terbagi menjadi bagian kulit luar dan kulit buah mempunyai kandungan gula pereduksi sebesar 12,4%, gula non reduksi sebesar 2,02%, serta sebanyak 6,52% senyawa paktat. Sedangkan kandungan protein kasar sebanyak 10,7%, dan

serat kasar sebanyak 20,8%. Limbah kulit kopi juga mengandung zat-zat kimia beracun seperti tannin, alkaloid, dan polifenol (Ita *et al*., 2017).

2.2. Selulosa

Selulosa merupakan bagian terbesar dari lignoselulosa dimana selulosa yaitu komponen utama yang menyusun dinding sel tanaman (Jannah dan Aziz, 2017). Selulosa adalah polisakarida generasi kedua dari glukosa sebagai struktur yang memiliki serat. Sifat yang dimiliki oleh selulosa adalah tidak dapat larut dalam alkohol dan eter, berwarna putih, berbentuk padat, serta kuat (Ni'mah *et al*., 2017). Bangun dasar selulosa berupa selobiosa yang merupakan dimer dari glukosa. Selulosa mengandung 50-90% bagian berkristal serta sisanya merupakan amorf. Selulosa biasanya tidak ditemukan dalam keadaan murni di alam akan tetapi selulos berikatan dengan lignin serta hemiselulosa. Berikut merupakan struktur kimia dari selulosa:



Gambar 2.3. Struktur kimia selulosa (Ni'mah *et al*., 2017)

Monomer selulosa atau dikenal sebagai glukosa merupakan hasil hidrolisis sempurna dari selulosa. Rumus molekul selulosa yaitu $(C_6H_{10}O_5)n$ (Ni"mah *et al*., 2017). Molekul selulosa berbentuk linear dan memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk ikatan-ikatan hidrogen baik dalam satu rantai polimer selulosa maupun antar polimer selulosa yang berdampingan (Dodi, 2010).

2.3. Bioetanol

2.3.1. Pengertian Bioetanol

Bioetanol adalah senyawa golongan alkohol yang memiliki gugus hidroksil (OH), dan memiliki dua atom karbon dengan rumus kimia C_2H_5OH dan merupakan cairan kimia pada proses fermentasi karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme (Megawati, 2015). Bioetanol memiliki ciri-ciri mudah menguap atau *volatile*, dapat larut dalam air, mudah terbakar, tidak karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker, serta tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan.

Tabel 2.2. Parameter fisik etanol

Parameter Etanol	
Rumus Kimia	C_2H_5OH
Berat Molekul	46
Densitas (g/mL)	0,7851
Titik didih (°C)	78,4
Titik Beku (°C)	-112,4
Indeks Bias	1,3633
Panas Evaporasi (kal/g)	204
Viskositas pada 20°C	0,0122

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (SNI 3565-2009)

Bioetanol bisa digunakan sebagai bahan bakar apabila mengandung 10% etanol (Seftian *et al*., 2012). Bahan baku dalam membuat bioetanol dapat terdiri atas bahan yang mengandung selulosa, bahan berkarbohidrat, dan mengandung glukosa (Retno, 2011). Menurut Megawati (2015), bioetanol dari selulosa dalam

rangkaian proses pembuatannya juga dilakukan tahap fermentasi, tetapi harus melalui proses *pretreatment* terlebih dahulu dikarenakan tidak dapat secara langsung dilakukan proses fermentasi. Biaya yang dibutuhkan dalam membuat atau memproduksi bioetanol dikategorikan murah karena bioetanol dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari bahan alam seperti limbah pertanian yang umumnya sudah memiliki nilai jual yang rendah (Kristina *et al*., 2014).

Menurut Dompeipen (2015), etanol dapat digunakan sebagai bahan bakar karena etanol memiliki beberapa kelebihan antara lain ramah lingkungan karena emisi karbon monoksida rendah sebanyak 19-25% bila dibandingkan dengan bahan bakar yang lain. Kandungan oksigen pada etanol umumnya tinggi, serta daya hasil etanol lebih stabil. Menurut Prihandana (2007), etanol dapat dikelompokkan sebagai berikut :

a. Etanol 95–96% (v/v)

   Etanol ini dapat disebut sebagai etanol berhidrat, dan etanol berhidrat ini dapat dikeompokkan menjadi tiga kelompok yaitu t*echnical/raw sprit grade* yang dapat digunakan untuk bahan bakar spiritus, minuman, pelarut, dan desinfektan; kedua yaitu *Industrial grade* yang digunakan untuk bahan baku industri dan pelarut; serta p*otable grade* untuk minuman berkualitas tinggi.

b. Etanol >9,5%,

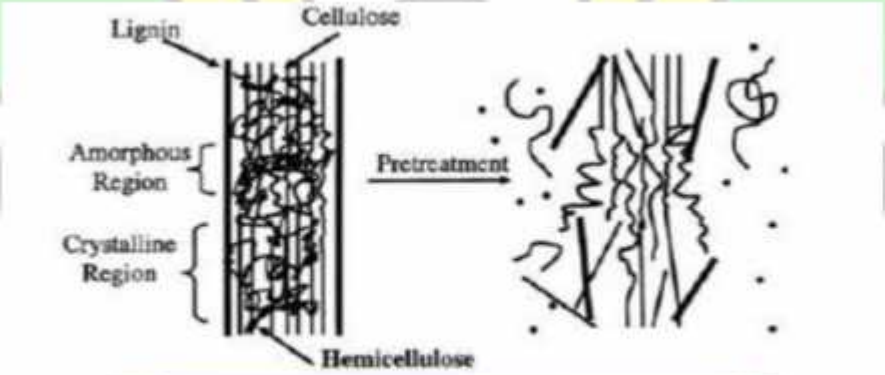
   Etanol jenis ini dapat dipakai sebagai bahan bakar dan dapat digunakan untuk keperluan pelarut di laboratorium serta dapat digunakan untuk kepentingan bidang farmasi.

2.4. Tahapan Dalam Pembuatan Bioetanol

2.4.1. *Pretreatment*

2.4.1.1. Pengertian dan Tujuan *pretreatment*

Proses *pretreatment* merupakan proses pemecahan ikatan lignin, dimana lignin mengikat hemiselulosa dan selulosa. Adapun tujuan *pretreatment* adalah untuk memecahkan struktur lignoselulosa yang terdiri atas ligin, selulosa, serta hemiselulosa supaya enzim yang digunakan pada proses lanjutan dapat mengakses selulosa dengan lebih mudah sehingga interaksi antara selulosa dengan enzim dapat berjalan dengan baik (Ni'mah *et al*., 2015). Lignin mengikat karbohidrat dengan karbohidrat sehingga jika lignin tidak dipecahkan atau dihilangkan maka lignin dapat menghambat proses hidrolisis. Tahapan perlakuan awal atau *pretreatment* ini dilakukan untuk memutuskan ikatan lignin sehingga enzim dapat menghidrolisis selulosa (Inggrid *et al*., 2011).



Gambar 2.4. Skema tujuan *pretreatment* biomassa lignoselulosa (Ni'mah *et al*., 2016)

Jika *pretreatment* tidak dilakukan maka lignoselulosa akan sukar untuk dihidrolisis sehingga selulosa tidak dapat diubah menjadi monomer gula sederhana karena lignin mengikat selulosa dengan erat sehingga sangat sukar untuk melakukan hidrolisis. *Pretreatment* dilakukan untuk menyesuaikan stuktur

maupun ukuran dari bahan lignoselulosa. Proses perlakuan awal dilakukan disebabkan ada faktor-faktor seperti ukuran, kandungan lignin, serta proses hidrolisis (Hendriks *et al*., 2009). Adapun tujuan *pretreatment* menurut Sime (2017) adalah untuk menghilangkan kandungan lignin, mengurangi kristalin selulosa, serta memperbesar porositas bahan yang digunakan.

Beberapa syarat *pretreatment* menurut Sime (2017) antara lain menghindari kehilangan karbohidrat, menghindari terbentuknya produk samping atau hasil yang tidak diinginkan yang bisa mengganggu hidrolisis, meningkatkan pembentukan gula, serta dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan sehingga lebih ekonomis.

2.4.1.2. Macam-Macam *Pretreatment*

Menurut Novia (2017), proses *pretreatment* bisa dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

a. *Pretreatment* Secara Fisika

Pretreatment secara fisika bisa dilaksanakan dengan berbagai macam cara seperti penggilingan, pemberian suhu tinggi, irradiasi dengan menggunakan sinar gamma, gelombang ultrasonik, maupun *steam explosion.* Menurut Hidayat (2013), tujuan *pretreatment* secara fisika ini umumnya untuk mengurangi ukuran bahan menjadi bagian-bagian kecil untuk memperbesar akses enzim ke bahan lignoselulosa. Metode *pretreatment* seperti ini memiliki keunggulan yaitu ramah lingkungan karen tidak memakai bahan kimia yang bisa menimbulkan kerusakan maupun menghasilkan residu yang berbahaya. Namun *pretreatment* fisika

ini kadang kala memerlukan energi yang tinggi sehingga dapat berpengaruh terhadap segi ekonomi.

b. *Pretreatment* Kimiawi

Metode *pretreatment* yang paling umum digunakan adalah metode *pretreatment* kimia. Hal ini karena *pretreatment* kimia lebih efektif, mudah, dan tidak memerlukan energi yang tinggi. Biasanya *pretreatment* kimia ini dilakukan dengan melarutkan senyawa-senyawa kimia seperti larutan asam atau pelarutan dengan larutan basa. Hidayat (2013) menyatakan bahwa tujuan utama dari *pretreatment* secara kimia ini adalah meningkatkan biodegradasi selulosa dengan cara menghilangkan kandungan hemiselulosa dan lignin pada biomassa lignoselulosa.

Penggolongan *pretreatment* secara kimia adalah sebagai berikut:

1. *Pretreatment* Asam

   Jenis *pretreatment* ini menggunakan larutan asam sebagai katalisnya. Jenis *pretreatment* asam ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu perlakuan dengan asam pekat, dan perlakuan dengan menggunakan asam encer.

2. *Pretreatment* Basa

   Pretreatment basa menggunakan larutan basa untuk menghilangkan kandungan lignin yang terdapat pada bahan biomassa lignoselulosa. Basa yang bisa digunakan untuk proses ini adalah natrium hidroksida, kalium hidroksida, ammonium hidroksida, dan larutan basa lainnya.

c. *Pretreatment* Biologis

Pretreatment biologis biasanya dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme baik jamur pelapuk putih, jamur pelapuk coklat, jamur pelapuk lunak untuk mendegdrasi lignin dan hemiselulosa pada biomassa.

2.4.2. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pemecahan atau pemutusan ikatan suatu molekul secara kimiawi disebabkan oleh pengikatan air dan menghasilkan molekul yang lebih kecil. Tujuan dari hidrolisis adalah untuk mengkonversi polisakarida menjadi monomer-monomer sederhana. Hidrolisis selulosa bisa dilakukan menggunakan asam, larutan basa, enzimatik, serta termal,masing-masing metode hidrolisis tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya (Alvira *et al*., 2008).

Hidrolisis terbagi menjadi beberapa macam sebagai berikut :

a. Hidrolisis murni, yaitu menggunakan air sebagai reaktan.
b. Hidrolisis menggunakan katalis asam, asam tersebut dapat berupa asam encer maupun asam pekat. Hidrolisis menggunakan asam ini dikenal juga sebagai hidrolisis non enzimatik dimana asam digunakan sebagai katalis. Asam yang biasanya digunakan antara lain asam kuat, seperti HCl (Rosniyatiningsih, 2011).
c. Hidrolisis menggunakan larutan basa sebagai katalis, basa yang digunakan dapat berupa basa encer maupun basa dengan konsentrasi yang pekat, seperti NaOH.

d. Hidrolisis dengan katalis enzim (Susanti *et al*., 2013).

Menurut Rosniyatiningsih (2011), hidrolisis dengan enzim ini biasanya menggunakan enzim α-amilase yang biasa digunakan pada likuifikasi, dan enzim glukoamilase yang dipakai untuk proses sakarifikasi sebagai katalisnya.

Basa, asam ataupun enzim yang digunakan dalam hidrolisis disebut katalis yaitu zat yang dapat mempercepat proses reaksi yang terjadi (Fessenden, 1989). Asam yang biasa digunakan adalah asam asetat, asam fosfat, asam klorida dan asam sulfat (Kirk, 1993). Kondisi hidrolisis bahan berbeda dengan kondisi hidrolisis untuk bahan yang lain. Laju hidrolisis bertambah jika dilakukan pada konsentrasi asam yang lebih tinggi. Konsentrasi asam yang tinggi juga dapat mengakibatkan ion-ion pengontrol seperti SiO_2, fosfat, dan garam-garam seperti Ca, Mg, Na, dan K terikat ke dalam pati atau bahan baku yang digunakan (Mardina *et al*., 2014).

Asam yang digunakan pada proses hidrolisis asam bisa berupa asam sulfat, asam nitrat, dan asam klorida, namun penggunaan asam kloridapada proses hidrolisis lebih aman penggunaannya jika dibanding menggunakan asam sulfat maupun asam nitrat (Coniwati, 2016). Asam klorida juga merupakan asam yang paling sering digunakan karena HCl memiliki sifat yang mudah menguap sehingga pemisahan produk dapat dilakukan dengan mudah, serta bisa menghasilkan produk yang memiliki warna yang terang (Kirk, 1993). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis menurut Fachry (2013) adalah sebagai berikut :

a. Kandungan selulosa pada bahan baku

Kandungan selulosa pada bahan baku yang digunakan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap hasil hidrolisis yang diperoleh. jika bahan baku mengandung selulosa dengan jumlah yang rendah, maka glukosa yang dihasilkan pada proses hidrolisis juga sedikit.

b. pH hidrolisis

pH juga memiliki pengaruh yang besar terhadap konsentrasi asam dan proses hidrolisis yang dilakukan. Apabila konsentrasi asam tinggi, maka pH yang diperoleh juga akan bernilai rendah.

c. Waktu hidrolisis.

Semakin lama waktu yang dibutuhkan pada proses hidrolisis maka akan semakin tinggi pula konsentrasi glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis tersebut.

d. Suhu

Semakin tinggi suhu yang dipakai saat proses hidrolisis, maka konstanta kecepatan reaksi akan semakin meningkat. Suhu yang tinggi menyebabkan waktu yang digunakan dapat dikurangi serta dapat meminimalisir penggunaan katalisator agar biaya yang dibutuhkan menjadi lebih rendah dan ekonomis (Groggins, 1958).

e. Tekanan

Tekanan yang umum digunakan pada proses hidrolisis yaitu 1 atm. Tekanan ini sangat berpengaruh terhadap proses hidrolisis yang dilakukan.

f. Konsentrasi Asam

Semakin tinggi konsentrasi asam yang dipakai maka semakin banyak pula kadar glukosa hasil hidrolisis sampai dengan konsentrasi optimum.

2.4.3 Fermentasi

Fermentasi merupakan kata yang berasal dari bahasa latin *"ferfere"* yang memiliki makna mendidihkan (Seftian, 2012). Fermentasi merupakan suatu proses untuk menguraikan senyawa organik yang berperan untuk menghasilkan energi. Pada fermentasi juga terjadi proses mengubah bahan baku yang digunakan menjadi suatu produk dengan bantuan mikroba dalam keadaan anaerob (Madigan *et al*., 2008). Fermentasi juga merupakan penerapan metabolisme mikroba untuk mengkonversi bahan baku menjadi suatu produk dengan nilai tinggi seperti asam-asam organik, antibiotika, dan biopolimer, serta protein sel tunggal (Tarigan, 1988). Fermentasi yang dilakukan oleh *yeast* seperti *Sacharomyces cereviseae* menghasilkan etil alkohol dan karbon monoksida (Susanti *et al*., 2013).

Organisme yang dapat digunakan untuk fermentasi dapat berupa bakteri, *yeast*, maupun fungi (Asip, 2016). Fermentasi alkohol dapat terjadi jika terdapat sel khamir, namun jika sel khamir tidak tersedia maka fermentasi alkohol tidak dapat berjalan. Bahan baku yang dapat digunakan pada proses fermentasi dapat berupa bahan monosakarida atau disakarida seperti gula tebu, maupun bahan baku yang mengandung pati (Lee *et al*., 1979). Mikroorganisme yang melakukan fermentasi ialah *yeast* atau ragi terutama dari genus *Saccharomyces*, jamur (fungi), dan beberapa bakteri (Tarigan, 1988). Reaksi pembentukan etanol berlangsung akibat adanya aktivitas *yeast* pada bahan baku atau substrat. Ragi menggunakan glukosa serta materi lainya yang mengandung karbon untuk melakukan respirasi. Umumnya ragi mempunyai kandungan mikroorganisme yang bertugas untuk melakukan fermentasi, ragi biasanya tumbuh optimum pada suhu 25-30°C dan pada suhu maksimum 35-47°C. Perubahan pH mempengaruhi

pembentukan hasil samping fermentasi (Winjaya, 2011). Selulosa bisa difermentasi langsung oleh khamir melalui beberapa pendekatan sains. Sifat tersebut membuat khamir sangat berpotensi untuk memproduksi etanol. Selain itu, khamir relatif toleran terhadap etanol yang dihasilkan dari pada mikroorganisme lain (Sumerta, 2016).

2.4.3.1. *Sacharomyces cereviseae*

Saccharomyces adalah khamir yang memiliki variasi bentuk sel yaitu berupa oval, bulat, maupun memanjang. Di Indonesia, *Saccharomyces cereviseae* dikenal sebagai jamur ragi (Fauziah, 2015). *Saccharomyces* ialah genus khamir paling penting serta memiliki kelompok heterogenous. *Saccharomyces cereviseae* digunakan sebagai pengembang pada adonan roti dan sebagai mikroorganisme dalam memproduksi alkohol. Khamir berperan penting dalam pangan karena dapat menyebabkan kerusakan, produksi alkohol, dan CO_2 (Sopandi, 2014). Berikut ini merupakan taksonomi dari *Saccharomyces cereviseae*:

Kingdom : *Fungi*

Divisi : *Ascomycota*

Kelas : *Saccharomycetes*

Ordo : *Saccharomycetales*

Famili : *Saccharomycetaceae*

Genus : *Saccharomyces*

Spesies : *Saccharomyces cereviceae*

S. cereviseae ini bersel tunggal yang berukuran berkisar 5-10 µm, dan biasa digunakan untuk produksi etanol. *S. cereviseae* bereproduksi secara

vegetatif yaitu membentuk tunas untuk memperbanyak diri. *S. cereviseae* memiliki sel yang berbentuk ellipsoid dan silindir (Hidayat, 2006). *Yeast* atau ragi dapat berkembang biak pada bahan yang mengandung gula sederhana, dan gula kompleks disakarida seperti sukrosa. Untuk menunjang kehidupannya, ragi membutuhkan karbohidrat, oksigen, dan nitrogen (Lodder, 1970). *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir kelompok *Ascomycetes* yang mengandung banyak zat seperti karbohidrat, protein, dan lemak sehingga dapat dimakan oleh manusia maupun hewan untuk mencukupi nutrisi harian yang dibutuhkan. *Saccharomyces cerevisiae* juga mengandung vitamin B kompleks serta bersifat mudah untuk dicerna, tidak menimbulkan penyakit, dan enak (Amaria *et al*., 2001).

S. cereviseae dapat mengubah media atau bahan yang mempunyai kandungan glukosa atau gula sederhana serta disakarida agar menjadi bioetanol dengan jumlah etanol mencapai 12-18% (Kadita, 2016). Beberapa jenis gula yang dapat digunakan oleh *S. cereviseae* adalah sukrosa, fruktosa, glukosa, matosa, dan maltotirosa. Diantara kelebihan yang dimiliki oleh *S. cereviseae* adalah tahan terhadap kadar gula yang cukup tinggi, pada suhu 4ºC masih bisa melakukan fermentasi, juga dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah tinggi, serta memiliki ketahanan hidup yang tinggi untuk skala besar seperti industri (Kadita, 2016).

2.5 Distilasi

Prinsip distilasi pada dasarnya ialah menguapkan cairan serta mengembunkan kembali uap tersebut pada suhu titik didih yang merupakan suhu dimana tekanan atmosfir sama dengan tekanan uapnya. Kemudian distilat adalah cairan yang diperoleh dari hasil pengembunan kembali. Adapun tujuan distilasi

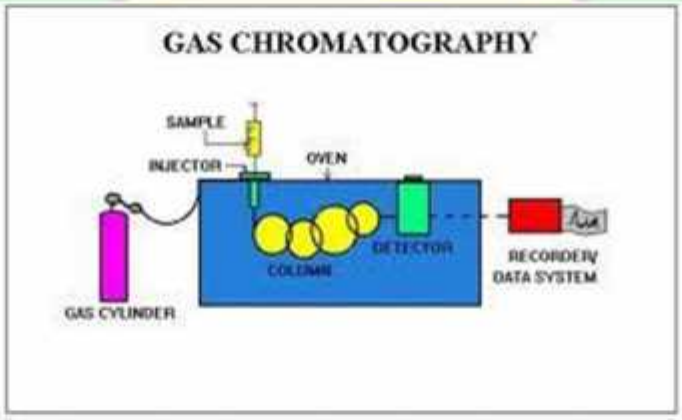
diantaranya untuk memurnikan zat cair pada titik didihnya, dan memisahkan cairan dari zat lainnya yang memiliki perbedaan titik didih cairan. Suhu pada termometer yang diletakkan pada saat berlangsungnya distilasi sama dengan titik didih distilat senyawa murni (Sahidin, 2008). Etanol memiliki titik didih yaitu 78°C, sedangkan air memiliki titik didih sebesar 100°C sehingga pemanasan larutan yang pada suhu berkisar 78-85°C menyebabkan etanol menguap. Fase uap akan terbentuk setelah dilakukan pemanasan terhadap larutan pada proses distilasi. Uap dibiarkan untuk melakukan kontak dengan cairan supaya semua komponen yang terdapat di dalam larutan akan terdistribusi ke dalam fase yang membentuk distilat dalam waktu yang cukup. Komponen dengan tekanan uap murni yang lebih tinggi atau memiliki titik didih yang lebih rendah akan banyak dikandung oleh distilat, sedangkan komponen dengan tekanan uap murni yang rendah atau titik didih lebih tinggi terdapat dalam residu. Prinsip ini digunakan sebagai dasar untuk membedakan pengertian proses pemisahan secara distilasi dengan proses evaporasi maupun *drying* meskipun sama-sama menggunakan tenaga pemisah berupa panas (Geankoplis, 1983).

Bioetanol yang dihasilkan pada akhir fermentasi masih dalam bentuk campuran antara etanol dengan air. Campuran tersebut mampu dipisahkan dengan menggunakan distilasi. Hal ini disebabkan karena distilasi dapat memisahkan dua komponen atau lebih berdasarkan pada perbedaan titik didih kedua komponen tersebut. Tujuan dari proses distilasi ini adalah untuk memurnikan zat cair pada titik didihnya serta melakukan pemisahan cairan dari campurannya yang mempunyai titik didih yang berbeda. Menurut Soerawidjaja (2007) perbedaan titik didih antara air dan etanol yang cukup besar memungkinkan terjadinya pemisahan

campuran etanol dan air. Menurut Marjoni (2014), distilasi pada suhu 71 ^{o}C tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap efisiensi destilasi untuk semua variasi waktu. Pengaruh baru terlihat pada saat suhu distilasi dinaikan menjadi 78 ^{o}C pada waktu 3 jam dan 4 jam.

2.6 Kromatografi Gas

Kromatografi gas (*gas chromatography*) atau sering disingkat dengan GC merupakan salah satu metode pemisahan yang terdiri atas dua macam komponen atau lebih berdasarkan pada distribusi antara fasa diam yang berupa cairan ataupun padatan dan gas sebagai fasa gerak (Alimin *et al*., 2007). Menurut Astuti (2006), prinsip kerja kromatografi gas yaitu dengan menginjeksika sampel yang ingin dianalisis ke dalam kromatografi gas selanjutnya sampel tersebut diubah menjadi fasa uap kemudian dialirkan melalui kolom kapiler dengan bantuan gas-gas pembawa. Pemisahan senyawa campuran supaya menjadi senyawa tunggal berlangsung karena terdapat perbedaan waktu yang dibutuhkan oleh setiap senyawa, dan perbedaan sifat kimia senyawa.



Gambar 2.5. Komponen alat kromatografi gas (Widada, 2000)

Pemisahan dengan kromatografi gas ini didasarkan pada penyebaran cuplikan yang terletak pada fase diam sedangkan gas sebagai fase gerak akan mengelusi fase diam (Ari *et al*., 2016). Prinsip dari kromatografi gas ini yaitu fase gerak (gas) mengalir melewati pipa yang dipanaskan dan disalut dengan fase diam cair atau dikemas dengan fase diam cair yang disalut pada penyangga yang padat. Analit dibawa ke bagian atas kolom melalui portal injeksi yang telah dipanaskan. Suhu oven tetap dijaga dan diatur supaya dapat meningkat secara kontinyu. Saat telah berada di dalam kolom, maka akan terjadi proses pemisahan antar komponen tersebut. Pemisahan tersebut dapat terjadi berdasarkan lama waktu yang diperlukan oleh setiap komponen pada fase diam (Sparkman *et al*., 2011).

Proses identifikasi terhadap komponen dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap waktu retensi komponen dengan waktu retensi standar pada keadaan yang sama, sedangkan konsentrasi untuk setiap komponen hasil analisis kromatografi gas dapat dihitung berdasarkan luas puncak komponen yang dianalisis dibanding dengan konsentrasi (Bintang, 2010). Dean (1995) menyatakan bahwa etanol dapat dianalisis menggunakan kromatografi gas karena etanol merupakan senyawa yang volatil atau dapat menguap pada suhu kamar sehingga bisa dianalisis dengan kromatografi gas karena telah memenuhi syarat. Kromatografi gas umumnya digunakan untuk menganalisis kadar bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi. Penelitian yang telah dilakukan oleh Jannah (2017) menganalisis kadar bioetanol dari bahan baku limbah sabut kelapa dengan menggunakan alat gas kromatografi. Sedangkan Harsono *et al*. (2015) menganalisis bioetanol berbahan baku kulit kopi arabika dan berhasil menmperoleh kadar bioetanol. Ni'mah *et al*. (2017) juga mengukur kadar

bioetanol dengan menggunakan instrumen kromatografi gas pada bahan baku sabut kelapa.

2.7 Penelitian-Penelitan Yang Relevan

Penelitian Harsono *et al*. (2015) menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi bioetanol tertinggi sebesar 60,2% dengan bahan baku ampas kopi dengan penggunaan ragi sebanyak 80 g. Penelitian Harsono ini menggunakan ampas kopi arabika yang berasal dari Jawa Timur. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sime *et al.* (2017) menggunakan bahan baku alternatif dari limbah kulit kopi untuk memproduksi bioetanol. Penelitian tersebut dilakukan dengan menyiapkan bahan baku, kemudian *pretreatment*, hidrolisis, dan dilanjutkan dengan fermentasi. Tahapan *pretreatment* bertujuan agar dapat menghilangkan kandungan lignin, mengurangi kristalin selulosa, dan meningkatkan porositas sampel. Sehingga dapat meningkatkan pembentukan gula, menghindari kehilangan karbohidrat, dan mengurangi biaya produksi. Penelitian yang dilakukan oleh Sime dkk. ini mendapatkan kadar bioetanol tertinggi 69,00% dengan jumlah bioetnaol sebesar 35,2659 g. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Siswati *et al*. (2012) mendapatkan kadar bioetanol terbaik sebesar 38,68% dengan bahan baku yang sama yaitu limbah kulit kopi. Menurut Siswati *et al*. (2012), hal tersebut disebabkan oleh adanya lignin yang mengikat selulosa. Adanya lignin tersebut mengganggu proses hidrolisis sehingga glukosa yang didapatkan dari proses hidrolisis juga sedikit.

Menurut Azizah *et al*. (2012), lama fermentasi pada proses pembuatan bioetanol mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Semakin lama waktu

yang dibutuhkan untuk fermentasi maka semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Coniwati *et al*. (2016) mendapatkan bioetanol dari bahan dasar biji durian dengan fermentasi selama 3 hari dengan kadar etanol tertinggi sebesar 13,452%. Penelitian yang dilakukan oleh Raudah (2012) menghasilkan bioetanol terbaik sebanyak 62% pada waktu 3 hari dengan bahan baku kulit kopi arabika. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Miftahul (2017) mampu menghasilkan bioetanol dengan kadar terbesar yaitu sebesar 5,77% (v/v) dengan waktu fermentasi optimal selama 5 hari dengan bahan baku sabut kelapa. Begitu pula penelitian yang dilakukan oleh Moede *et al*. (2017), mendapatkan bioetanol dengan waktu fermentasi terbaik selama 5 hari dengan bahan baku pati ubi jalar kuning dengan kadar etanol sebesar 7,90%. Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar bioetanol sangat dipengaruhi oleh waktu fermentasi bahan baku bioetanol.

Penelitian yang dilakukan oleh Siswati (2012) dengan bahan baku kulit kopi menggunakan variasi katalis HCl 10%, 20%, dan 30%. Penelitian ini memperoleh etanol terbaik dengan menggunakan katalis HCl dengan konsentrasi 20% (v/v). Pada konsentrasi 10% akan terjadi degradasi atau kehilangan glukosa yang terbentuk dari proses hidrolisis menjadi struktur kimia yang lain sehingga konversi reaksi menjadi turun, sedangkan pada penggunaan konsentrasi asam yang lebih tinggi sebesar 30% berlangsung proses pembakaran terhadap selulosa sehingga selulosa yang dikonversi menjadi glukosa menjadi lebih sedikit. Katalis HCl menghasilkan kandungan glukosa lebih tinggi daripada H_2SO_4 diakibatkan oleh adanya pembakaran selulosa oleh H_2SO_4 sedangkan penggunaan HCl tidak menyebabkan pembakaran selulosa sehingga glukosa yang dihasilkan pada

penggunaan katalis H_2SO_4 menjadi lebih sedikit. Konsentrasi asam yang digunakan adalah 10 hingga 30% (Badger, 2002).

Penelitian yang dilakukan oleh Ana (2015) menggunakan bahan baku kulit durian, dan glukosa dengan kadar tertinggi diperoleh dari proses hidrolisis menggunakan katalis HCl dengan konsentrasi 20% dan menghasilkan glukosa sebesar 61,42% sehingga hal ini memperlihatkan bahwa kadar glukosa akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam yang digunakan. Konsentrasi optimum hidrolisis menggunakan HCl adalah pada konsentrasi 20% sedangkan H_2SO_4 pada konsentrasi 25%. Konsentrasi asam semakin tinggi mengakibatkan mudahnya degradasi selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa dan senyawa gula yang lain, terlebih dengan waktu kontak yang lebih lama. Selain itu hidrolisis menggunakan asam klorida juga menghasilkan kadar glukosa yang memiliki kadar glukosa yang lebih besar daripada penggunaan asam sulfat, sebagai contoh yaitu hidrolisis menggunakan HCl 20% menghasilkan kadar glukosa sebesar 61,42% sedangkan pada hidrolisis dengan H_2SO_4 25% hanya menghasilkan kadar glukosa sebesar 28,95%.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai dengan bulan Agustus 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium kimia instrumen SMK-SMTI Banda Aceh.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat–alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain neraca analitik (merek Matrix AJ602B), ayakan 80 mesh, oven Faithful GP-45B, gelas beaker (merek Pyrex), gelas ukur (merek Pyrex), blender, *hot plate* (HP0707V2), *magnetic stirrer*, Erlenmeyer (merek Pyrex), kaca arloji (merek Iwaki), batang pengaduk (merek Gratech), spatula, pipet tetes, pipet volume (merek iwaki), karet penghisap, kertas saring, indikator universal (merek Nesco), pH meter, *stopwatch*, labu alas bulat, labu leher tiga, mantel pemanas, termometer, statif, corong (merek duran), sentrifugasi (merek Hettich EB 200), dan kromatografi gas (merek Agilent Technologies type 7890B)

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan–bahan yang dipakai pada penelitian ini antara lain kulit kopi arabika dari Aceh Tengah, ragi roti *Saccharomyces cerevisiae* merek Fermipan,

akuades (H_2O), asam klorida (HCl) 20%, natrium hidroksida (NaOH) 10 M, dan etanol (C_2H_5OH) 96%.

3.3 Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari preparasi sampel, *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi, pemurnian, dan analisis dengan kromatografi gas.

3.3.1 Preparasi Sampel (Sutarno, 2017)

Kulit kopi arabika kering diambil dari Aceh Tengah dan dibersihkan dari kotoran terlebih dahulu. Kulit kopi arabika kering tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 48 jam. Setelah dioven, kulit kopi arabika dihaluskan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk. Kemudian serbuk kulit kopi arabika diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Serbuk kulit kopi arabika tersebut dianalisis kadar airnya.

3.3.2 Proses *Pretreatment* (Sime *et al*., 2017)

Serbuk kulit kopi arabika ditimbang sebanyak 25 gram lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer berukuran 250 mL. Kemudian 250 mL akuades ditambahkan ke dalam Erlenmeyer yang telah berisi serbuk kulit kopi arabika. Erlenmeyer berisi campuran tersebut kemudian ditutup menggunakan aluminium foil. Campuran tersebut lalu dimasukkan ke dalam Autoclave selama 15 menit pada temperatur 121°C lalu campuran didiamkan dan didinginkan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat hasil *pretreatment* (Produk A) disimpan dalam Erlenmeyer, sedangkan endapan dari proses *pretreatment* akan digunakan pada proses hidrolisis.

3.3.3 Proses Hidrolisis (Sime *et al*., 2017 dengan modifikasi)

Endapan hasil *pretreatment* ditambahkan 250 mL HCl 20% kemudian diaduk hingga homogen dengan kecepatan pengadukan 2000 rpm menggunakan magnetic stirrer. Setelah diaduk, Erlenmeyer berisi campuran ditutup dengan aluminium foil dan direndam selama 24 jam. Campuran tersebut kemudian dihidrolisis selama 1 jam menggunakan suhu 100°C. Lalu pH campuran diatur menjadi 7 dengan menambahkan NaOH 10 M sedikit demi sedikit. Campuran tersebut dipisahkan menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 2500 rpm selama 5 menit. Padatan yang dihasilkan dari sentrifugasi dicuci sebanyak 2 kali dengan akuades. Hidrolisat (produk B) dicatat volumenya.

3.3.4 Proses Penentuan pH (Sime *et al*., 2017)

Filtrat hasil *pretreatment* (produk A) dicampur dengan filtrat hasil hidrolisis (produk B). Kemudian pH larutan tersebut diukur hingga menjadi 5-5,5 dengan menambahkan NaOH 10 M sedikit demi sedikit menggunakan pH meter digital. Saat pH telah mencapai *range* 5-5,5, HCl ditambahkan untuk mempertahankan pH agar tetap pada *range* tersebut. Campuran ini diberi nama sebagai produk C.

3.3.5 Proses Fermentasi (Jannah, 2017 dengan modifikasi)

Produk C dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL. Produk C kemudian ditambahkan ragi *S.cerevisiae* dengan variasi massa ragi 3, 9 dan 15 g. Erlenmeyer tersebut ditutup dengan tisu dan dibiarkan proses fermentasi berlangsung dengan variasi waktu 1, 3, dan 5 hari. Larutan tersebut diletakkan

pada suhu ruang di dalam keadaan yang gelap. Larutan hasil fermentasi lalu disaring dengan kertas saring dan diambil filtratnya (produk D). Volume larutan setelah fermentasi diukur dan dicatat. Produk D kemudian dipisahkan dengan menggunakan distilasi sederhana.

3.3.6 Proses Pemisahan dengan Distilasi (Sutarno, 2017)

Sebanyak 1 set peralatan distilasi dirangkai. Lalu produk D dimasukkan ke dalam labu distilasi. Produk D didistilasi pada suhu 78ºC hingga diperoleh produk E dan produk E tidak menetes lagi. Distilat kemudian dipersiapkan untuk ditentukan kadar etanolnya dengan menggunakan kromatografi gas. Rendemen produk E kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{\text{Volume larutan setelah distilasi (mL)}}{\text{Volume larutan setelah fermentasi (mL)}} \times 100\% \text{.....(1)}$$

3.3.7 Analisa Kadar Bioetanol (Cece, 2010 dengan modifikasi)

Alat kromatografi gas dengan detektor FID dikondisikan dengan suhu kolom pada 170°C, suhu injektor pada 210°C, suhu detektor pada 250°C dengan gas pembawa berupa N_2 dengan kecepatan alir gas 0,5 bar dan H_2 dengan kecepatan alir pada 0,65 bar. Kemudian deret standar etanol dibuat dengan konsentrasi 0,2%; 0,4%; 1%; dan 2%, dengan cara mengencerkan etanol p.a menggunakan akuades. Standar tersebut dianalisa dengan cara menginjeksikan 1 µL larutan standar tersebut ke alat kromatografi gas sehingga diperoleh data luas area dari masing masing standar. Lalu dilakukan analisa terhadap sampel dengan mengambil 1µL sampel yang sudah dilakukan preparasi sebelumnya diambil menggunakan *syring* khusus untuk kromatografi gas. Sampel diinjeksikan ke

kolom GC lewat *heated injection port* dengan sistem yang sudah dioptimasi. Hasil analisis diperoleh berupa kromatogram yang berisi waktu retensi dan luas area, kemudian dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan luas area denga konsentrasi standar etanol yang digunakan. Kadar bioetanol sampel dihitung dengan cara memplotkan *peak area* terhadap konsentrasi etanol standar hingga diperoleh persamaan garis y=ax+ b dimana y merupakan luas area dan x merupakan kadar sampel.

3.3.8 Penentuan Densitas Bioetanol (Wijaya *et al*., 2012)

Piknometer berukuran 10 mL kosong ditimbang kemudian berat piknometer kosong tersebut dicatat. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam piknometer hingga piknometer penuh. Piknometer yang telah berisi sampel tersebut ditimbang kembali dan berat piknometer yang berisi sampel dicatat. Kemudian densitas bioetanol dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{\text{(massa piknometer+sampel)- (massa piknometer kosong)}}{\text{Vpiknometer}} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana:

ρ = Densitas bioetanol (g/mL)

m = Massa (piknometer + sampel)–massa piknometer kosong (g)

Vp = Volume piknometer (mL)

3.3.9 Analisa Kadar Air Sampel (Fauziah, 2015)

Cawan petri kosong ditimbang menggunakan neraca analitik lalu berat cawan petri tersebut dicatat. Cawan petri kemudian dipanaskan di dalam oven selama 1 jam menggunakan suhu 110ºC. Lalu cawan petri didinginkan di dalam

desikator. Sampel serbuk kulit kopi ditimbang sebanyak 3 gram dan dicatat beratnya. Sampel serbuk kulit kopi dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah ditimbang beratnya kemudian dipanaskan pada suhu 110ºC selama 2 jam. Sampel tersebut lalu didinginkan di dalam desikator. Sampel ditimbang dan dicatat beratnya. Kemudian dihitung kadar air sampel menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat awal (g)} - \text{berat akhir (g)}}{\text{berat awal (g)}} \times 100\% \quad \text{.....(3)}$$

BAB IV

DATA HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengamatan

Berdasarkan penelitian pengaruh variasi massa ragi *S.cereviseae* dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol berbahan dasar limbah kulit kopi arabika, diperoleh data pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Uji kandungan kadar air sampel

No.	Ulangan	Kadar Air (%)
1.	Pertama	3,33%
2.	Kedua	2,66%
3.	Ketiga	2,66%
Rata-Rata		2,88%

Tabel 4.2. Kadar bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi

Keterangan	Kadar Bioetanol dengan Variasi Waktu Fermentasi		
	1 Hari	3 Hari	5 Hari
25 g sampel + 3 gram ragi	0,91%	0,35%	0,40%
25 g sampel + 9 gram ragi	1,17%	0,57%	0,72%
25 g sampel + 15 gram ragi	2,20%	1,46%	0,45%

Tabel 4.3. Rendemen bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi

Keterangan	Rendemen Bioetanol dengan Variasi Waktu Fermentasi		
	1 Hari	3 Hari	5 Hari
25 g sampel + 3 gram ragi	34,95%	29,43%	33,44%
25 g sampel + 9 gram ragi	39,95%	32,62%	30,25%
25 g sampel + 15 gram ragi	32,33%	32,71%	27,64%

Tabel 4.4. Densitas bioetanol dengan variasi waktu fermentasi dan massa ragi

Keterangan	Densitas Bioetanol dengan Variasi Waktu Fermentasi		
	1 Hari	3 Hari	5 Hari
25 g sampel + 3 gram ragi	0,6251 g/mL	0,6963 g/mL	0,6251 g/mL
25 g sampel + 9 gram ragi	0,6229g/mL	0,6937 g/mL	0,6954 g/mL
25 g sampel + 15 gram ragi	0,6237 g/mL	0,6958 g/mL	0,6975 g/mL

4.2 Pembahasan

Penelitian pembuatan bioetanol berbahan dasar limbah kulit kopi arabika (*Coffea arabica L*) dilakukan untuk mengetahui kadar bioetanol berdasarkan waktu fermentasi dan massa ragi *S. cereviseae.* Limbah kulit kopi arabika yang dipakai sebagai sampel pada penelitian ini berasal dari Aceh Tengah. Pengeringan limbah kulit kopi arabika dilakukan menggunakan oven pada suhu 60ºC selama 48 jam, hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air yang dikandung sampel. Kadar air yang rendah yang dikandung sampel akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Jika kandungan kadar air tinggi, maka mikroba akan lebih cepat tumbuh sehingga sampel akan mudah rusak dan mempengaruhi kualitas produk yang ingin dihasilkan (Fauziah, 2015). Sampel lalu dihaluskan menggunakan blender sehingga diperoleh sampel berbentuk serbuk halus berwarna coklat. Tujuan penghalusan sampel ini adalah untuk merombak struktur-struktur yang menyusun biomassa sehingga luas permukaan sampel menjadi maksimal dan bahan kimia yang akan digunakan pada tahap hidrolisis lebih cepat terserap dan kecepatan proses hidrolisis semakin meningkat (Hafidh, 2017). Proses penghalusan sampel ini juga tergolong ke dalam salah satu jenis *pretreatment* yaitu *pretreatment* secara fisik dimana dapat pula dilakukan dengan

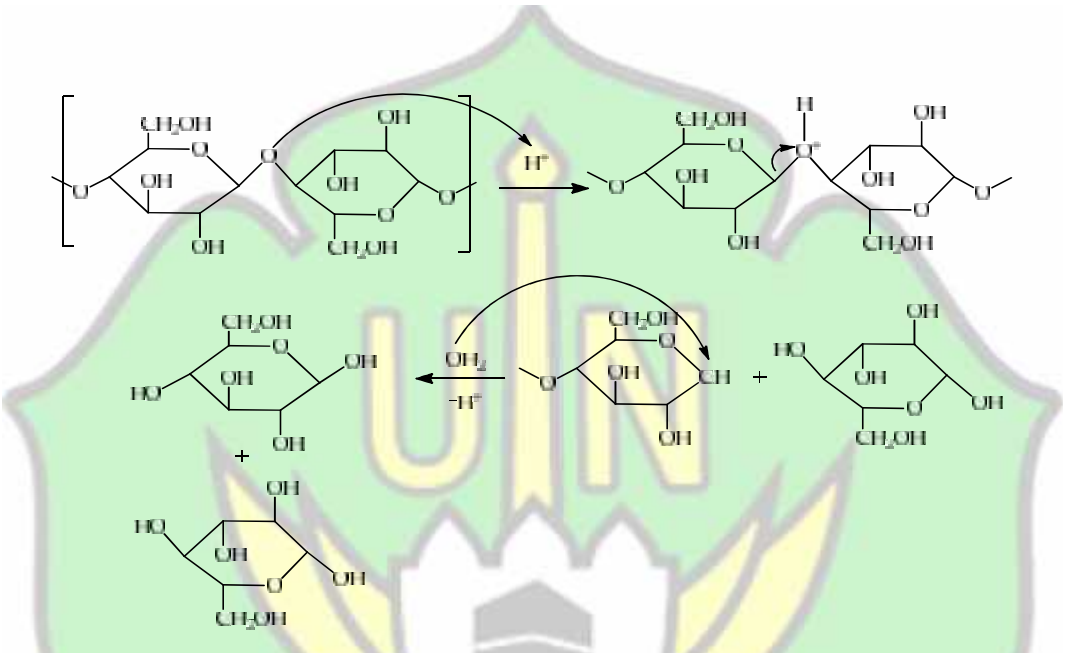
mencacah atau meremukkan suatu bahan untuk memperkecil ukuran bahan atau sampel tersebut.

Proses pengayakan kemudian dilakukan menggunakan ayakan 80 mesh. Hal ini dikarenakan besar atau kecilnya ukuran sampel akan mempengaruhi kadar selulosa yang dihasilkan. Menurut Agustian (2014), semakin kecil ukuran partikel dari sampel maka selulosa yang dihasilkan akan semakin banyak. Besar ukuran mesh berbanding lurus dengan kadar gula pereduksi sehingga penelitian ini menggunakan ayakan dengan ukuran 80 mesh untuk memaksimalkan hasil yang ingin diperoleh. Jika ukuran sampel meningkatkan, jumlah produksi bioetanol akan menurun, dan hal ini disebabkan oleh beberapa selulosa yang tidak dapat berubah menjadi gula atau glukosa (Sime *et al*., 2017), sehingga selulosa tersebut akan sukar diubah menjadi etanol, sedangkan menurut Cheng (2002), ukuran partikel tersebut juga sangat berpengaruh terhadap pemutusan rantai polimer menjadi semakin pendek sehingga proses pemisahan lignin lebih mudah dilakukan. Penggunaan ayakan mesh ini dimaksudkan pula untuk menghilangkan padatan-padatan yang tidak diinginkan yang masih ada pada sampel (Diana *et al*., 2011). Sampel hasil ayakan tersebut kemudian ditentukan kadar airnya dan kadar air rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 2,88%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air yang dikandung oleh sampel cukup rendah sehingga mikroba atau jamur akan sulit tumbuh dan berkembang biak pada sampel, dan menyebabkan masa simpan sampel bisa lebih lama. Hal ini sesuai dengan teori Hanum *et al*. (2012) yaitu untuk menghindari pertumbuhan mikroba, kadar air kurang dari 10% pada sampel kering sangat diperlukan.

Limbah kulit kopi arabika dapat dijadikan sebagai bioetanol dikarenakan limbah tersebut mengandung bahan lignoselulosa yang terdiri atas beberapa komponen utama seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lignin merupakan bagian dari lignoselulosa yang memiliki fungsi untuk melindungi selulosa, sehingga terbungkus di dalam lignin yang berdinding sel keras, dan kaku. Untuk dapat menghidrolisis selulosa yang ada pada sampel, diperlukan suatu perlakuan untuk membuka ikatan lignin yang dinamakan sebagai tahap *pretreatment*. Menurut Sime *et al*. (2017), tujuan utama dari proses *pretreatment* ini adalah merusak sel lignin yang melindungi selulosa serta hemiselulosa, kemudian mengurangi kristalin selulosa, serta meningkatkan porositas. *Pretreatment* juga dapat meningkatkan pembentukan gula, menghindari kehilangan karbohidrat, dan mengurangi biaya produksi. Penelitian ini menggunakan akuades pada proses *pretreatment*. Dengan proses *pretreatment* ini pula, hasil konversi bioetanol akan menjadi semakin tinggi (Asip *et al*., 2016). Filtrat hasil *pretreatment* (produk A) berwarna kehitaman. Warna hitam ini terbentuk akibat berkurangnya kandungan lignin pada larutan. Hal ini sesuai dengan teori yang dikatakan oleh Permatasari *et al*. (2014) bahwa larutan kehitaman terbentuk akibat kandungan lignin yang semakin berkurang pada larutan yang dilakukan *pretreatment.*

Proses hidrolisis dilakukan dengan mengubah selulosa yang diperoleh dari hasil *pretreatment* menjadi glukosa yang akan digunakan pada tahap fermentasi untuk dikonversikan menjadi bioetanol. Asip *et al*. (2016) mengatakan bahwa hidrolisis adalah proses perubahan atau pemecahan selulosa, hemiselulosa serta karbohidrat menjadi gula yang lebih sederhana atau disebut sebagai glukosa. Penelitian ini menggunakan asam klorida sebagai pelarut pada proses hidrolisis.

Hal ini disebabkan karena HCl yang merupakan asam kuat tersebut akan cenderung memberikan proton jika larut dalam air, maka asam tersebut akan berubah menjadi basa konjugasi (Sutarno, 2017). HCl yang digunakan juga berfungsi sebagai katalisator yang berfungsi untuk mempercepat proses reaksi yang terjadi. Berikut merupakan reaksi hidrolisis selulosa menggunakan HCl:



Gambar 4.1. Mekanisme reaksi hidrolisis asam pada selulosa (Balat, 2008)

Mekanisme reaksi hidrolisis asam pada selulosa (gambar 4.1) diawali dengan adanya donor H^+ sehingga proton dari asam akan berinteraksi secara cepat dengan ikatan glikosida yang terdapat pada dua unit glukosa dan menyebabkan terbentuk asam konjugasi. Keberadaan asam konjugasi tersebut mengakibatkan konformasi menjadi tidak stabil sehingga terjadi pemutusan ikatan C-O dan membebaskan asam konjugasi yang berada pada konformasi tidak stabil. Kemudian terdapatnya air pada sistem juga akan menyebabkan OH^- dari air berikatan dengan ion karbonium sehingga membebaskan glukosa dan proton. Lalu proton yang terbentuk akan berinteraksi kembali dengan cepat dengan ikatan

glikosida oksigen yang terdapat pada dua unit glukosa yang lain dan proses tersebut akan terus berlanjut hingga molekul selulosa terhidrolisis menjadi molekul glukosa (Balat, 2008).

Konsentrasi HCl yang digunakan adalah 20%, hal ini sesuai dengan teori Badger (2002) yang menyatakan bahwa salah satu keuntungan yang didapatkan ketika menggunakan asam klorida ini yaitu konversi gula yang dihasilkan bisa tergolong tinggi hingga mencapai 90%. Suhu yang dipakai pada proses hidrolisis ini tinggi yaitu 100ºC dimana suhu ini dipilih karena hidrolisis asam membutuhkan suhu yang tinggi untuk dapat bekerja (Sutarno, 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Asip (2016), konsentrasi HCl yang digunakan pada saat hidrolisis berbanding lurus dengan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis. Menurut Jannah (2017), penggunaan asam kuat seperti HCl juga dapat merusak lignin disebabkan asam kuat lebih reaktif memecahkan lignin dan melarutkannya.

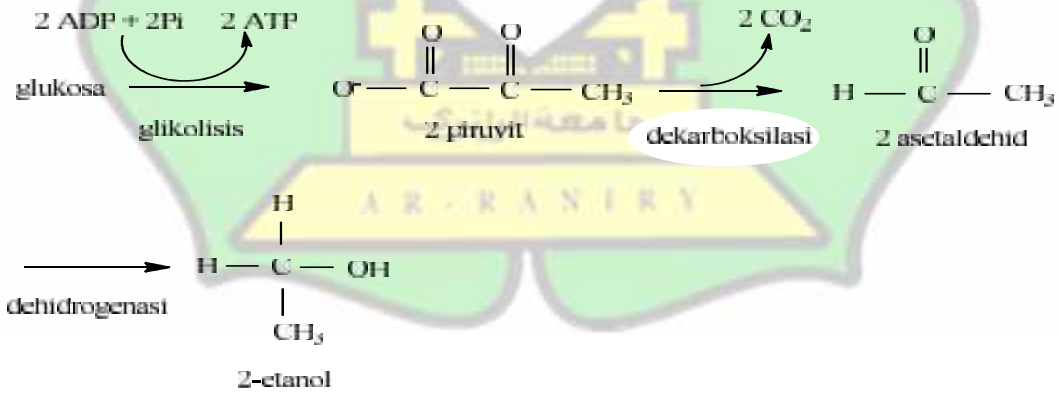
Sentrifugasi dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan zat yang berbentuk padatan dari zat yang berbentuk larutan (Sime, 2017) sehingga pada penelitian ini senfrifugasi dilakukan untuk memisahkan larutan yang akan digunakan pada tahap selanjutnya yaitu tahap fermentasi, dari padatan yang masih mengandung lignin, diharapkan bagian lignin yang tidak bisa difermentasi tersebut tidak ikut bercampur dengan larutan yang akan difermentasi. Sebelum dilakukan hidrolisis, warna larutan adalah cokelat kehitaman, namun setelah direndam dengan HCl selama 24 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan pada saat hidrolisis, hidrolisat (produk B) yang diperoleh setelah sentrifugasi pada penelitian ini berwarna coklat kemerahan, hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Winarno (1997)

bahwa gula pereduksi akan menghasilkan warna kecoklatan pada suhu yang tinggi karena terjadi reaksi yang dikenal sebagai reaksi Mailard. Sari (2009) menyatakan bahwa warna hidrolisat secara asam adalah cokelat karena beberapa faktor seperti hidroksimetilfurfural, serta senyawa lain, dan dari pengaruh kadar gula pereduksi hidrolisat.

Produk A yang merupakan larutan berwarna coklat kehitaman dicampurkan dengan produk B yang berwarna cokelat kemerahan, diperoleh produk C yang berwarna agak hitam. Fungsi penambahan NaOH pada proses penentuan pH adalah untuk menaikkan pH yang semula memiliki nilai pH sekitar 1 hingga 2 agar menjadi pH yang diinginkan untuk digunakan pada proses fermentasi yaitu pada pH berkisar antara 5-5,5. Hal ini sesuai dengan teori Sime (2017) yang menyatakan bahwa NaOH digunakan unuk menyesuaikan pH selulosa dan hemiselulosa sebelum dilakukan fermentasi. Setelah pH larutan tersebut menjadi 5-5,5, maka ditambahkan asam untuk mempertahankan pH agar tetap pada *range* tersebut. Pemilihan *range* pH ini disebabkan karena *S.cereviseae* hanya dapat hidup pada *range* pH tersebut, sesuai dengan pernyataan Winarno (1984) bahwa kondisi asam yang baik untuk bakteri tumbuh adalah 4-5. Begitu pula menurut teori Fadel (2000) menyatakan bahwa pH awal untuk fermentasi adalah 4-6 untuk memproduksi etanol maksimum.

Faktor keasaman merupakan faktor yang penting yang akan mempengaruhi pertumbuhan ragi *S. cereviseae,* juga mempengaruhi pembentukan produk hasil fermentasi (Moede, 2017), sedangkan penambahan HCl setelah diperoleh pH yang diinginkan yaitu 5 bertujuan untuk mempertahankan pH produk C tersebut agar tetap berada pada *range* yang diinginkan sehingga pH produk C tidak turun

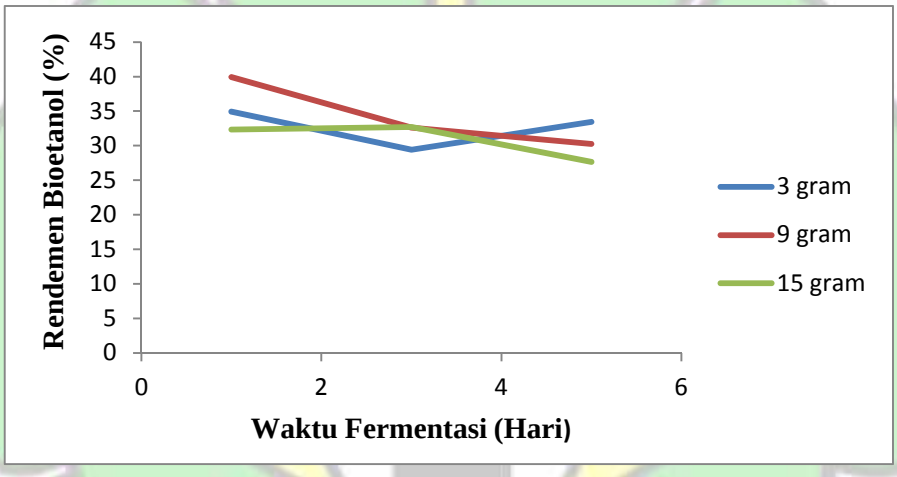
atau naik sehingga dapat mempengaruhi hidup *S. cereviseae*. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Sime (2017) yaitu HCl ditambahkan sebelum proses fermentasi dilakukan untuk mempertahankan pH tetap pada *range*. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang dikarenakan ragi yang digunakan untuk mengubah glukosa yang diperoleh pada proses hidrolisis agar menjadi etanol adalah ragi *S. cereviseae* sehingga untuk dapat mencapai produksi etanol dengan maksimal pada suhu 28-31ºC (Moede, 2000). Larutan sebelum fermentasi berwarna kehitaman berubah menjadi larutan dengan warna cokelat pekat setelah dilakukan fermentasi dengan lama fermentasi dan massa ragi *S. cereviseae* sesuai variasi yang digunakan. Larutan kehitaman tersebut juga menimbulkan bau yang sedikit menyengat seperti bau tape. Hal ini menunjukkan bahwa ragi *S. cereviseae* yang ditambahkan pada saat fermentasi melakukan tugasnya dengan baik sehingga proses fermentasi berhasil dilakukan. Reaksi umum pembentukan bioetanol adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2. Reaksi pembentukan bioetanol pada proses fermentasi

Proses distilasi dilakukan dengan tujuan untuk memurnikan bioetanol yang didapatkan setelah proses fermentasi dilakukan (Sime, 2017). Suhu yang

digunakan adalah 78-80ºC dikarenakan titik didih etanol adalah 78,4ºC (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Distilasi merupakan suatu proses pemurnian yang didasarkan pada perbedaan titik didih larutan sehingga pemilihan titik didih yang tepat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Proses distilasi memakan waktu yang cukup lama hingga 6 jam. Distilat yang diperoleh merupakan larutan tak berwarna, jernih, dan berbau khas seperti bau alkohol. Rendemen bioetanol yang diperoleh dari setiap variasi yang dilakukan berbeda-beda.

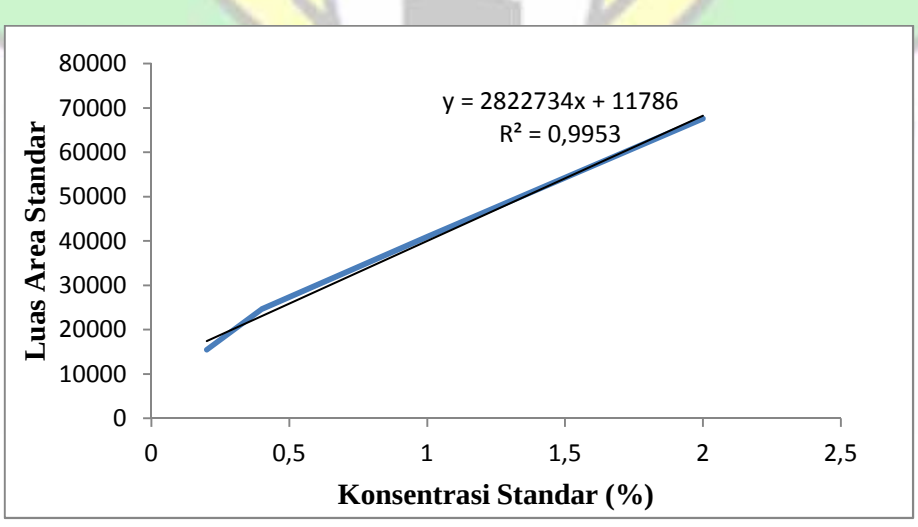


Gambar 4.3. Hubungan antara massa ragi dan waktu fermentasi terhadap rendemen bioetanol

Rendemen bioetanol tertinggi adalah sebesar 39,95% yang terdapat pada sampel dengan 1 hari fermentasi dan menggunakan sebanyak 9 gram ragi *S. cereviseae*. Sedangkan rendemen bioetanol terendah terdapat pada sampel dengan 5 hari fermentasi dengan menggunakan 15 g ragi *S. cereviseae* yaitu 27,64%. Menurut Syauqiah (2015) rendemen bioetanol dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu. Jika suhu fermentasi maupun distilasi berubah maka pertumbuhan dan kinerja dari ragi juga akan berubah sehingga proses fermentasi

akan terganggu dan menghasilkan distilat dengan jumlah yang berbeda pula. Penelitian yang dilakukan oleh Fahri (2016) menghasilkan rendemen yang berkisar antara 32,85% hingga 81,63%. Perbedaan nilai rendemen bioetanol yang diperoleh ini menurut Fahri (2016) ditentukan oleh sistem pemanasan yang dilakukan pada tahap distilasi serta lama proses distilasi yang dilakukan. Semakin lama proses distilasi dilakukan maka volume bioetanol akan semakin banyak sehingga menyebabkan nilai rendemen menjadi semakin tinggi, begitu pula jika semakin sedikit waktu distilasi maka rendemen bioetanol yang diperoleh juga rendah karena volume bioetanol yang didapatkan relatif rendah.

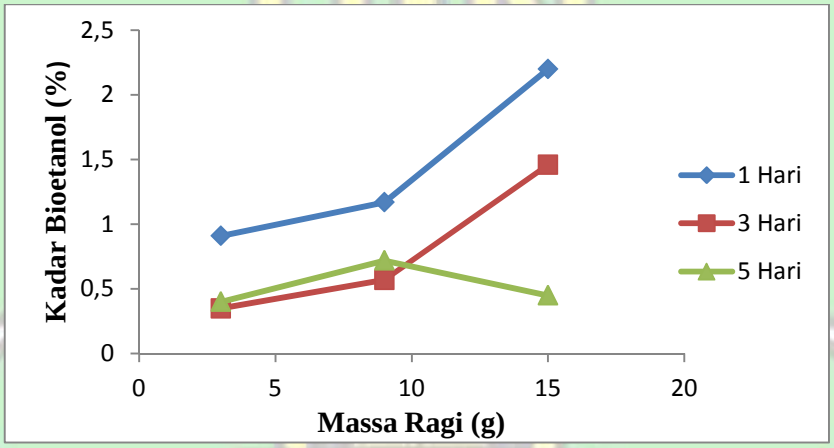
Penentuan kadar bioetanol terhadap sampel dilakukan dengan kromatografi gas dengan menggunakan detektor FID. Kurva kalibrasi yang diperoleh dengan menggunakan standar etanol 0,2%; 0,4%; 1%; dan 2% adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4. Kurva kalibrasi standar etanol

Kadar bioetanol yang diperoleh pada penelitian ini bervariasi. Pada sampel dengan waktu fermentasi selama 1 hari memperlihatkan kadar bioetanol yang

semakin meningkat dengan penambahan ragi yang semakin banyak. Kadar bioetanol dengan waktu fermentasi 1 hari dengan massa ragi 3 gram, 9 gram, dan 15 gram berturut-turut adalah 0,91%; 1,17%; dan 2,20%. Artinya semakin banyak massa ragi *S. cereviseae* yang ditambahkan pada sampel menyebabkan kadar etanol semakin tinggi. Dengan kata lain massa ragi *S. cereviseae* berbanding lurus dengan kadar etanol. Begitu pula dengan kadar bioetanol yang diperoleh pada waktu fermentasi selama 3 hari, juga berbanding lurus dengan massa ragi *S. cereviseae* yang digunakan yaitu dengan kadar 0,35% pada penambahan 3 gram massa ragi, 0,57% pada 9 gram ragi, dan 1,46% pada 15 gram massa ragi yang digunakan.



Gambar 4.5. Hubungan antara massa ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol

Menurut Osvaldo *et al*. (2012) semakin banyak penambahan ragi maka kadar etanol yang dihasilkan akan semakin besar akibat bakteri yang mengurai glukosa akan semakin banyak. Namun pada waktu fermentasi selama 5 hari, kadar bioetanol yang diperoleh secara berturut-turut dengan 3 gram, 9 gram, dan 15 gram massa ragi adalah 0,40%, 0,72%, dan 0,45% yaitu mengalami penurunan pada penambahan 15 gram massa ragi. Penurunan kadar etanol pada penambahan

15 gram ragi ini disebabkan oleh ragi yang tidak memproduksi etanol dengan maksimal. Menurut Osvaldo *et al*. (2012) penurunan kadar pada penambahan ragi yang lebih lanjut akan cenderung menurunkan kadar etanol karena adanya ragi yang mati pada saat fermentasi berlangsung. Fase kematian ragi atau mikroba pada fermentasi bioetanol ini ditandai dengan terjadinya penurunan produksi etanol (Umam, 2018). Kematian ragi ini bisa disebabkan oleh kurangnya nutrisi yang terdapat pada proses fermentasi. Adapun nutrisi yang diperlukan ragi untuk dapat tumbuh dan berkembangbiak menurut Hidayat *et al*. (2006) antara lain unsur karbon, nitrogen, pospor, mineral-mineral, serta vitamin. Sel membutuhkan nutrisi yang cukup supaya bisa menggunakan gula yang tersedia sehingga proses fermentasi dapat berjalan dengan baik. Jika nutrisi yang dibutuhkan tidak tersedia dalam jumlah yang cukup, maka gula akan tersisa pada akhir fermentasi dan dapat menurunkan efisiensi fermentasi. Kekurangan nutrisi pada media ini merupakan penyebab melambat atau terhentinya fermentasi (Umam, 2018).

Penurunan kadar bioetanol juga dapat disebakan oleh kekurangan gula pereduksi yang akan diubah menjadi bioetanol pada proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Muniati (2018) yaitu konsentrasi bioetanol menurun dipengaruhi oleh konsentrasi gula pereduksi yang semakin menurun. Saat fermentasi berlangsung namun gula pereduksi yang dibutuhkan untuk dapat diubah menjadi bioetanol berjumlah sangat sedikit, maka sebagian ragi akan cenderung mengkonsumsi etanol sehingga bioetanol tersebut akan mengalami reaksi lanjutan hingga teroksidasi menjadi asam asetat. Penelitian yang dilakukan oleh Abdullah *et al*. (2017) menunjukkan hasil berupa kadar bioetanol yang menurun dan penurunan kadar tersebut disebabkan karena

bioetanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam organik lain seperti asam asetat, asam cuka maupun ester. Hal ini juga dikemukakan oleh Umam (2018) bahwa jika proses fermentasi dilakukan terlalu lama, maka etanol yang dihasilkan akan diubah oleh bakteri dan akan terbentuk asam asetat. Kadar etanol tertinggi adalah 2,20% pada waktu 1 hari fermentasi, sedangkan kadar etanol terendah didapat pada sampel dengan waktu fermentasi 3 hari dengan kadar 0,35%.

Hasil yang didapat ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra (2013) dimana pada waktu fermentasi 1 hari, diperoleh etanol dengan kadar paling tinggi, yang disebabkan oleh konsentrasi kadar glukosa yang digunakan masih tinggi, sedangkan pada penelitian Putra (2013), kadar etanol terendah juga diperoleh pada 3 hari fermentasi. Dapat diketahui pula bahwa pada waktu fermentasi 1 hari diperoleh kadar bioetanol yang lebih tinggi daripada waktu fermentasi selama 3 hari walaupun variasi massa ragi yang digunakan sama. Penelitian yang dilakukan oleh Ningsih *et al*. (2012) memperoleh penurunan kadar bioetanol pada waktu fermentasi 5 hari karena kadar bioetanol akan mengalami penurunan setelah melewati waktu optimumnya. Menurut Anggareni (2018) produksi etanol semakin menurun disebabkan oleh kurva perumbuhan mikroba yang semakin turun di akhir fermentasi serta adanya penurunan nutrisi yang tersedia pada semakin lama waktu fermentasi, sedangkan menurut Hanum *et al*. (2013) penurunan kadar etanol terjadi akibat ragi *S. cereviseae* mengalami pertumbuhan yang diperlambat dan mengalami fase kematian sehingga menggangu aktivitas ragi untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol. Pada waktu fermentasi 1 hari, kadar bioetanol tertinggi adalah 2,20%, pada waktu 3 hari

sebesar 1,46%, dan pada waktu 5 hari sebesar 0,72%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi berbanding terbalik dengan kadar bioetanol yang dihasilkan.

Densitas merupakan massa dari suatu zat dalam setiap satuan volume. Pada penelitian ini densitas bioetanol tertinggi yang diperoleh adalah 0,6975 g/mL pada sampel dengan waktu fermentasi selama 5 hari dan 15 gram ragi. Sedangkan nilai densitas bioetanol terendah adalah 0,6251 g/mL pada 3 gram ragi *S. cereviseae* dengan waktu fermentasi 1 hari. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nasrun (2013) yang menyatakan bahwa semakin banyak massa ragi yang ditambahkan dan semakin lama waktu yang diperlukan untuk fermentasi, maka densitas bioetanol yang diperoleh akan semakin besar pula. Sehingga dapat dikatakan bahwa densitas bioetanol berbanding lurus terhadap massa ragi *S. cereviseae* dan lama waktu fermentasi. Pada penelitian ini diperoleh nilai densitas yang semakin tinggi pada waktu fermentasi yang semakin lama. Namun bioetanol dengan penambahan 3 gram ragi dan 5 hari waktu fermentasi menunjukkan penurunan nilai densitas, hal ini disebabkan adanya aktivitas mikroba yang mengalami pertumbuhan semakin banyak sehingga nilai densitas menjadi rendah. Menurut Khodijah (2015) lama fermentasi mempunyai pengaruh terhadap nilai densitas etanol dimana semakin lama fermentasi maka nilai densitas akan mengalami penurunan akibat aktivitas mikroba yang mengalami pertumbuhan semakin banyak sehingga semakin banyak glukosa yang diurai menjadi etanol. Namun angka densitas yang peroleh pada penelitian ini sedikit tidak sesuai dengan densitas bioetanol berdasarkan SNI bioetanol yaitu sebesar 0,7851, penelitian yang dilakukan oleh Muin *et al.* (2015) mendapatkan massa

jenis bioetanol berbeda dengan SNI 3565-2009 disebabkan oleh kurang optimalnya proses pemurnian yang dilakukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Pengaruh massa ragi terhadap kadar bioetanol yaitu pada penambahan 3 gram dan 9 gram ragi mengalami peningkatan, sedangkan penambahan 15 gram ragi mengalami penurunan kadar bioetanol pada fermentasi selama 5 hari.
2. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol pada penelitian ini yaitu pada waktu fermentasi yang semakin lama, kadar bioetanol yang diperoleh semakin menurun.

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar yang lebih murni, diperlukan proses dehidrasi untuk menghilangkan kadar air pada bioetanol yang diperoleh.
2. Diperlukan alat distilasi yang lebih baik untuk mendapat hasil optimum dengan kemurnian yang bagus.
3. Bioetanol berbahan dasar limbah kulit kopi arabika dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Abdullah, B. A., Budiyanto, A., Diyono, W., Richana, N. (2017). Optimasi waktu fermentasi produksi bioetanol dari dedak sorgum manis (*Sorgum bicolor L)* Melalui Proses Enzimatis. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian.* 2(14).

Abercrombie, M., Hickman, M., Jhonson, M.L. dan Thain, M. (1993). ***Kamus lengkap biologi***. Terjemahan T. Siti Sutarmi dan Nawangsari Sugiri. Jakarta: Erlangga.

Agustian, H., Redjeki, A. S. (2014). Pengaruh ukuran pelepah pisang dan konsentrasi katalis h_2so_4 pada proses hidrolisa terhadap konversi selulosa menjadi bioetanol. *Jurnal KONVERSI.* 2(3). 2252-7311.

Alimin. (2007). ***Analisis kuantitatif.*** Jakarta: Erlangga.

Alvira, P., Pejo, E., Ballesteros, M., dan Negro, M. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolylis: *A Review Bioresource Technology*.

Ana, D.A., Pampang, H., dan Yunita, L. (2015). Potensi limbah kulit durian sebagai bahan baku pembuatan energi alternatif. *SENATEK.* ISSN: 2407-7534.

Andini, P. (2016). *Penentuan konsentrasi minyak kelapa sawit dan waktu fermentasi bioplastik poli (3-hidroksibutirat) menggunakan bakteri bacillus sp.* UUAC 21501. Skripsi. Padang: Universitas Andalas.

Anggraeni, K. W. (2018). *Pengaruh lama waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol dari sargassum sp menggunakan metode hidrolisis asam dan fermentasi menggunakan mikroba asosiasi (zymmomonas mobilis, saccharomyces cereviseae dalam ragi tape dan ragi roti).* Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

Anshori, R. (1985). ***Pengantar teknologi fermentasi***. Depdikbud Ditjen Perguruan Tinggi Pangan dan Gizi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Ardiyanto, A., dan Zainuddin, M. (2015). Pembuatan bioetanol dari limbah serat kelapa sawit melalui proses *pretreatment* hidrolisis. *Jurnal Teknik. 16*(2).

Asip, F., Wibowo, Y.P., Wahyudi, R.T. (2016). Pengaruh basa terhadap penurunan lignin dan konsentrasi hcl pada hidrolisia sabut kelapa untuk memproduksi bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia.* 1(22).

Avallone, S., Brilouet, J.M., Guyot, B., Olguin, E. (2002). Involvement of pectolytic microorganisms in coffee fermentation. *International Journal of Food Science and Technology.*

Azizah, N., Al-Baarri, N., Mulyani, S. (2012). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, ph, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nanas. *Jurnal Teknologi Aplikasi Pangan*. 1(1).

Badan Pusat Statistik. (2017). ***Statistik kopi indonesia***. Kementrian Perindustrian Indonesia. ISSN: 978-602-438-247-6.

Badan Standarisasi Nasional. (2009). Etanol nabati. SNI 3565-2009.

Badger, W.T., Banchero, J.T. (2002). ***Introduction to chemical engineering.*** New York: Mc. Graw Hill.

Balat, M. (2008). Progress in Bioethanol Processing. *Progress in Energy and Combustion Science.* 34(5).

Bintang, M. (2010). ***Biokimia teknik penelitian.*** Jakarta: Erlangga.

Cheng, J. Sun, Y. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. A Review. *Biosource Technology.*

Coniwanti, P., Siagian, F., Prasetyo, Y. (2016). Pengaruh konsentrasi asam sulfat dan variasi massa ragi terhadap pembuatan bioetanol dari biji durian. *Jurnal Teknik Kimia.* 4(22).

Darmapatni, K.A.G., Basori, A., Suaniti, N, M. (2016). Pengembangan metode gcms untuk penetapan kadar acetaminophen pada spesimen rambut manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana.* 3(18).

Dean, J.A. (1995). ***Analytical chemistry handbook***. United States of Amerika: Mc. Graw- Hill Inc.

Diniyah, N., Maryanto, A. Nafi, D. Sulistia, A. Subagio. (2013). Ekstraksi dan karakterisasi Polisakarida larut air dari kulit kopi Varietas Rabika (Coffea arabica) dan Robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(2).

Dompeipen, E. J., Dewa, R.P. (2015). Pengaruh waktu dan ph fermentasi dalam produksi bioetanol dari rumput laut *Eucheuma Cottonii* menggunakan asosiasi mikroba. *Majalah BIAM*. 2(11).

Fachry, A. R., Astuti, P., Puspitasari, T.G. (2013). Pembuatan bioetanol dari limba tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam klorida dan waktu fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(19). Lampung. Seminar Nasional Teknik Kimia. Universitas Lampung.

Fadel, M. (2000). Alcohol production from potato industry starchy waste. *Journal Microbiology*. 35.

Fahri, F. P. (2016). Penelitian pembuatan etanol dari serat/ampas sagu. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 8(1).

Fauziah, V. (2015). *Pengaruh konsentrasi asam dan waktu hidrolisis terhadap produksi bioetanol dari limba kulit pisang kepok kuning (Musa balbisiana BBB).* Skripsi Fakultas Kedokteran dan Kesehatan. Jakara: UIN Syarif Hidayatullah.

Fessenden, R.J., dan Joan S Fessenden. (1989). ***Kimia organik.*** Jilid I. Edisi 3. Jakarta: Erlangga.

Geaankoplis, C.J. (1983). ***Transport processes and unit operation.*** Second Edition. London: Allyn and Bacon Inc.

Gunasekaran, P., Raj, K.C. (1999). Fermentation Technology *Zymmomonas mobilis*. *School of Biological Science*. India.

Hafid, H. S., Rahman, N. A., Shah, U. K.M., Baharuddin, A. S., Arif, A.B. (2017). Feasibility of using kitchen waste as future substrate for bioethanol production : A review. *Renewable and Sustainable energy Review.*

Hanum, F., Pohan, N., Rambe, M., Primadony, R., dan Ulyana, M. (2013). Pengaruh massa ragi dan waktu fermentasi terhadap bioetanol dari biji durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(2).

Hariyani, S. (2006). *Pengaruh waktu pengadukan terhadap kualitas Virgin Coconut Oil (VCO).* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.

Harsono, S.S., Salahuddin., Fauzi, M., Purwono, G. S., Soemarno, D., dan Kissinger. (2015). Second generation bioethanol from arabica coffee waste processing at smallholder plantation in ijen plateau region of east java. *Procedia Chemistry 14(2015)408-413.*

Hendriks, Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulose biomass. *Bioresource Technology 8*.

Hidayat, M. R. (2013). Teknologi *pretreatment* bahan lignoselulosa dalam prospek produksi bioetanol. *Jurnal Biopropal Industri*. 1(4).

Hidayat, N., Padaga, M. C., dan Suhartini, S. (2006). ***Mikrobiologi industri***. Yogyakarta: Andi.

Inggrid, M., Yonathan, C., Djojosubroto, H. (2011). Pretreatment sekam padi dengan alkali peroksida dalam pembuatan bioetanol. ISSN 1693 – 4393.

Jannah, A.M., Aziz, T. (2017). Pemanfaatan sabut kelapa menjadi bioetanol dengan proses delignifikasi *acid-pretreatment. Jurnal Teknik Kimia.* 4(23).

Ketaren, S. (2005). M***inyak dan lemak pangan*.** Jakarta: Universitas Indonesia.

Khodijah, S., Abtokhi, A. (2015). Analisis pengaruh variasi persentase ragi (*saccharomyces cereviseae)* dan waktu pada proses fermentasi dalam pembuatan duckweed *(lenna minor)* sebagai bioetanol. *Jurnal Neutrino.* 2(7).

Kirk, R.E., Othmer, D.F. (1993). E***ncyclopedia of chemical technology fourth edition***. New York: A Wiley Interscience Publication Co.

Kristina, Evi, R. S., dan Novia. (2012). *Alkaline pretreatment* dan proses simultan sakarifikasi-fermentasi untuk produksi etanol dari tandan kosong kelapa sawit. Universitas Sriwijaya. *Jurnal Teknik Kimia*. 3(8).

Lodder, J. (1970). ***The Yeast : A Taxonomic Study Second Revised and Enlarged Edition.*** Amsterdam: The Netherland, Northolland Publishing Co.

Loupatty, V. (2014). Pemanfaatan bioetanol sebagai sumber energi. *10*(2).

Madigan, M.T., Martinko, J.M. (2008). ***Biology microorganism***. New Jersey: Prentice Hall International Inc.

Mardina, P., Prathama, H.A., Hayati, D.K. (2014). Pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi katalisator asam sulfat terhadap sintesis furfural dari jerami padi. *Jurnal Konversi.* 3(2).

Marjoni, M. H. (2014). *Pemurnian etanol hasil fermentasi kulit umbi singkong dari limbah industri kerupuk sanjai*. Bukit Tinggi: Akademi Farmasi Dewi Farma.

Megawati. (2015). ***Bioetanol generasi kedua*.** Yogyakarta: Graha Ilmu.

Moede, F.K., Gonggo, S.T., Ratman, R. (2017). Pengaruh lama waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari pati ui jalar kuning (*Ipomea batata L)*. *Jurnal Akademika Kimia*. ISSN: 2447-5185.

Muin, R., Hakim, I., Febriansyah, A. (2015). pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi enzim terhadap kadar bioetanol dalam proses fermentasi nasi aking sebagai substrat organik. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.*

Muniati., Handayani, S. S., Risfianty, D. K. (2018). Bioetanol dari limbah biji durian *(durio zibethinus). Jurnal Pijar MIPA.* 13(2). ISSN 2410-1500.

Najiyati., dan Danarti. (2004). ***Kopi budidaya dan penanganan lepas panen***. Jakarta: Swadaya.

Nasrun., Jalaluddin., Mahfuddhah. (2015). Pengaruh jumlah ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi kulit pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal.* 4(2).

Ni'mah, L.,Ardiyanto, A., Zainuddin, M. (2015). Pembuatan bioetanol dari limbah serat kelapa sawit melalui proses *pretreatment*, hidrolisis asam dan fermentasi menggunakan ragi tape. *Jurnal Teknik.* 2(16).

Ningsih, E. R. (2012). Uji kinerja digester pada proses pulping kulit jagung dengan variabel suhu dan waktu pemasakan. Tugas Akhir Fakultas Teknik Kimia. Semarang: Universitas Diponegoro.

Novia., Wijaya, D., Yanti, P. (2017). Pengaruh waktu delidnifikasi terhadap lignin dan waktu ssf terhadap etanol pembuatan bioetanol dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia.* 1(23).

Nyoman, W. P., Gusti, B.W., I Nyoman, S. W. (2011). Proses *treatment* dengan menggunakan naocl dan h_2so_4 untuk mempercepat pembuatan etanol dari limbah rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Ilmiah.* 3.

Osvaldo, Z. S. (2012). *Pengaruh konsentrasi asam dan waktu pada proses hidrolisis dan fermentasi pembuatan bioetanol dari alang-alang*. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.

Palungkun, R. (1992). ***Aneka produk olahan kelapa***. Jakarta: Penebar Swadaya.

Permatasari, H.R., Fakhili, G., Bety, L. (2013). Pengaruh konsentrasi H_2SO_4 dan NaOH terhadap delignifikasi serbuk bambu (*Gigantochloa apus*). *Jurnal Kimia Terapan.*

Pertiwi, F.N.E., Wardani, A.K. (2016). *Produksi Etanol dari Tetes Tebu Oleh Saccharomyces cereviseae Pembentuk Flok*.

Prihandana., Rama. (2007). ***Bioenergi ubi kayu bahan bakar masa depan***. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Putra, H. P., Fitri, G. N., Awaluddin. (2013). Optimalisasi waktu fermentasi dan penggunaan ragi dalam pembuatan bioetanol dari kulit singkong. ISBN 978-98438-8-3.

Raudhah., Ernawati. (2012). Pemanfaatan kulit kopi arabika dari proses *pulping* untuk pembuatan bioetanol. *Jurnal Reaksi Jurusan Kimia Politeknik Negeri Lhoksemawe.*10(21). ISSN 1693-48X.

Retno, D. T., & Nuri, W. (2011). Pembuatan etanol dari kulit pisang. in prosiding seminar nasional teknik kimia "kejuangan" pengembangan teknologi

kimia untuk pengolahan sumber daya alam Indonesia. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.

Sahidin. (2008). ***Penuntun praktikum kimia organik I.*** Kendari: Unhalu.

Sahu, O. (2014). Bioethanol production by coffee husk for rural area. *Advanced Research Journal of Biochemistry and Biotechnology.* 1(1).

Saisa., Syabriana, M. (2018). Produksi bioetanol dari limbah kulit kopi menggunakan enzim *Zymomonas Mobilis* dan *Saccharomyces Cereviseae. Serambi Engineering.* 3(1).

Sari, N. K. (2009). Produksi bioetanol dari rumput gajah secara kimia. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(1).

Seftian, D., Ferdinand, A. dan Faizal, M. (2012). Pembuatan etanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatik dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*.

Sime, W., Kasirajan, R., Latebo, S. (2017). Coffee husk highly available in Ethiopia as an alternative waste source for bioefuel production. *International Journal of Scientific & Engineering Research.* 8 (7). ISSN 2229-5518.

Siswati, N. D., Yatim, M., dan Hidayanto, R. (2013). bioetanol dari limbah kulit kopi dengan proses hidrolisis. *Jurnal Teknik.*

Soerawidjaja, T.H. (2007). *Fondasi-fondasi ilmiah dan keteknikan dari teknologi biodiesel.* Handout Seminar Nasional " Biodiesel sebagai Energi Alternatif Masa Depan. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Sopandi, T. (2014). ***Mikrobiologi pangan***. Yogyakarta: Andi Offset.

Sparkman, O.D., Penton, Z., Fulton, G. (2011). Gas Chromathography and Mass Spectrometry: A particular Guide. *Elsevier.*

Sukadarti, S., Kholisoh, S.D., Prasetyo, H., Santoso, W.P., dan Mursini, T. (2010). Produksi gula reduksi dari sabut kelapa menggunakan jamur *Trichoderma reesei*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, Fakultas Teknologi Industri. Universitas Pembangunan Nasional Veteran: Yogyakarta.

Sumerta, I.N., Kanti, A. (2016). Diversity of ethanol producing yeast isolats from fermented foods in Riau Island. *Jurnal Biologi Indonesia.* 13(1).

Susanti, A. D., Prakoso, P. T., dan Prabawa, H. (2013). Pembuatan bioetanol dari kulit nanas melalui hidrolisis dengan asam. *Ekuilibrium,* 12(1).

Sutarno., Kholiq, A. M. (2017). Utilization of robusta coffee waste as renewable energy material bioetanol. MATEC Web of Conferences 154.

Suyandra, I. S. (2007). *Pemanfaatan hidrolisat pati sagu (metroxylon sp.) sebagai sumber karbon pada fermentasi S. cerevisiae.* Skripsi. Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Syauqiah, I. (2015). Pengaruh waktu fermentasi dan persentase starter pada nira aren (*Arenga pinnata)* terhadap bioetanol yang dihasilkan. *Info Teknik.* 2(16).

Tarigan, J. (1998). ***Pengantar mikrobiologi.*** Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Umam, M. Z. (2018). *Pengaruh konsentrasi ragi roti (saccharomyces cereviseae) dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol nira siwalan (Borassus flabellifer L.).* Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Widodo, R. (2002). ***Bioteknologi fermentasi susu.*** Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

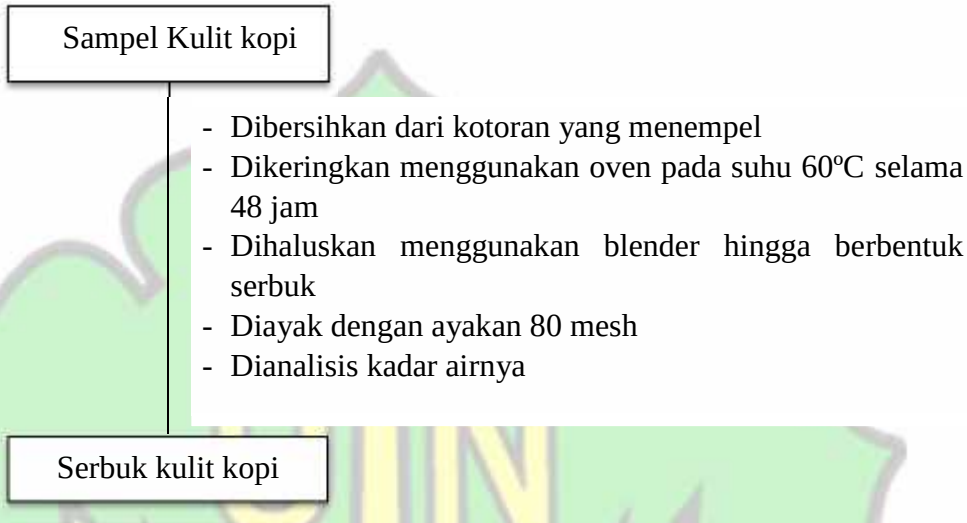
Wijaya, A. S., Arthawan, K. A., Sari, A. N. (2012). Potensi nira kelapa sebagai bahan baku bioetanol. *Jurnal Bumi Lestari.* 12(1).

Winarno, F. G. (1997). ***Kimia pangan dan gizi***. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

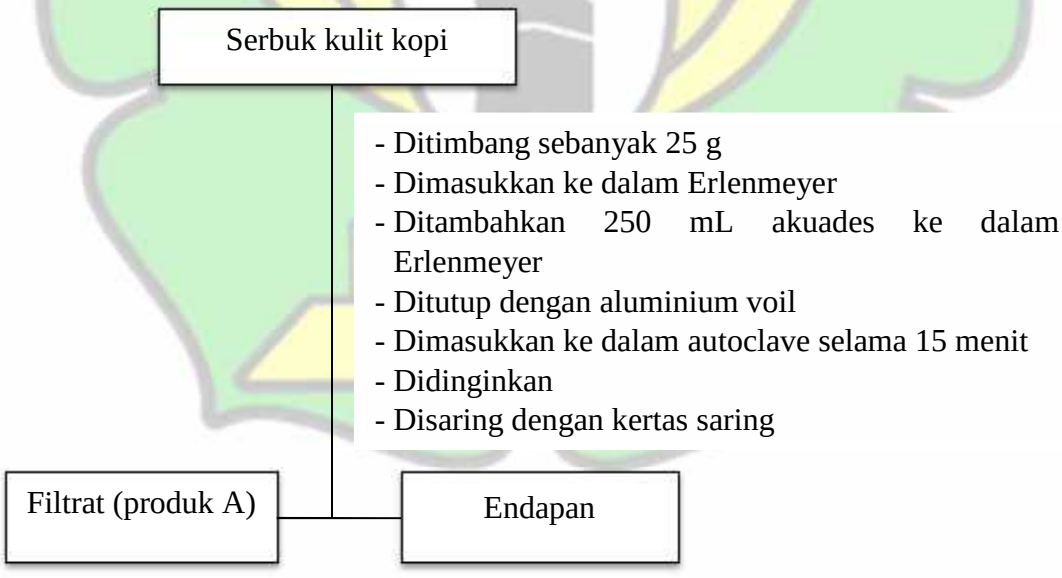
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

1.1 Preparasi Sampel



1.2 Proses *Pretreatment*



1.3 Produk Hidrolisis

Endapan

- Ditambahkan 250 mL HCl 20%
- Diaduk dengan magnetic stirer
- Ditutup Erlenmeyer dengan aluminium foil
- Direndam selama 24 jam
- Dihidrolisis campuran dengan suhu 100ºC selama 1 jam
- Didinginkan
- Dipisahkan dengan sentrifugasi
- Padatan hasil sentrifugasi dicuci dengan akuades sebanyak 2 kali
- Dicatat volume hidrolisat

Produk B

1.4 Proses Penentuan pH

Produk A

- Dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL
- Ditambahkan produk B
- Diukur pH larutan dengan pH meter
- Ditambahkan sedikit demi sedikit NaOH 10 M hingga pH larutan menjadi 5-5,5
- Ditambahkan HCl untuk mempertahankan pH agar tetap pada range tersebut.

Produk C

1.5 Proses Fermentasi

Produk C

- Ditambahkan ragi *S. cerevisiae* dengan variasi massa ragi 3 g, 9 g, dan 15 gram
- Ditutup Erlenmeyer tersebut
- Dibiarkan proses fermentasi berlangsung dengan variasi waktu 1, 3 dan 5 hari
- Disaring dengan kertas saring dan diambil filtratnya

Produk D

1.6 Proses Distilasi

Produk D

- Disiapkan 1 set alat distilasi
- Dimasukkan produk D ke dalam labu alas bulat
- Didistilasi pada suhu 78-80º C sampai distilat tidak menetes lagi

Produk E

1.7 Penetapan Kadar Bioetanol menggunakan Kromatografi Gas

Produk E

- Dibuat deret standar etanol dengan konsentrasi 0,2%; 0,4%; 1%; dan 2%
- Dikondisikan alat kromatografi gas dengan suhu kolom dan suhu injektor 170ºC
- Diambil 1 µL sampel dengan *syring* khusus
- Sampel diinjeksikan ke kolom Kromatografi gas lewat *heated injection port*
- Diperoleh hasil berupa kromatogratom

Hasil

1.8 Penentuan Kadar Air Sampel

Serbuk kulit kopi

- Ditimbang cawan petri kosong
- Diambil 3 g sampel serbuk kulit kopi
- Dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah ditimbang
- Ditimbang cawan petri berisi sampel tersebut
- Dimasukkan ke dalam oven
- Dipanaskan pada suhu 110ºC selama 2-3 jam
- Didinginkan di dalam desikator
- Ditimbang cawan petri berisi sampel
- Dicatat berat yang didapat
- Dihitung kadar airnya

Hasil

1.9 Penentuan Densitas Bioetanol

Produk E

- Dibersihkan piknometer berukuran 10 mL
- Ditimbang piknometer kosong tersebut
- Dicatat berat piknometer kosong tersebut
- Dimasukkan produk E ke dalam piknometer yang telah ditimbang dengan menggunakan pipet tetes
- Ditimbang piknometer berisi produk E tersebut
- Dicatat berat yang didapat
- Dihitung densitas bioetanol

Hasil

Lampiran 2. Perhitungan

2.1 Perhitungan Kadar Air Sampel

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat awal (g)-berat akhir(g)}}{\text{Berat awal (g)}} \times 100\%$$

1. Ulangan Pertama

$$\text{Kadar air} = \frac{3\text{ g}-2{,}9\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= \frac{0{,}1\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= 0{,}0333 \times 100\%$$

$$= 3{,}33\%$$

2. Ulangan Kedua

$$\text{Kadar air} = \frac{3\text{ g}-2{,}92\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= \frac{0{,}08\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= 0{,}0266 \times 100\%$$

$$= 2{,}66\%$$

3. Ulangan Ketiga

$$\text{Kadar air} = \frac{3\text{ g}-2{,}92\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= \frac{0{,}08\text{ g}}{3\text{ g}} \times 100\%$$

$$= 0{,}0266 \times 100\%$$

$$= 2{,}66\%$$

$$\text{Kadar Air Rata-Rata} = \frac{3{,}33\% + 2{,}66\% + 2{,}66\%}{3}$$

$$= 2{,}88\%$$

2.2 Perhitungan Rendemen Bioetanol

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{\text{Volume Akhir}}{\text{Volume Awal}} \times 100\%$$

1. **Rendemen Sampel A**

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{115\ \text{mL}}{329\ \text{mL}} \times 100\%$$

$$= 0{,}349544073 \times 100\%$$

$$= 34{,}9544073\%$$

$$= 34{,}95\%$$

2. **Rendemen Sampel B**

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{109\ \text{mL}}{311\ \text{mL}} \times 100\%$$

$$= 0{,}399462219 \times 100\%$$

$$= 39{,}9462219\%$$

$$= 39{,}95\%$$

3. **Rendemen Sampel C**

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{106\ \text{mL}}{328\ \text{mL}} \times 100\%$$

$$= 0{,}3233170732 \times 100\%$$

$$= 32{,}3170732\%$$

$$= 32{,}32\%$$

4. **Rendemen Sampel D**

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{98\ \text{mL}}{333\ \text{mL}} \times 100\%$$

$$= 0{,}294294294 \times 100\%$$

$$= 29{,}4294294\%$$

$$= 29{,}43\%$$

5. **Rendemen Sampel E**

$$\text{Rendemen bioetanol} = \frac{106\ \text{mL}}{325\ \text{mL}} \times 100\%$$

= 0,326153846×100%

= 32,6153846%

= 32,62%

6. Rendemen Sampel F

Rendemen bioetanol = $\frac{105\ mL}{321\ mL}$×100%

= 0,327102804×100%

= 32,7102804%

= 32,71%

7. Rendemen Sampel G

Rendemen bioetanol = $\frac{106\ mL}{317\ mL}$×100%

= 0,334384858×100%

= 33,4384858%

= 33,44%

8. Rendemen Sampel H

Rendemen bioetanol = $\frac{108\ mL}{358\ mL}$×100%

= 0,30521008×100%

= 30,2521008%

= 30,25%

9. Rendemen Sampel I

Rendemen bioetanol = $\frac{89\ mL}{322\ mL}$×100%

= 0,276397516×100%

= 27,6397516%

= 27,64%

2.3 Perhitungan Kadar Bioetanol

Y= ax+b

Y= 2822734x + 11786

1. Sampel A

Y= 2822734x + 11786

$X = \frac{2573237,4}{2822734}$

X= 0,91%

2. **Sampel B**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{33294083,3}{2822734}$

Y= 1,17%

3. **Sampel C**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{6214628,5}{2822734}$

Y= 2,20%

4. **Sampel D**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{988896,9}{2822734}$

Y= 0,35%

5. **Sampel E**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{1595094,9}{2822734}$

Y= 0,57%

6. **Sampel F**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{4127407,2}{2822734}$

Y= 1,46%

7. **Sampel G**

Y= 2822734x + 11786

$Y = \frac{11386014}{2822734}$

Y= 0,40%

8. **Sampel H**

Y= 2822734x + 11786

$Y=\frac{192746,7}{2822734}$

Y= 0,72%

9. Sampel I

Y= 2822734x + 11786

$Y=\frac{1261744}{2822734}$

Y= 0,45%

2.4 Perhitungan Densitas Bioetanol

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{(\text{massa piknometer+sampel})-(\text{massa piknometer kosong})}{\text{Vp}}$$

1. Sampel A

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{20,508\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,6251 g/mL

2. Sampel B

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{20,531\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,6229 g/mL

3. Sampel C

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{20,539\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,637g/mL

4. Sampel D

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{21,265\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,6963 g/mL

5. Sampel E

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{21,239\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,6937 g/mL

6. Sampel F

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{21,260\text{-}14,302}{10\ \text{mL}}$$

= 0,6958 g/mL

7. **Sampel G**

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{20{,}533\text{-}14{,}302}{10\ \text{mL}}$$

$$= 0{,}6251\ \text{g/mL}$$

8. **Sampel H**

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{21{,}256\text{-}14{,}302}{10\ \text{mL}}$$

$$= 0{,}6954\ \text{g/mL}$$

9. **Sampel I**

$$\text{Densitas Bioetanol} = \frac{21{,}277\text{-}14{,}302}{10\ \text{mL}}$$

$$= 0{,}6975\ \text{g/mL}$$

Lampiran 3. Dokumentasi kegiatan penelitian

3.1 Preparasi Sampel

Sampel kulit kopi arabika

Pengeringan sampel kulit kopi Arabika

Sampel dihaluskan dengan blender

Sampel setelah dihaluskan

Pengayakan sampel

Setelah pengayakan

3.2 Proses Penentuan Kadar Air Sampel

Penimbangan Cawan Petri Kosong

Penimbangan Sampel

Sampel dioven pada suhu 110°C

Sampel didinginkan dengan desikator

3.3 Proses *Pretreatment*

Penimbangan Sampel

Setelah *Pretreatment*

Penyaringan Hasil *Pretreatment* (Produk A)

Produk A setelah disaring

3.4 Proses Hidrolisis

Penambahan HCl

Pengadukan dengan Magnetic stirer

Proses Hidrolisis Asam

Proses Sentrifugasi

Proses penyaringan produk B

Penentuan pH Produk B

Penambahan NaOH untuk menyesuaikan pH

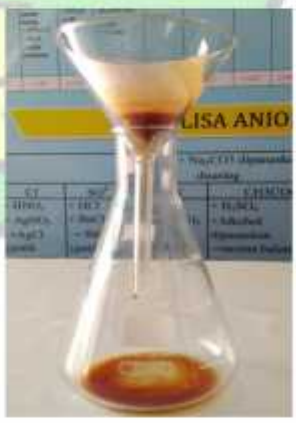
pH larutan = 5

3.5 Proses Fermentasi

Proses Penimbangan Ragi

Setelah Penambahan Ragi

Proses Fermentasi



Penyaringan Produk D

3.6 Proses Distilasi

Proses Distilasi

Produk E

3.7 Proses Penentuan Densitas Bioetanol

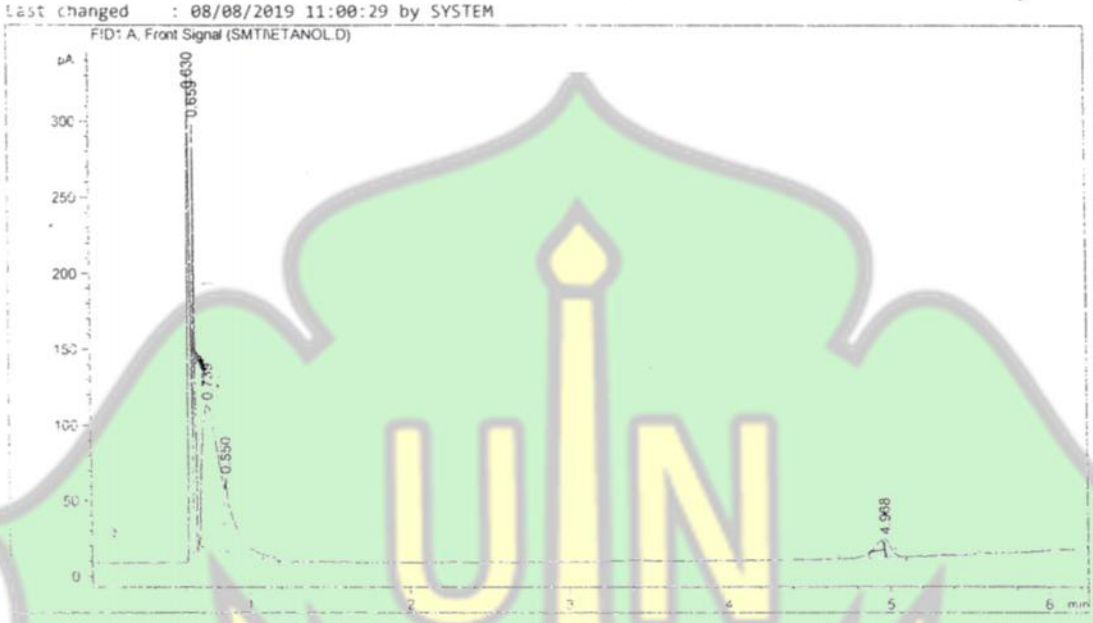
Pengukuran Massa Piknometer

3.8 Kromatografi Gas

Instrumen Kromatografi Gas yang Digunakan

Data File Name: ETANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 08/08/2019 11:21:52
Inj Volume : Manually
Method : C:\CHEM32\1\METHODS\DEF_AULIAGC.M
Last changed : 08/08/2019 11:00:29 by SYSTEM



Area Percent Report

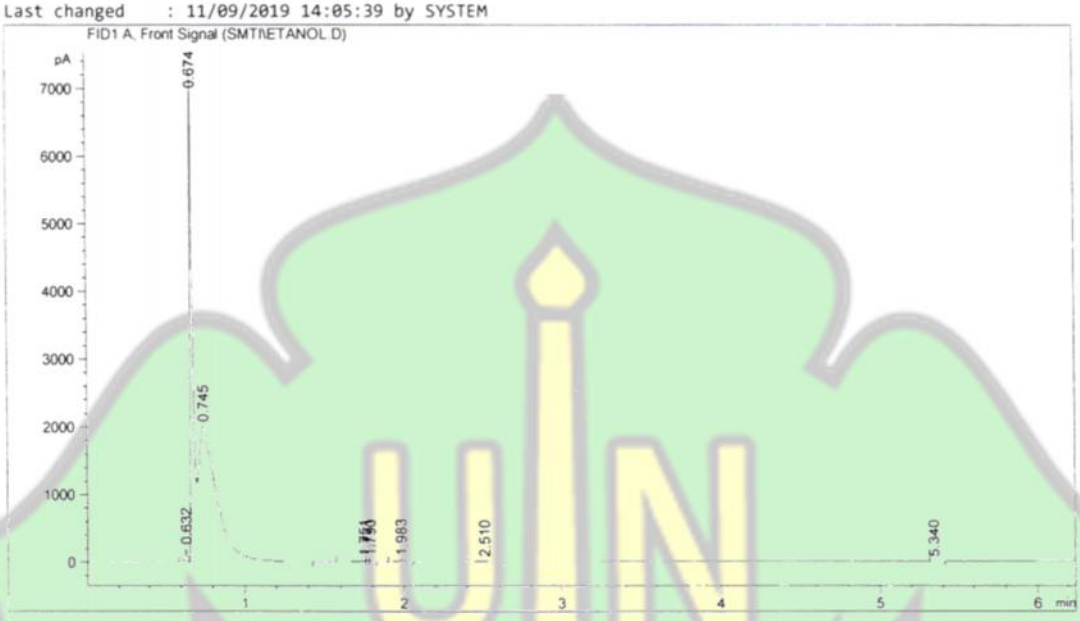
Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.630	BV	0.0196	396.64917	316.97696	25.57627
2	0.659	VB	0.0112	198.49992	282.23917	12.79944
3	0.739	BV	0.1039	649.59143	94.88756	41.88620
4	0.850	VB	0.0553	216.45378	48.29033	13.95712
5	4.968	BB	0.0911	89.65405	12.44209	5.78097
Totals :				1550.84835	754.83610	

Sample Name: ETANOL

```
==========================================================================
Acq. Operator   : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM                Location :   1  (F)
Injection Date  : 11/09/2019 14:27:39
                                                 Inj Volume : Manually
Method          : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed    : 11/09/2019 14:05:39 by SYSTEM
```




```
==========================================================================
                        Area Percent Report
==========================================================================

Sorted By             :      Signal
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs


Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak RetTime Type  Width     Area      Height     Area
  #   [min]       [min]   [pA*s]      [pA]       %
----|-------|----|-------|----------|----------|--------|
   1   0.632 BV E  0.0169  204.77057  184.77827  0.83130
   2   0.674 VV R  0.0185 8923.67090 7190.82471 36.22690
   3   0.745 VB    0.1036 1.53696e4  2000.69324 62.39500
   4   1.751 BV    0.0252   33.01749   17.34415  0.13404
   5   1.771 VV    0.0126   22.62877   27.40833  0.09186
   6   1.790 VB    0.0109   13.93483   20.64982  0.05657
   7   1.983 BB    0.0295   51.40654   22.61852  0.20869
   8   2.510 BB    0.0606   11.88047    2.97298  0.04823
   9   5.340 BB    0.0220    1.82329    1.24896  0.00740
```

Sample Name: ETANOL

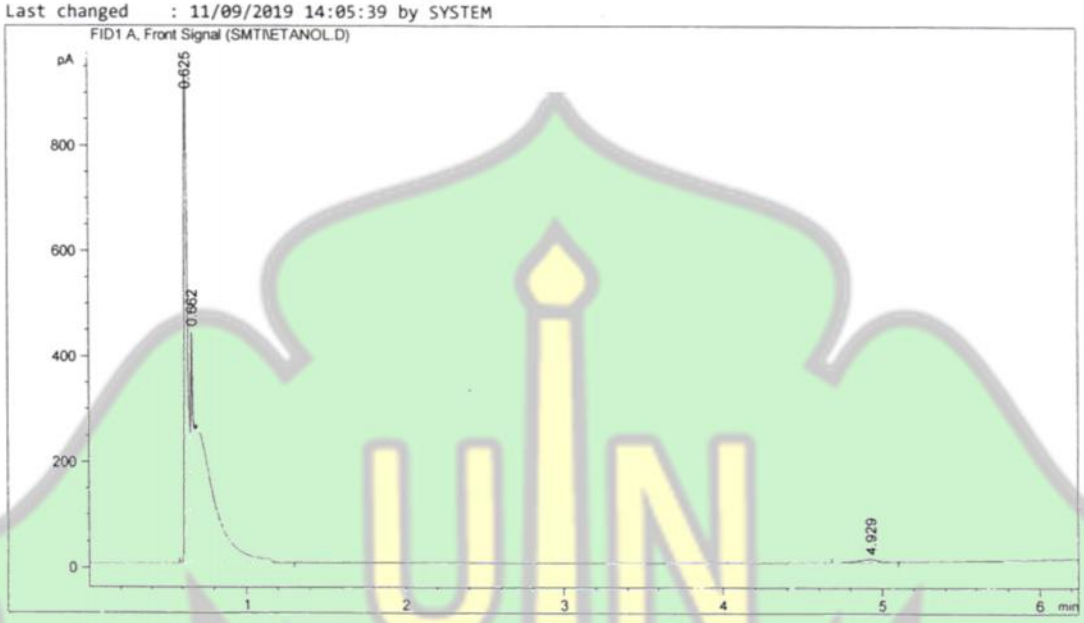
Totals : 2.46327e4 9468.53897

==========

*** End of Report ***

Sample Name: ETANOL

```
================================================================================
Acq. Operator   : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM                Location :   1  (F)
Injection Date  : 11/09/2019 14:39:59
                                                 Inj Volume : Manually
Method          : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed    : 11/09/2019 14:05:39 by SYSTEM
```

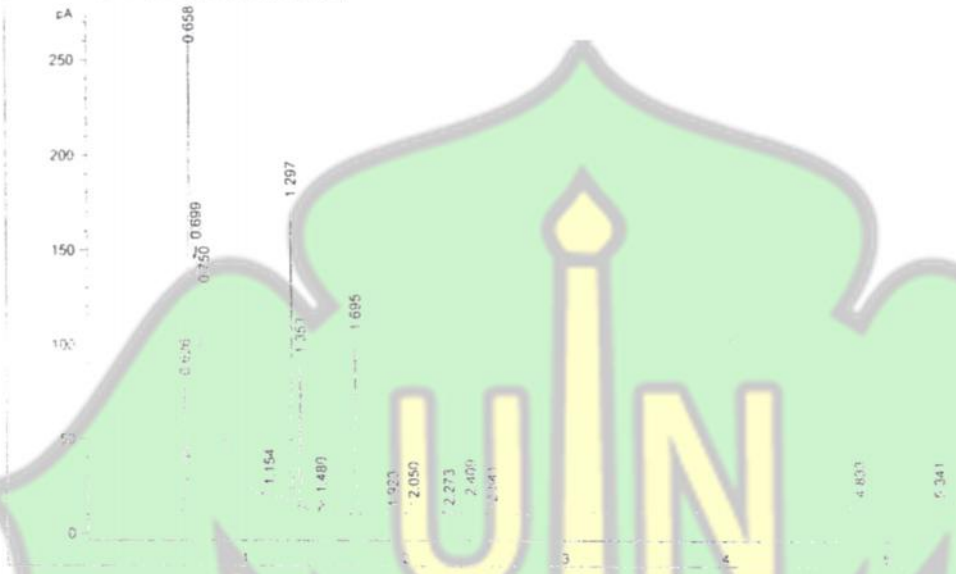



```
================================================================================
                          Area Percent Report
================================================================================

Sorted By             :      Signal
Multiplier            :      1.0000
Dilution              :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs


Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak RetTime Type  Width     Area      Height     Area
  #   [min]        [min]   [pA*s]       [pA]       %
----|-------|----|-------|----------|----------|--------|
   1   0.625 BV    0.0230 1358.12976  933.33356 33.13605
   2   0.662 VB    0.0736 2694.29883  439.20285 65.73629
   3   4.929 BB    0.1013   46.21912    5.84332  1.12767

Totals :                  4098.64771 1378.37972


================================================================================
                          *** End of Report ***
```

ple Name: MSTANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 29/07/2019 14:34:06
Inj Volume : Manually
Method : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed : 29/07/2019 14:10:32 by SYSTEM

FID1 A, Front Signal (SMTRETANOL.D)



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.626	BB	0.0130	46.60789	60.62860	4.65761
2	0.658	BV	0.0180	292.20270	227.32224	29.20033
3	0.699	VB	0.0183	90.43043	73.87391	9.03687
4	0.750	BB	0.0071	233.65883	43.02731	23.34994
5	1.154	BV	0.0536	13.31155	3.13418	1.33025
6	1.297	VB	0.0111	110.74149	159.47661	11.06659
7	1.353	BB	0.0103	49.10094	78.51394	4.90674
8	1.480	BB	0.0165	8.35375	7.22085	0.83481
9	1.695	BB	0.0125	69.34206	94.85830	6.92947
10	1.923	BB	0.0135	1.29180	1.58300	0.12909

: METANOL

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	2.050	BV	0.0673	33.25623	6.13004	3.32335
12	2.273	VB	0.0268	2.11349	1.08347	0.21120
13	2.409	BB	0.0231	11.67883	7.12608	1.16709
14	2.541	BB	0.0584	18.12702	4.19499	1.81146
15	4.833	BB	0.0726	18.07415	3.21595	1.80618
16	5.341	BB	0.0195	2.39177	1.92593	0.23901
Totals :				1000.68291	774.21538	

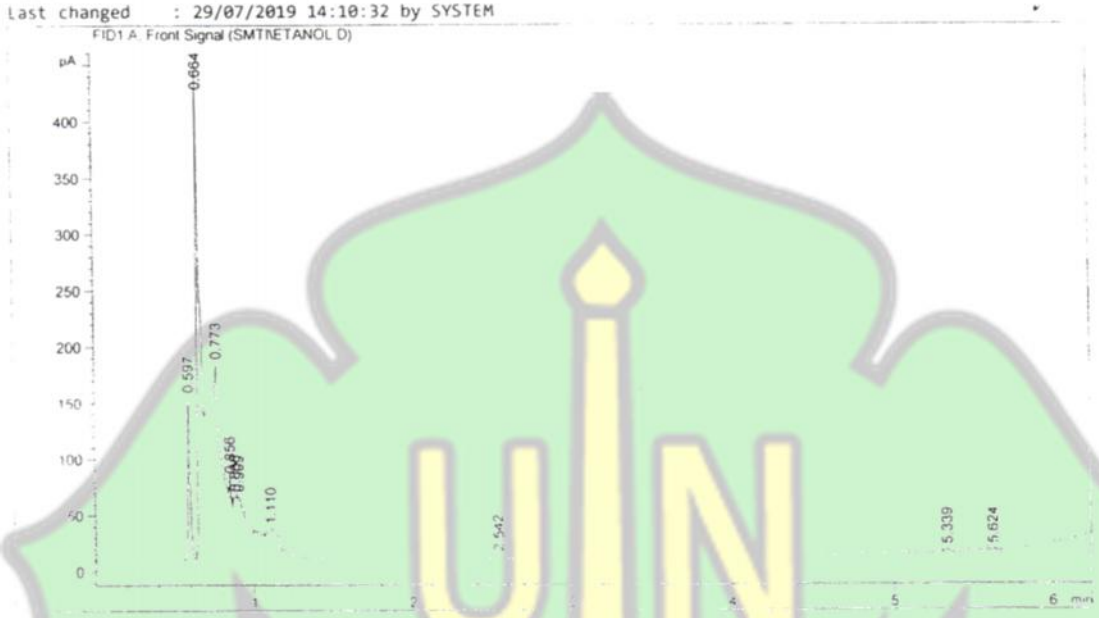
*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

e Name: METANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 29/07/2019 14:21:48
Inj Volume : Manually

Method : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed : 29/07/2019 14:10:32 by SYSTEM



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.597	BB	0.0155	142.09914	144.52039	8.84317
2	0.664	BV	0.0192	587.76947	423.16360	36.57828
3	0.773	VV R	0.0663	771.89478	144.62808	48.03684
4	0.856	VB E	9.79e-3	9.81944	16.87700	0.61109
5	0.888	BV	0.0198	11.21099	8.82909	0.69769
6	0.909	VB	0.0280	24.20118	12.28900	1.50610
7	1.110	BB	0.0541	48.53542	11.52522	3.02047
8	2.542	BB	0.0327	5.96898	2.60843	0.37146
9	5.339	BB	0.0207	3.17344	2.52655	0.19749
10	5.624	BB	0.0242	2.20810	1.33825	0.13742

Sample Name: METANOL

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
Totals :				1606.88093	768.30560	

*** End of Report ***

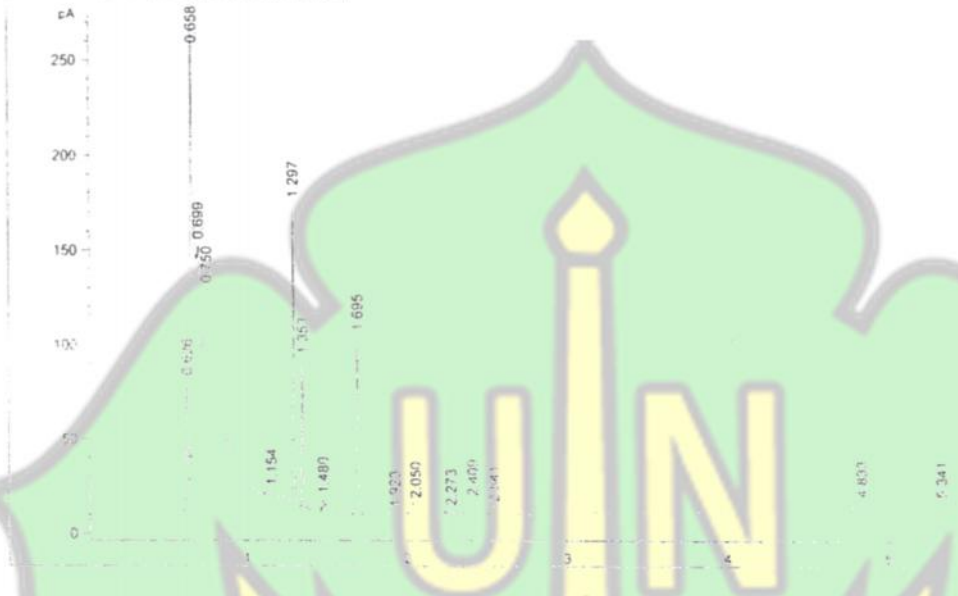
جامعة الرانري
AR-RANIRY

ple Name: MSTANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 29/07/2019 14:34:06
Inj Volume : Manually

Method : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed : 29/07/2019 14:10:32 by SYSTEM

FID1 A, Front Signal (SMTRETANOL.D)



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.626	BB	0.0130	46.60789	60.62860	4.65761
2	0.658	BV	0.0180	292.20270	227.32224	29.20033
3	0.699	VB	0.0183	90.43043	73.87391	9.03687
4	0.750	BB	0.0071	233.65883	43.02731	23.34994
5	1.154	BV	0.0536	13.31155	3.13418	1.33025
6	1.297	VB	0.0111	110.74149	159.47661	11.06659
7	1.353	BB	0.0103	49.10094	78.51394	4.90674
8	1.480	BB	0.0165	8.35375	7.22085	0.83481
9	1.695	BB	0.0125	69.34206	94.85830	6.92947
10	1.923	BB	0.0135	1.29180	1.58300	0.12909

: METANOL

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	2.050	BV	0.0673	33.25623	6.13004	3.32335
12	2.273	VB	0.0268	2.11349	1.08347	0.21120
13	2.409	BB	0.0231	11.67883	7.12608	1.16709
14	2.541	BB	0.0584	18.12702	4.19499	1.81146
15	4.833	BB	0.0726	18.07415	3.21595	1.80618
16	5.341	BB	0.0195	2.39177	1.92593	0.23901
Totals :				1000.68291	774.21538	

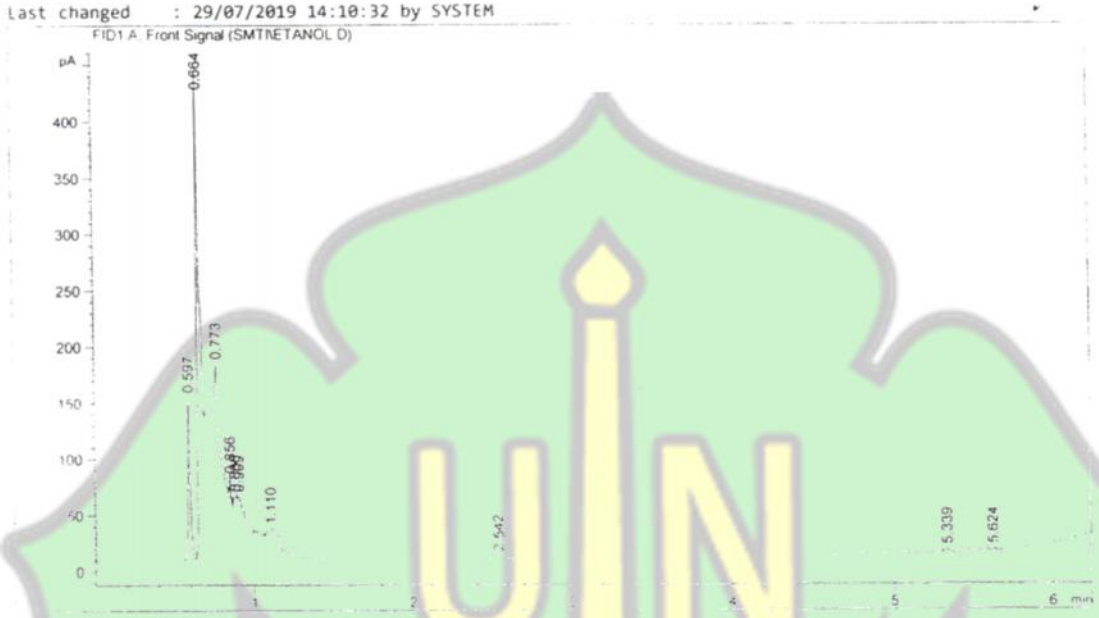
*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

e Name: METANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 29/07/2019 14:21:48
Inj Volume : Manually

Method : C:\Chem32\1\Methods\DEF_GC.M
Last changed : 29/07/2019 14:10:32 by SYSTEM



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.597	BB	0.0155	142.09914	144.52039	8.84317
2	0.664	BV	0.0192	587.76947	423.16360	36.57828
3	0.773	VV R	0.0663	771.89478	144.62808	48.03684
4	0.856	VB E	9.79e-3	9.81944	16.87700	0.61109
5	0.888	BV	0.0198	11.21099	8.82909	0.69769
6	0.909	VB	0.0280	24.20118	12.28900	1.50610
7	1.110	BB	0.0541	48.53542	11.52522	3.02047
8	2.542	BB	0.0327	5.96898	2.60843	0.37146
9	5.339	BB	0.0207	3.17344	2.52655	0.19749
10	5.624	BB	0.0242	2.20810	1.33825	0.13742

Sample Name: METANOL

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
Totals :				1606.88093	768.30560	

*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 01/08/2019 11:12:09
Inj Volume : Manually
Method : C:\CHEM32\1\METHODS\aulia.M
Last changed : 01/08/2019 11:11:59 by SYSTEM

FID1 A, Front Signal (SMT\ETANOL D)

Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.046	BB	0.0466	51.80912	18.55693	1.25167
2	0.288	BV	0.0503	20.90318	5.75123	0.50501
3	0.398	VB	0.0549	5.13492	1.50205	0.12406
4	0.665	BV R	0.0119	2700.85938	3549.85205	65.25087
5	0.739	VV E	0.0838	914.24780	133.69684	22.08758
6	0.881	VB E	0.0499	297.13422	75.57847	7.17855
7	1.080	BV	0.0168	20.70466	17.55929	0.50021
8	1.110	VB	0.0558	100.78333	22.24915	2.43485
9	1.625	BB	0.0288	3.97310	2.22716	0.09599
10	1.947	BB	0.0275	2.86782	1.55409	0.06928

Peak #	Retime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	2.031	BB	0.0152	1.95920	2.03745	0.04733
12	2.076	BB	0.0235	2.23578	1.41074	0.05401
13	2.272	BB	0.0238	9.56370	6.25295	0.23105
14	2.534	BB	0.0234	7.01701	4.45549	0.16953
Totals :				4139.19321	3842.69360	

*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Peak #	Retime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	2.031	BB	0.0152	1.95920	2.03745	0.04733
12	2.076	BB	0.0235	2.23578	1.41074	0.05401
13	2.272	BB	0.0238	9.56370	6.25295	0.23105
14	2.534	BB	0.0234	7.01701	4.45549	0.16953
Totals :				4139.19321	3842.69360	

*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Sample Name: ETANOL

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 01/08/2019 11:32:54
Inj Volume : Manually

Method : C:\CHEM32\1\METHODS\aulia.M
Last changed : 01/08/2019 11:11:59 by SYSTEM

Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.665	BV	0.0221	838.85205	572.34283	7.35975
2	0.718	VV R	0.0992	1.03817e4	1404.41748	91.08447
3	1.107	VB E	0.0116	13.84523	21.17044	0.12147
4	1.174	BB	0.0102	94.28642	152.08414	0.82806
5	1.317	BV	0.0108	10.86645	16.35572	0.09534
6	1.336	VB	0.0124	7.90725	9.82056	0.06937
7	1.567	BB	0.0134	12.27401	13.76048	0.10769
8	2.560	BB	0.0604	29.77284	6.62556	0.26121
9	3.508	BB	0.0270	4.50771	2.50024	0.03955
10	3.851	BB	0.0245	2.26645	1.43147	0.01988

mple Name: ETANOL

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	5.340	BB	0.0184	1.50481	1.30847	0.01320

Totals : 1.13978e4 2201.81739

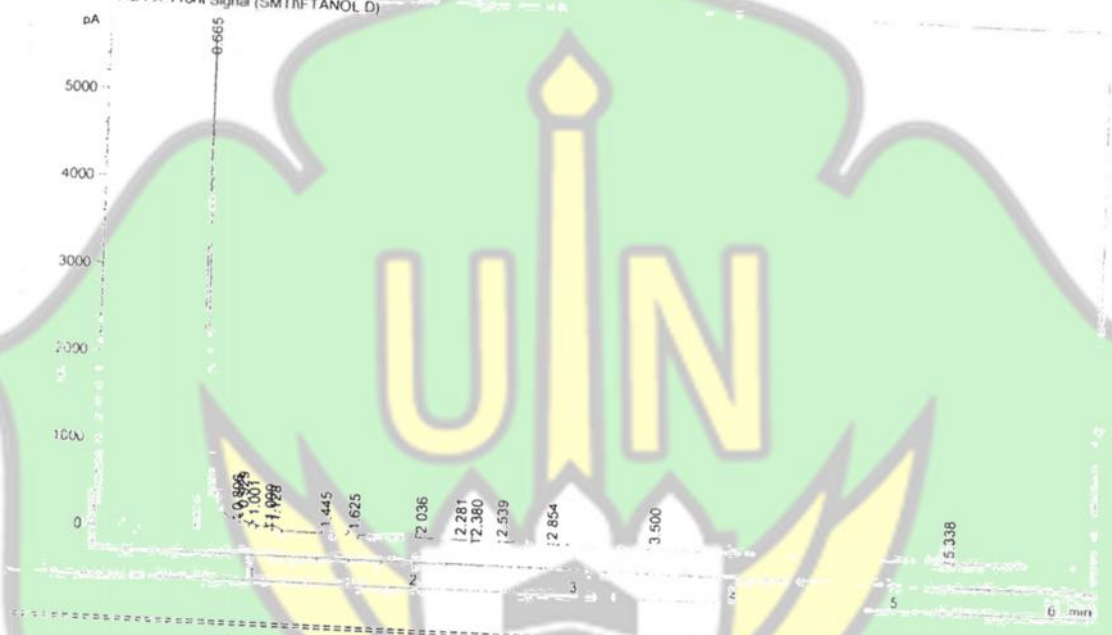
*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM
Injection Date : 01/08/2019 11:22:27 Location : 1 (F)

Method : C:\CHEM32\1\METHODS\aulia.M Inj Volume : Manually
Last changed : 01/08/2019 11:11:59 by SYSTEM

FID1 A, Front Signal (SMTNFTANOL.D)



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.665	BV R	0.0300	1.23453e4	5530.41162	96.93762
2	0.896	VV E	0.0194	84.73965	64.29082	0.66539
3	0.929	VB E	0.0153	116.01257	110.47276	0.91095
4	1.001	BB	0.0109	27.67514	42.41257	0.21731
5	1.099	BV	0.0196	38.48075	28.68652	0.30216
6	1.128	VB	0.0308	66.26527	28.84770	0.52033
7	1.445	BB	0.0142	5.51853	6.28184	0.04333
8	1.625	BB	0.0253	2.66122	1.60511	0.02090
9	2.036	BB	0.0512	12.54017	3.16369	0.09847
10	2.281	BV	0.0281	4.31878	2.18332	0.03391

08 SYSTEM 01/08/2019 11:28:45 SYSTEM

Peak #	Retime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
11	2.380	VB	0.0232	2.82831	1.81652	0.02221
12	2.539	BB	0.0355	21.73133	8.31265	0.17064
13	2.854	BB	0.0228	2.31852	1.51630	0.01821
14	3.500	BB	0.0223	3.03503	2.04958	0.02383
15	5.338	BB	0.0193	1.87784	1.64375	0.01475
Totals :				1.27353e4	5833.69477	

*** End of Report ***

جامعة الرانري
AR-RANIRY

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : Resa Vernia Febrina
2. NIM : 150704003
3. Tempat/ Tanggal Lahir : Cot Seumeureung, 15 Februari 1997
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Kebangsaan : Indonesia
7. Pekerjaan : Pelajar/ Mahasiswa
8. Alamat : Desa Seumeureung, Kab. Aceh Barat
9. No. Telp/ Hp : 082366094843
10. Nama Ayah : Murdani, S.H
11. Nama Ibu : Cut Malahayati
12. Riwayat Pendidikan
    a. SD : MIN Blang Balee Lulus Tahun 2009
    b. SMP : MTsN Blang Balee Lulus Tahun 2012
    c. SMA : MAS Ruhul Islam Anak Bangsa Lulus Tahun 2015
    d. PT : Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry