

Kode>Nama Rumpun Ilmu\* :112/KIMIA

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**BIOKONVERSI LIMBAH TONGKOL JAGUNG  
MENJADI BIOETANOL SEBAGAI BAHAN  
BAKAR ALTERNATIF TERBARUKAN**

**Hendri Iyabu, S.Pd., M.Si**  
**Rakhmawaty A Asui, S.Pd., M.Si**  
**Prof. DR. Ishak Isa, M.Si**

**JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IPA  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

**SEPTEMBER 2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul Kegiatan** : Biokonversi Limbah Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan

**Peneliti / Pelaksana**  
Nama Lengkap : HENDRI IYABU S.Pd, M.Si  
NIDN : 0009018002  
Jabatan Fungsional :  
Program Studi : Pendidikan Kimia  
Nomor HP : 081340245929  
Surel (e-mail) : iyabuhendri@yahoo.com

**Anggota Peneliti (1)**  
Nama Lengkap : RAKHMAWATY AHMAD ASUI S.Pd., M.Si.  
NIDN : 0027028202  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

**Anggota Peneliti (2)**  
Nama Lengkap : Prof. Dr. ISHAK ISA M.Si  
NIDN : 0026056106  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

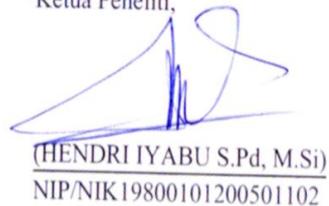
**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra :  
Alamat :  
Penanggung Jawab :  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 47.500.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp. 100.000.000,00

Mengetahui  
Dekan FMIPA LING



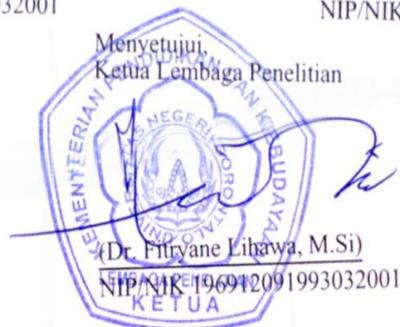
(Prof. Dr. Evi Hulukati, M.Pd)  
NIP/NIK 196005301986032001

Gorontalo, 1 - 10 - 2014,  
Ketua Peneliti,



(HENDRI IYABU S.Pd, M.Si)  
NIP/NIK 19800101200501102

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Fitriyane Lihawa, M.Si)  
NIP/NIK 196912091993032001

## ABSTRAK

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah mengoptimalkan hasil biotenaol dari limbah tongkol jagung sebagai bahan bakar alternatif terbarukan yang ramah lingkungan. Proses pembuatan etanol dari limbah tongkol jagung dapat melalui tiga tahapan penting, yaitu menghidrolisis lignoselulosa menjadi gula, fermentasi gula menjadi etanol, dan pemurnian etanol. Pada hidrolis secara kimiawi menggunakan asam klorida encer. Fermentasi gula menjadi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, sementara pemurnian alkohol yang dihasilkan melalui proses destilasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alkohol (bioetanol) yang diperoleh konsentrasinya masih dibawah standar yang diinginkan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak fosil. Untuk itu masih perlu dilakukan proses pemurnian lebih lanjut.

Kata kunci: Tongkol jagung, bioetanol, biokonversi, energi terbarukan

## KATA PENGANTAR

Punji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

Tujuan penelitian ini adalah mengkonversi lignoselulosa dari limbah tongkol jagung menjadi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Diharapkan bioetanol yang dihasilkan dapat digunakan mengganti bahan bakar minyak. Penelitian tahun pertama ini dipelajari karakteristik dan optimasi konversi limbah tongkol jagung menjadi etanol. Sementara rencana penelitian tahun ke dua adalah memproduksi bioethanol dengan kualitas baik dan memanfaatkan bioethanol yang dihasilkan untuk dijadikan bahan bakar alternatif

Laporan ini dibuat sebagai bentuk pertanggungjawaban dana penelitian BOPTN DIPA UNG tahun 2014.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Lembar Pengesahan.....	i
Abstrak.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	v
Daftar Gambar.....	vi
Lampiran.....	vii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Jagung.....	5
2.2. Bioetanol.....	7
2.3. Hidrolisis Asam.....	8
2.4. Fermentasi.....	9
<b>BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tujuan Penelitian.....	12
3.2 Manfaat Penelitian.....	12
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
4.1. Waktu dan Tempat.....	13
4.2. Alat dan Bahan Yang digunakan.....	13
4.3. Prosedur Penelitian.....	13
4.3.1. Tahap Pra Penelitian.....	13
4.3.2. Tahap Penelitian.....	14
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>18</b>
5.1. Tahap Pra Penelitian.....	18
5.2. Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl Pada Proses Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa.....	18
5.3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dan Jumlah <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	19
<b>BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>22</b>
7.1 Kesimpulan.....	22
7.2 Saran.....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>25</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1. Kadar Bioetanol.....</b>	<b>20</b>

## DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK

	Halaman
Gambar 1. Tahap Pengolahan Tongkol Jagung Menjadi Tepung.....	17
Gambar 2. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol.....	18
Gambar 3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Jumlah Koloni.....	21

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Curriculum Vitae.....	<b>25</b>
Lampiran 2. Foto Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	<b>30</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam yang sangat berlimbah, baik sumberdaya alam yang dapat diperbaharui maupun tidak dapat diperbaharui. Minyak bumi dan batu bara merupakan contoh bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui yang ketersediaanya di alam semakin menipis. Dengan menipisnya bahan bakar ini maka sudah dapat dipastikan akan berdampak pada krisis global energi.

Kebijakan mengurangi konsumsi energi bukan merupakan langkah tepat. Karena konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi merupakan dua sisi yang saling mempengaruhi, diperlukan kehati-hatian dalam menerapkan kebijakan energi agar pertumbuhan ekonomi tetap terjaga. Supaya perekonomian dunia lebih stabil, penggunaan sumber energi alternatif dengan bahan baku non-fosil seperti bahan bakar dari sumber nabati dapat menjadi solusi yang baik. Pembakaran bahan bakar fosil juga akan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang lama kelamaan akan menumpuk di atmosfer, sehingga menyebabkan suhu bumi meningkat (*green house effect*). Oleh karena itu, pemakaian suatu bahan bakar terbarukan yang lebih aman dan ramah lingkungan merupakan suatu hal yang mutlak.

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang dalam beberapa tahun terakhir dikenal luas oleh masyarakat. Bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat. Sumber bahan baku energy alternatif tersebut umumnya berasal dari tanaman pangan, seperti singkong, ubi jalar, tebu, jagung, dan lain-lain. Namun, penggunaan bahan pangan sebagai energi alternatif dapat menimbulkan masalah baru yang terkait dengan pemenuhan kebutuhan pangan.

Jagung merupakan salah satu komoditi unggulan provinsi Gorontalo, dimana produksi jagung gorontalo dari tahun ketahun mengalami peningkatan. Disamping untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat gorontalo, jagung juga telah dieksport ke luar negeri seperti Malaysia dan Singapura untuk bahan baku

berbagai produk seperti tepung jagung (maizena), pati jagung, minyak jagung, dan pakan ternak. Dari setiap panen jagung diperkirakan jagung (*rendemen*) yang dihasilkan sekitar 65%, sementara 35% dalam bentuk limbah berupa batang, daun, kulit, dan tongkol jagung. Pada industri jagung pipil akan dihasilkan limbah organik antara lain berupa limbah tongkol jagung.

Dari pengamatan lapangan ditemukan bahwa hasil samping berupa kulit, batang, daun, dan tongkol jagung tidak dimanfaatkan dan dibuang atau dibakar, sementara daun dan batang yang masih muda dijadikan bahan pakan ternak. Dari tongkol jagung yang dihasilkan sebenarnya kaya akan karbohidrat yang dapat digunakan atau diolah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomi untuk kehidupan manusia. Dengan pemanfaatan teknologi, limbah tongkol jagung yang hanya dibuang dan dibakar dapat dikembangkan menjadi suatu produk yang lebih bernilai ekonomi yaitu dijadikan sebagai bahan bakar alternatif.

Saat ini telah diketahui bahwa limbah tongkol jagung dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Tongkol jagung merupakan limbah buangan pada industri jagung pipil yang ternyata mengandung selulosa sebesar 44.9% (Richana dkk, 2004), dan kurang lebih 30% bagian jagung merupakan tongkol jagung. Kenyataan tersebut membuat limbah tongkol jagung dari industri jagung pipil mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena kandungan selulosa yang cukup tinggi.

Dengan menggali kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, produksi bioetanol dari limbah tongkol jagung dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi fermentasi. Proses pembuatan bioetanol dari tongkol jagung dapat dilakukan dengan beberapa cara. Namun, secara umum ada lima tahap proses utama. Tahapan tersebut adalah delignifikasi tongkol jagung, isolasi selulosa, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi etanol.

Delignifikasi bertujuan untuk memudahkan pelepasan hemiselulosa dan mengurangi kandungan lignin pada tongkol jagung yang dapat menghambat fermentasi selulosa menjadi gula-gula sederhana. Delignifikasi dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pengecilan ukuran, perendaman dalam NaOCl 1 % (b/v), pembilasan, penyaringan, dan pengeringan untuk menurunkan kadar air tongkol

jagung (Anggraini, 2003). Pembilasan dan penyaringan dengan air dilakukan sampai air bilasan menjadi netral.

Isolasi selulosa dilakukan untuk mengekstrak hemiselulosa dari fraksi selulosa pada tongkol jagung. Menurut Hespell (1998), ekstraksi hemiselulosa paling baik dilakukan dengan menggunakan pelarut NaOH. Isolasi selulosa dilakukan dengan perendaman tongkol jagung yang telah didelignifikasi dalam larutan NaOH 15 % selama 24 jam pada suhu 28°C. Setelah 24 jam, dilakukan penyaringan hingga didapatkan fraksi padatan berupa selulosa. Padatan tersebut dibilas berulang-ulang dengan air sampai pH menjadi netral. Kemudian dikeringkan dengan oven suhu 50°C selama 2 hari.

Dengan memperhatikan prospek bioetanol yang cukup cerah yang dinilai ekonomi yang cukup tinggi, maka sangatlah perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung menjadi bioetanol sebagai energi alternatif terbarukan yang ramah lingkungan

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan pengamatan di lapangan dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut;

1. Produksi jagung di gorontalo dari tahun ketahun terus mengalami peningkatan,
2. Limbah tongkol jagung yang dihasilkan tidak dimanfaatkan dan hanya dibarkan atau dibakar sehingga dapat menimbulkan permasalahan lingkungan,
3. Kurangnya pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung untuk dibuat menjadi bahan yang lebih bernilai ekonomi.
4. Ketergantungan masyarakat pada penggunaan bahan bakar minyak dan gas semakin tinggi, disisi lain makin menipisnya persediaan bahan bakar minyak dan gas

## **1.3. Perumusan Masalah**

Dari identifikasi masalah tersebut di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut;

1. Bagaimanakah limbah tongkol jagung yang kaya akan Lignoselulosa dapat di konversi menjadi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif terbarukan

2. Apakah bioetanol yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak dan gas.

## BAB. 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Jagung

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman (*monoecious*). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku Poaceae, yang disebut floret. Pada jagung, dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal: gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (inflorescence). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun. Pada umumnya, satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Beberapa varietas unggul dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolifik. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri) (Anonimous, 2011).

Tongkol pada jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Tongkol terbungkus oleh kelobot (kulit buah jagung). Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi. Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Tongkol jagung muda, disebut juga *babycorn*, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulose dan selulose. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulose merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikro-organisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Karakteristik kimia dan fisika dari tongkol jagung sangat cocok untuk pembuatan energi alternatif (bioetanol), kadar senyawa kompleks lignin dalam tongkol jagung adalah 6,7-13,9%, untuk hemiselulose 39,8% , dan selulose 32,3-45,6%. Selulose hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulose. Serat selulose alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulose murni mengandung 44,4% C; 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulose adalah  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , dengan banyaknya satuan glukosa yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP), dimana jumlahnya mencapai 1.200-10.000 dan panjang molekul sekurang-sekurangnya 5.000 nm. Berat molekul selulose rata-rata sekitar 400.000 Mikrofibril selulose terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkristal (85%). Struktur berkristal dan adanya lignin serta hemiselulose disekeliling selulose merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulose (Sjostrom, 1995). Pada proses hidrolisa yang sempurna akan menghasilkan glukosa, sedangkan proses hidrolisa sebagian akan menghasilkan disakarida selebiose.

Hemiselulose terdiri atas 2-7 residu gula yang berbeda, Hemiselulose berbeda dengan selulosa karena komposisinya terdiri atas berbagai unit gula, disebabkan rantai molekul yang pendek dan percabangan rantai molekul. Unit gula (gula anhidro) yang membentuk hemiselulosa dapat dibagi menjadi kompleks seperti pentosa, heksosa, asam keksuronat dan deoksi-heksosa (Fengel dan Wegener, 1995). Hemiselulosa ditemukan dalam tiga kelompok yaitu xylan, mannan, dan galaktan. Xylan dijumpai dalam bentuk arabinoxylan, atau arabino glukurunoxytan. Mannan dijumpai dalam bentuk glukomannan dan galakto-mannan. Sedangkan galaktan yang relative jarang, dijumpai dalam bentuk arabino galaktan.

Lignin adalah polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alcohol (turunan fenil propane) dengan bobot melekul mencapai 11.000. Dengan kata lain, lignin adalah makromolekul dari polifenil. Polimer lignin dapat dikonversi ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentuk dasarnya. Lignin yang melindungi selulose bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.

## 2.2. Bioetanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

Etanol (alkohol) adalah nama suatu golongan senyawa organik yang mengandung unsur C, H dan O. Etanol dalam ilmu kimia disebut sebagai etil alkohol dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Rumus umum dari alkohol adalah R-OH. Secara struktur alkohol sama dengan air, namun salah satu hidrogennya digantikan oleh gugus alkil. Gugus fungsional alkohol adalah gugus hidroksil (OH). Pemberian nama alkohol biasanya dengan menyebut nama alkil yang terikat pada gugus OH, kemudian menambahkan nama alkohol (Siregar, 1988).

Karakteristik etanol meliputi: berupa zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dalam segala perbandingan. Secara garis besar penggunaan etanol adalah sebagai pelarut untuk zat organik maupun anorganik, bahan dasar industri asam cuka, ester, spiritus, dan asetaldehid. Selain itu etanol juga digunakan untuk campuran minuman serta digunakan sebagai bahan bakar yang terbarukan (Endah dkk, 2007).

Pembuatan etanol dalam industri dapat dibagi ke dalam 2 macam yaitu: 1) cara non fermentasi (sintetik), proses pembuatan alkohol yang tidak menggunakan enzim ataupun jasad renik, 2) cara fermentasi, merupakan proses metabolisme dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Endah dkk, 2007).

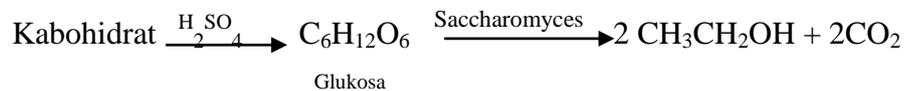
Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Bioetanol dapat dibuat dari pati tongkol jagung yang telah diproses menjadi glukosa (Richana, 2007). Secara teoritis, hidrolisis glukosa akan menghasilkan etanol dan karbondioksida. Perbandingan mol antara glukosa dan etanol dapat dilihat pada reaksi:



Satu mol glukosa menghasilkan 2 mol etanol dan 2 mol karbondioksida, atau dengan perbandingan bobot tiap 180 g glukosa akan menghasilkan 90 g etanol. Dengan melihat kondisi tersebut, perlu diupayakan penggunaan substrat yang murah untuk dapat menekan biaya produksi etanol sehingga harganya bisa lebih mudah (Richana, 2007).

Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau sebagai campuran bahan bakar gasolin (bensin). Dibanding bensin, bioetanol lebih baik karena memiliki angka research octane (nilai oktan sebuah bahan bakar yang paling umum diseluruh dunia) 108,6, angka tersebut melampaui nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh gasolin, yaitu research octane 88 (Richana, 2007).

Bioetanol memiliki sifat fisika tidak berwarna, cairan yang larut dalam air, kadang-kadang disebut alkohol padi-padian (*grain*) karena dapat diperoleh dengan cara fermentasi dari padi-padian. Fermentasi dari semua bahan yang mengandung karbohidrat seperti jagung, kentang, padi dan tanaman yang banyak mengandung karbohidrat lainnya akan menghasilkan etanol.

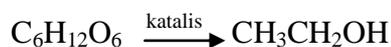


Etanol yang dipakai untuk minuman dan gasohol masih dibuat secara fermentasi. Etanol yang dipakai sebagai pelarut dibuat dengan hidrasi dari etilen, suatu zat petrokimia yang didapat dari reaksi pemecahan minyak bumi (Fessenden & Fessenden, 1997).

Menurut Fessenden (1997), beberapa sifat bioetanol adalah sebagai berikut.

- 1) Berbobot molekul rendah sehingga larut dalam air.
- 2) Diperoleh dari fermentasi gula

Pembentukan bioetanol



- 3) Pembakaran bioetanol menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O

Pembakaran bioetanol



### 2.3 Hidrolisis Asam

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi (pati) menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya

menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Asam klorida bersifat sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol (Anonim<sup>2</sup>, 2011).

#### **2.4. Fermentasi**

Fermentasi adalah proses terjadinya dekomposisi gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses fermentasi ini dimanfaatkan oleh para pembuat bir, roti, anggur, bahan kimia, para ibu rumah tangga dan lain -lain. Alkohol dapat dibuat dari bahan penghasil karbohidrat apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Apabila padi-padian seperti jagung dan karbohidrat kompleks yang lain dipergunakan sebagai bahan mentah, maka pertama-tama bahan tersebut perlu dihidrolisis menjadi gula sederhana yang dapat difermentasikan (Pelczar dan Chan, 1988).

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2001), berdasarkan produk yang difermentasi digolongkan menjadi dua macam yaitu sebagai berikut:

1. Fermentasi alkoholis yaitu fermentasi yang menghasilkan alkohol sebagai produk akhir disamping produk lainnya, misalnya pada pembuatan wine, cider dan tape.<sup>18</sup>
2. Fermentasi nonalkoholis yaitu fermentasi yang tidak menghasilkan alkohol sebagai produk akhir selain bahan lainnya, misalnya pada pembuatan tempe, antibiotika dan lain -lain.

Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Misalnya untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula dipergunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan kadang-kadang digunakan untuk bahan-bahan laktosa dari whey (air yang ditinggalkan setelah susu dibuat keju) menggunakan *Candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan didapatkan mikroorganisme yang mampu ditumbuhkan dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut (Said, 1987).

*Sacharomyces cerevisiae* merupakan nama spesies yang termasuk khami berbentuk oval. *Sacharomyces cerevisiae* berfungsi dalam pembuatan roti dan bir,

karena *Sacharomyces* bersifat fermentatif (melakukan fermentasi, yaitu memecah glukosa menjadi karbon dioksida dan alkohol) kuat. Namun, dengan adanya oksigen, *Sacharomyces* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbon dioksida dan air (Wikipedia,2011).

Menurut Schlegel (1994), produksi utama alkohol adalah ragi, terutama dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi-raji, seperti yang juga kebanyakan fungi merupakan organisme yang bersifat aerob. Dalam lingkungan terisolasi dari udara, organisme ini meragikan karbohidrat menjadi etanol dan karbon dioksida. Ragi sendiri adalah organisme aerob pada kondisi anaerob. Dengan mengalirkan udara, maka peragian dapat dihambat sempurna dengan memasukkan banyak udara. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang penting pada fermentasi yang utama dan akhir, karena mampu memproduksi alkohol dalam konsentrasi tinggi dan fermentasi spontan (Sudarmaji, 1982).

Menurut Thenawijaya (1989), pada produksi etanol ada dua metode untuk menghidrolisis komponen lignoselolitik, yaitu hidrolisis asam dan hidrolisis enzim. Pada hidrolisis enzim, konsentrasi gula lebih besar karena selulase yang dihasilkan oleh mikroba merupakan selulase kompleks sehingga selulosa tongkol jagung tersebut dapat dihidrolisis dengan sempurna. Menurut Ariestaningtyas (1991), *Trichoderma viride* pada substrat tongkol jagung menghasilkan aktivitas selulase tertinggi ketika suhu inkubasi 25°C dan lama inkubasi sembilan hari. Ekstraksi cairan fermentasi dilakukan pada hari kesembilan dengan jalan memisahkan filtrat dari biomassa dengan menggunakan penyaring dan sentrifuse. Sebelum dilakukan ekstraksi, ditambahkan Tween 80 sebanyak 0.1 % (v/v). Filtrat yang dihasilkan kemudian disterilisasi, dipucatkan menggunakan arang aktif 2 % (b/v), disaring, dan dipisahkan hingga diperoleh konsentrasi glukosa yang diinginkan.

Fermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat merubah glukosa menjadi etanol. Fermentasi dilakukan pada fermentor selama 60 jam pada suhu 27°C dengan pH medium sebesar 4,8. Pada umumnya hasil fermentasi adalah bioetanol atau alkohol yang mempunyai kemurnian sekitar 10-12 % dan belum dapat dikategorikan sebagai *fuel based* etanol. Agar dapat mencapai kemurnian di atas 95 %, maka alkohol hasil fermentasi harus didistilasi.

Distilasi ini adalah tahapan yang sangat penting pada produksi bioetanol dimana proses pemurnian etanol dilakukan dengan pemanasan untuk memisahkan etanol dengan air dengan memperhitungkan perbedaan titik didih kedua bahan tersebut yang kemudian diembunkan kembali, dimana titik didih etanol dan air masing-masing adalah 78,5 dan 100°C. Mekanismenya yaitu memanaskan campuran etanol-air hingga suhu 78,5°C, dimana pada suhu tersebut etanol akan mendidih dan menguap meninggalkan air. Uap etanol ditahan dalam wadah, selanjutnya diembunkan kembali menjadi etanol yang lebih murni, yaitu dengan kemurnian  $\geq 95\%$ , sehingga siap untuk digunakan sebagai bahan bakar.

## **BAB. 3**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut;

1. Mengkonversi Lignoselulosa dari limbah tongkol jagung menjadi menjadi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif terbarukan.
2. Dihasilkan bioetanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak dan gas.

#### **3.2. Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah tongkol jagung menjadi produk yang lebih bernilai ekonomi.
2. Mengoptimalkan penggunaan bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan limbah tongkol pengganti bahan bakar minyak.

## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Jurusan Pendidikan Kimia dan Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Gorontalo. Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan dari bulan Mei sampai September 2014.

#### 4.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seperangkat alat destilasi, neraca analitik, tabung reaksi, rak tabung, gilingan jagung, ayakan, labu takar, gelas ukur, gelas kimia, alkohol meter, indikator universal, *oven*, *autoclave*, penangas air, kapas, tissue, labu erlenmeyer, *aluminium foil*, batang pengaduk, botol reagen, pipet tetes, pipet mikro, pembakar bunsen, jarum ose, *spektrofotometer*, *colony counter*, seperangkat alat titrasi, sendok, kertas saring, inkubator, cawan petri, *shaker inkubator*(inkubator goyang), Erlenmeyer, *Laminar Air Flow*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tongkol jagung, HCl (0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M), Alkohol Standar, Ammonium Sulfat (ZA) 0,9 gr (sebagai nutrisi), Urea 0,48 gram (sebagai nutrisi), Aquadest, *Saccharomyces cerevisiae*, PDA (*Potato Dextrose Agar*), PDB (*Potato Dextrose Broth*), NaOH, reagen *luff schoorl*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%, indikator amilum, KI 10%, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N.

#### 4.3 Prosedur Penelitian

##### 4.3.1 Tahap Pra Penelitian

Perlakuan fisik terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, pengeringan, penggilingan dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam tongkol seperti tanah dan kotoran lainnya. Pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari hingga tongkol jagung menjadi kering betul. Tujuan dari pengeringan yaitu untuk memudahkan dalam proses penggilingan serat tongkol jagung, karena pada keadaan lembab tongkol jagung sukar untuk

dihancurkan. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Semakin kecil ukuran tongkol jagung maka akan semakin mudah untuk digiling/dihancurkan. Alat yang digunakan adalah gilingan jagung, tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran  $\pm 40$  mesh.

#### **4.3.2 Tahap Penelitian**

##### **1. Pemiakan khamir dengan Media Cair**

Pada tahap pemiakan mikroba, langkah-langkah yang dilakukan yaitu mengambil 100 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia. Kemudian ditambahkan PDB (*Potato Dextrose Broth*) sebagai media pertumbuhan mikroba sebanyak 2,4 g. Dipanaskan sambil diaduk setelah mendidih diangkat. Dimasukkan kedalam labu erlenmeyer, ditutup dengan kapas dan *aluminium foil* agar tidak ada bakteri lain yang masuk kedalam PDB. Setelah itu disterilisasi didalam *autoclave* hingga suhu 121 °C. Kemudian diangkat dan disimpan didalam lemari *Laminar Air Flow* hingga PDB (*Potato Dextrose Broth*) dingin. Setelah itu khamir murni dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi PDB (*Potato Dextrose Broth*). Didiamkan di *shaker inkubator* selama 2 hari agar pertumbuhan bakteri merata (tidak mengendap).

##### **2. Pemiakkan Khamir dengan Media Agar**

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu memasukkan 30 mL aquades kedalam gelas kimia. Ditambahkan PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebanyak 1,08 g. Dipanaskan sambil diaduk setelah mendidih diangkat. Kemudian disiapkan 5 buah tabung reaksi. Kemudian memasukkan PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang telah mendidih ke dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 6 mL untuk setiap tabung. Setelah itu ditutup dengan kapas dan *aluminium foil*. Tabung dimiringkan. Setelah PDA (*Potato Dextrose Agar*) padat, gores dengan menggunakan jarum ose yang telah di celupkan kedalam PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang telah dibiakan *Saccharomyces cerevisiae* selama 2 hari. *Saccharomyces cerevisiae* diinkubasi selama 7 hari.

##### **1. Tahap Hidrolisis**

Langkah awal yang dilakukan menimbang tepung tongkol jagung sebanyak 100 g. Kemudian dimasukan kedalam erlenmeyer 1.000 mL. Ditambahkan 1.000 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 0,1 ; 0,3 M ; 0,5 M. Setelah itu

dihidrolisis pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan residu.

## **2. Uji Kadar Glukosa**

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu mengambil 3 mL filtrat tepung tongkol jagung yang telah dihidrolisis. Kemudian diencerkan dengan 50 mL Aquades. Diambil 10 mL larutan. Ditambahkan 25 mL reagen *luff schoorl*, dimasukan batu didih. Setelah itu dipanaskan selama 2 menit, kemudian diangkat dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 15 mL KI 30% dan 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%. Setelah itu dititrasi dengan larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi cokelat muda. Ditambahkan 1 mL indikator amilum. Kemudian dititrasi kembali hingga larutan menjadi jernih. Dilakukan perlakuan yang sama pada blanko.

## **3. Tahap Fermentasi**

Pada tahap ini, langkah-langkah yang dilakukan yaitu menambahkan 0,9 g Ammonium sulfat dan 0,48 g Urea sebagai nutrisi pada filtrat hasil hidrolisis yang memiliki kadar glukosa terbanyak dan mengatur pHnya 4-4,5. Kemudian menyiapkan 4 buah erlenmeyer. Pada masing-masing erlenmeyer masukkan 100 mL sampel. Setelah itu dimasukkan kedalam *autoclave* untuk disterilisi hingga suhu mencapai 121 °C. Kemudian diangkat dan didinginkan didalam lemari *Laminar Air Flow* selama 24 jam. Kemudian ditambahkan 2 ose *Saccharomyces cerevisiae* pada masing-masing tabung. Setelah itu sampel dimasukan kedalam inkubator selama variasi waktu yang telah ditentukan (3,5,7,dan 9 hari).

## **4. Tahap pengenceran sampel untuk perhitungan jumlah mikroba/koloni**

Pada tahap pengenceran sampel langkah yang dilakukan yaitu menyiapkan PDA, 8 buah tabung reaksi dan 8 buah cawan petri diberi label 10<sup>-1</sup> – 10<sup>-8</sup> pada masing-masing tabung dan cawan. Kemudian dimasukkan 9 mL aquades kedalam tabung reaksi. Kemudian aquades tabung dan 120 mL PDA disterilisasi didalam *autoclave*. Setelah itu diangkat dan didinginkan hingga suhu maksimal 40 °C. Diambil 1 mL sampel hasil fermentasi. Kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi pertama (10<sup>-1</sup>) yang berisi aquades dan divortex hingga larutan homogen. Setelah itu diambil 1 mL larutan pada tabung pertama dan dimasukkan pada tabung kedua (10<sup>-2</sup>) menggunakan pipet mikro kemudian divortex. Dilakukan

perlakuan yang sama untuk tabung 3-8. Kemudian pada masing-masing tabung di ambil 0,5 mL larutan dan dimasukkan kedalam masing-masing cawan yang telah diberi label. Ditambahkan 15 mL larutan PDA kemudian didiamkan hingga PDA memadat. Setelah itu dimasukkan kedalam inkubator selama  $\pm 48$  jam. Kemudian dihitung jumlah koloni/khamir yang tumbuh pada masing-masing cawan dengan menggunakan *colony counter*.

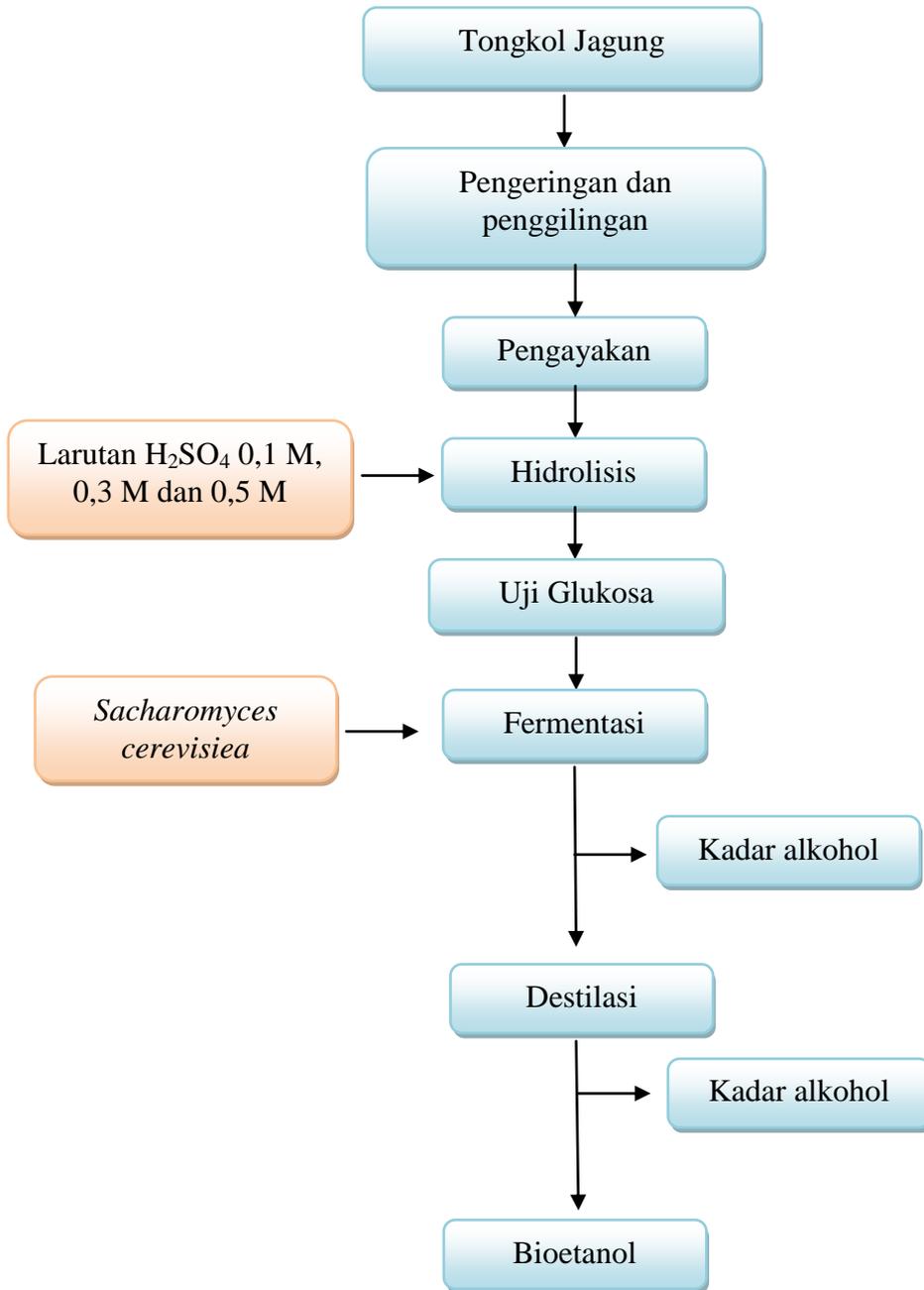
#### **5. Tahap Destilasi**

Pada tahap ini filtrat hasil fermentasi dengan variasi waktu tertentu dimasukkan kedalam labu leher tiga. Kemudian didestilasi pada suhu 78°C-80°C (suhu alkohol).

#### **6. Pengukuran Kadar Bioetanol menggunakan Alkoholmeter**

Untuk mengukur kadar bioetanol langkah awal yang dilakukan adalah mengukur kadar etanol standar. Kemudian mengukur bioetanol hasil destilasi dengan cara memasukkan destilat tersebut kedalam gelas ukur minimal 40 mL. Kemudian dimasukkan alkoholmeter kedalam gelas kimia. Didiamkan selama 5-10 menit. Dilihat skala yang terbaca pada alkoholmeter.

Prosedur kerja lengkap dapat digambarkan pada bagan alir penelitian gambar 1.



**Gambar 1. Bagan Alir Pembuatan Bioetanol**

## BAB 5

### HASIL YANG DICAPAI

#### 5.1 Tahap Pra Penelitian (Preparasi Sampel)

Tongkol jagung yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 98 buah. Tepung tongkol jagung yang dihasilkan setelah pengolahan sebanyak 889,19 gr. Hasil pengolahan tongkol jagung menjadi tepung tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Tahap Pengolahan Tongkol jagung menjadi Tepung Tongkol jagung

#### 5.2 Pengaruh Variasi Konsentrasi $H_2SO_4$ Pada Proses Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa

Pada proses hidrolisis digunakan asam klorida encer pada konsentrasi 0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M. Penggunaan asam klorida dengan konsentrasi yang berbeda bertujuan untuk mencari konsentrasi yang tepat untuk menghasilkan gula yang tinggi dari substrat tongkol jagung. Waktu yang digunakan pada hidrolisis selama 120 menit dan dipertahankan pada suhu 100 °C. Menurut Idrak dkk (2012) waktu hidrolisis yang baik adalah 120 menit, karena jika waktu hidrolisis terlalu lama maka glukosa akan terdegradasi dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam format, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun. Menurut Feneiet., at al dalam Anieto (2010), bahwa waktu hidrolisis selama 120 menit merupakan waktu yang optimum dalam menghasilkan glukosa terbanyak. Pada dasarnya prinsip hidrolisis adalah memutuskan rantai polimer bahan menjadi unit-unit monomer yang lebih sederhana dengan bantuan katalis. Pada penelitian ini proses pemutusan rantai (hidrolisis) tersebut dilakukan secara kimiawi yaitu dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$ . Fungsi HCl pada proses hidrolisis ini adalah sebagai katalis. Menurut Balat., at al (2008), pada proses hidrolisis HCl akan bereaksi

membentuk gugus  $H^+$  dan  $Cl^-$ . Gugus  $H^+$  memecah ikatan glikosidik pada selulosa maupun hemiselulosa, sehingga akan terbentuk monomer-monomer gula sederhana. Monomer yang dihasilkan masih dalam gugus radikal bebas, tapi dengan adanya  $OH^-$  dari air akan berikatan dengan gugus radikal membentuk gugus glukosa. Pada proses ini air berfungsi sebagai penstabil gugus radikal bebas. Semakin banyak air yang terkandung dalam larutan asam, maka semakin banyak juga yang menyetabilkan gugus radikal, sehingga glukosa-glukosa yang terbentuk akan semakin banyak. Begitu juga sebaliknya semakin tinggi konsentrasi asam, maka semakin sedikit kandungan air yang mengakibatkan glukosa yang terbentuk juga akan semakin sedikit. Keuntungan dari hidrolisis asam ini yaitu reaksi lebih cepat, bisa menghasilkan glukosa yang lebih banyak, serta biaya lebih murah dibandingkan dengan penggunaan enzim.

Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan metode *Luff Schoorl*. Tujuan pengukuran kadar glukosa yaitu untuk mengetahui persentase glukosa pada masing-masing sampel. Pengukuran kadar glukosa dengan metode *Luff Schoorl* ini dapat dihitung dengan rumus pada halaman 11. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran II (halaman 38) menunjukkan bahwa kadar glukosa paling banyak terdapat pada hidrolisis dengan menggunakan larutan 0,3 M sehingga hasil hidrolisis dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  0,3 M inilah yang paling bagus digunakan untuk proses fermentasi. Semakin banyak kadar glukosa yang terkandung dalam sampel maka semakin banyak pula bioetanol yang akan dihasilkan pada saat fermentasi.

### **5.3 Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae***

Proses fermentasi dilakukan dengan variasi waktu 3, 5, 7, dan 9 hari. Tujuan dari variasi waktu fermentasi ini yaitu untuk mengetahui banyaknya kadar bioetanol dan banyaknya jumlah mikroba yang tumbuh pada variasi hari tersebut. Bioetanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi diukur kadar alkoholnya dengan alkohol meter yang sudah dikalibrasi, dan hasilnya menunjukkan kadar alkohol sangat rendah karena masih mengandung komponen yang lebih banyak. Untuk mendapatkan kadar alkohol yang lebih tinggi maka alkohol hasil fermentasi dilakukan pemisahan komponen air dari campuran dengan proses

destilasi yang didasarkan pada perbedaan titik didih air dan titik didih alkohol, sehingga yang akan menguap terlebih dahulu adalah bioetanol. Dengan menjaga suhu 78°C pada saat destilasi maka hanya komponen bioetanol saja yang akan menguap. Alkohol yang diperoleh diukur dengan menggunakan alkoholmeter.

Kadar bioetanol yang terukur dengan menggunakan alkoholmeter, hasil perhitungan kadar bioetanol dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar Bioetanol (alkohol)

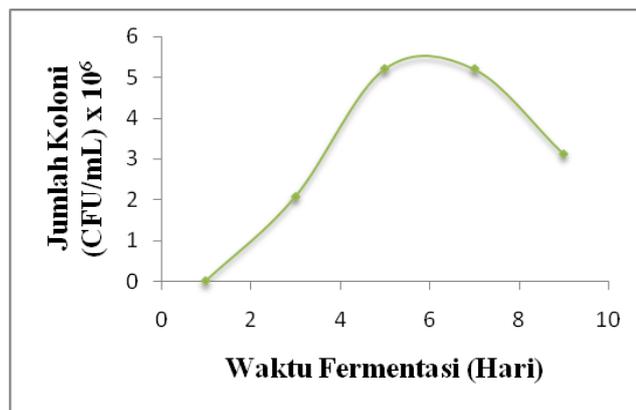
Waktu fermentasi (Hari)	Kadar bioetanol (%)	
	Fermentasi	Destilasi
3	2,08	12,48
5	5,21	31,26
7	5,21	31,26
9	3,13	18,78

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada fermentasi hari ke 5 dan ke 7 kadar bioetanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi hari ke 3 dan ke 9. Lama waktu fermentasi pada proses produksi bioetanol sangat mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi bioetanol yang dihasilkan. Namun, yang demikian itu juga tergantung dari banyaknya glukosa dalam sampel yang akan dikonversi oleh mikroba. Pada fermentasi hari ke 9 kadar bioetanol yang dihasilkan mengalami penurunan hal ini disebabkan karena nutrisi yang tersedia pada medium untuk pertumbuhan bakteri sudah mulai berkurang, akibatnya bakteri mulai mengalami fase stasioner dan akhirnya masuk pada fase dead. Pada fase ini jumlah bakteri sudah berkurang bahkan mengalami kematian sehingga proses fermentasi alkohol terhenti yang berakibat pada penurunan kadar bioetanol.

Waktu fermentasi juga dapat mempengaruhi jumlah mikroba yang tumbuh. Banyaknya mikroba yang tumbuh dapat dihitung dengan menggunakan alat *colony counter*. Setelah itu banyaknya mikroba yang terbaca oleh *colony counter* dihitung lagi dengan menggunakan ketentuan untuk perhitungan mikroba.

Pada saat fermentasi hari ke 3 mikroba yang tumbuh hanya sedikit ( $1,9 \times 10^6$  CFU/mL) dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam fase lag. Fase lag merupakan fase dimana mikroba masih beradaptasi untuk tumbuh dan

menyesuaikan diri. Pada fermentasi 5 hari ( $2,8 \times 10^6$  CFU/mL) dan 7 hari ( $3,0 \times 10^6$  CFU/mL) jumlah mikroba sudah semakin banyak. Menurut Idral (2012) glukosa di dalam media masih banyak sehingga proses pembelahan dan aktivitas fermentasi sel *Saccharomyces cerevisiae* berjalan dengan baik dan bioetanol yang dihasilkan juga banyak. Pada saat fermentasi 9 hari ( $1,2 \times 10^6$  CFU/mL) mikroba sudah mulai berkurang karena banyak yang mati, hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi pada medium sudah mulai berkurang sehingga mikroba mengubah bioetanol menjadi asam asetat yang mengakibatkan penurunan kadar bioetanol. Glukosa dan ketersediaan nutrisi didalam media sudah hampir habis sehingga proses pembelahan dan aktivitas fermentasi sel *Saccharomyces cerevisiae* terhambat yang akibatnya bioetanol yang dihasilkan sedikit (Idral dkk, 2012). Banyaknya mikroba pada saat fermentasi dapat dilihat pada grafik 1.



**Grafik 1.** Pengaruh waktu fermentasi terhadap jumlah koloni

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar glukosa terbanyak terdapat pada sampel yang dihidrolisis menggunakan HCl 0,3 M yaitu 0,161%.
2. Kadar bioetanol terbanyak dihasilkan pada fermentasi hari ke 5 dan fermentasi hari ke 7.
3. Kadar bioetanol yang dihasilkan pada hasil akhir fermentasi hari ke 3 (12,48%), fermentasi hari ke 5 (31,26%), fermentasi hari ke 7 (31,26%), dan fermentasi hari ke 9 (18,78%).

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, agar kadar bioetanol yang dihasilkan lebih banyak disarankan pada saat melakukan fermentasi suhu pada inkubator lebih rendah dan bisa dicoba juga dengan menggunakan alat destilasi bertingkat pada saat proses destilasi. Perlu dilakukan optimasi kondisi perlakuan dari proses hidrolisis hingga waktu fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anieto, Ugochukwu. 2010. Biofuels. (online) <http://focusnigeria.com/biofuel-nigeria.htm> diakses 19 februari 2013
- Anonim. 2007. MODUL KULIAH SPEKTROSKOPI. (online) <http://wanibesak.files.wordpress.com/2011/07/modul-kuliah-fakultas-farmasi-universitas-sanata-dharma-yogyakarta-spektroskopi-uv-vis-spekro-fluorometri-nmr-ms-dan-elusidasi-struktur.pdf> diakses 16 juni 2013 pukul 20:20
- Aprilia, Bandiah Sri. 2012. Spektrofotometer IR. (online) [http://bandiyahsriaprillia-fst09.web.unair.ac.id/artikel\\_detail-48339-Umum-SPEKTROFOTOMETER % 20 IR .html](http://bandiyahsriaprillia-fst09.web.unair.ac.id/artikel_detail-48339-Umum-SPEKTROFOTOMETER%20IR.html) diakses 18 juli 2013
- Arianie, Idiawati. 2011. *Penentuan Lignin dan Kadar Glukosa dalm Hidrolisis Organosolv dan dan Hidrolisis Asam*. Sains Terapan Kimia Vol.5 (No.2). Hal: 6
- Aryaningrum. 2011. Kandungan kimia jagung dan manfaatnya bagi kesehatan. (online) <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/artikel-ppm-jagung2.doc> diakses 27 juni 2013 pukul 11:46
- Balat M, Balat H, Oz C. 2008. *Progress in bioethanol processing*. Progress Energy Combustion Science 34
- BPIJ. 2010. Teknik Pengembangan Budidaya Jagung Gorontalo (Binthe). (online) [http://cybex.deptan.go.id/lokalita/binthe-biluhuta-jagung - gorontalo](http://cybex.deptan.go.id/lokalita/binthe-biluhuta-jagung-gorontalo) diakses 18 februari 2013
- Dewati, Retno. 2008. Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol. Skripsi. UPN "Veteran" Jatim: Surabaya
- Febriyanto, Endi. 2011. Spektroskopi IR dalam penentuan struktur molekul organik (online) <http://endiferrysblog.blogspot.com/2011/11/spektroskopi-ir-dalam-penentuan.html> diakses 28 juni 2013 pukul 8:14
- Fessenden dan Fessenden. (1997). *Kimia Organik edisi ketiga*. PT Erlangga : Jakarta.
- Ginting, Inggrit. 2012. Spektroskopi IR. (online) <http://ingreat.blogspot.com/2012/06/spektroskopi-ir.html> diakses 17 juli 2013 pukul 4:43
- Hespell, B., 1998, Extraction and Characterization of Hemicellulose from Corn Fiber Produced by Corn Wet-Milling Processes, *J. Agric. and Food Chem*, 46 : 2615-2619
- Idral, Salim, Mardiyah. (2012). *Pembuatan bioetanol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Kimia Unand, Volume 1 (No. 1).
- Ikmawati. 2011. Variasi Penambahan Ragi Pada Pembuatan Bioetanol dari Kulit Umbi Kayu (Monihot esculenta) secara fermentasi. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo: Gorontalo
- Iriany et al. (2011). "Asal, Sejarah, Evolusi, dan Taksonomi Tanaman Jagung". (online) <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp10231.pdf>

- Isroi. 2008. Mengukur Kadar Bioetanol. (online) [http:// isroi.com/2008/12/19/mengukur-kadar-bioetanol/](http://isroi.com/2008/12/19/mengukur-kadar-bioetanol/) diakses 15 juli 2013
- Kwartiningsih, Mulyati. 2005. Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar. *EKUILIBRIUM* Vol.4 (No.1) Hal: 2
- Meryandini dkk. (2009). *Isolasi Bakteri Selulolitik Dan Karakterisasi Enzimnya*. MAKARA, SAINS, VOL. 13, (NO. 1)
- Nugraheni, Purnaningsih, Novianitasari, wulandari. 2012. Materi Bakterologi Perhitungan Jumlah Mikroba. (online) <http://desidicik.blogspot.com/2013/04/makalah-bakteriologi-perhitungan-jumlah.html> diakses 22 juni 2013 Pukul 16:28
- Raudah, Ernawati. 2012. *Pemanfaatan kulit kopi arabika dari proses pulping untuk pembuatan bioetanol*. Jurnal reaksi (Jurnal of science and Technology) Vol 1 (No.21)
- Richana, Suwarni. (2007). *Teknologi Pengolahan Jagung*. (Online) <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp10249.pdf> diakses 22 februari 2013 pukul 17:00
- Sari, Ketut. (2009). *Produksi Bioetanol dari Rumput Gajah Secara Kimia*. Jurnal Teknik Kimia Vol.4 (No.1).
- Soebagio. (2003). *Kimia Analitik II*. JICA : Malang.
- Soeprijanto. (2010). Biokonversi lignoselulosa dari residu limbah pertanian menjadi biofuel melalui hidrolisis enzim dan fermentasi. Pidato Pengukuhan untuk Jabatan Guru Besar. Kementerian Pendidikan Nasioanal Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Soeprijanto. (2008). *Biokonversi Selulose dari Limbah Tongkol Jagung Menjadi Glukosa Menggunakan Jamur Aspergillus Niger*. Jurnal Purifikasi Vol. 9 (No . 2).
- Supratman, Unang. 2008. Elusidasi Struktur Senyawa Organik. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. Jatinangor
- Sudarmaji, Haryono, Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty Yogyakarta Bekerja Sama dengan Pusat Antar universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Thayib, Amar. 1989. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Pengolahan*. Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Teknologi Indonesi: Serpong
- Thenawijaya, Maggy. (1982). *Lehninger Dasar-dasar Biokimia Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- Thenawijaya, Maggy. (1982). *Lehninger Dasar-dasar Biokimia Jilid 2*. Erlangga: Jakarta.
- Underwood. 1996. *Analisa Kimia Kuantatif*. Jakarta: Erlangga

## LAMPIRAN 1

### CURICULUM VITAE

#### I. Biodata Peneliti

##### 1. Ketua Peneliti

###### 1. Identitas Diri Anggota

1	Nama Lengkap	Hendri Iyabu, S.Pd, M.Si
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	198001092005011002
5	NIDN	0009018002
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 9 Januari 1980
7	Alamat Rumah	Jl. Jend. Sudirman No. 22 Kota Gorontalo
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	081340245929
10	Alamat Kantor	Jl. Jend. Sudirman No 6 Kota Gorontalo
11	Nomor Telepon/Faks	(0435) 823939
12	Alamat e-mail	iyabuhendri@yahoo.com

###### 2. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Neg. Gorontalo	Universitas Brawijaya
Bidang Ilmu	Pendidikan Kimia	Kimia Analitik
Tahun Masuk-Lulus	1998 -2003	2008 - 2011

###### 3. Pelatihan dan Karya Ilmiah

- Kimia Dalam Kehidupan Sehari-hari, disampaikan pada siswa SMP Negeri 1 Gorontalo tahun 2007
- Layanan Kegiatan Praktikum Kimia Dengan Menggunakan Bahan-bahan Sederhana Bagi Siswa SMA Neg. I Bongomeme, tahun 2007
- Analisis kadar Merkuri (Hg) pada sungai Taluduyunu Kec. Marisa Kab. Pohuwato, tahun 2008.

Gorontalo, September 2014

Hendri Iyabu, S.Pd, M.Si

## 2. Anggota

### 1. Identitas Diri

- Nama : Rakhmawaty Ahmad Asui, S.Pd., M.Si.
- NIP : 198202272008122002
- Asal PT : Universitas Negeri Gorontalo
- TTL : Gorontalo, 27 Februari 1982
- Nomor HP : +6281340050003
- Email : [ra\\_cen@yahoo.com](mailto:ra_cen@yahoo.com)
- Alamat : Jl Potanga Pasar Sore No.8 Kecamatan Tilango Kabupaten Gorontalo, 96181

### 2 Riwayat Pendidikan

- Sarjana (S1) Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo Negeri Gorontalo, tamat Agustus 2005
- Pascasarjana (S2) Kimia Anorganik ITB , tamat April 2011.

### 3.Hasil Penelitian dan Publikasi yang Mendukung

- a) *Utillitas Biofuel di Indonesia dalam Upaya Reduksi CO<sub>2</sub> Global pada Optimalisasi APBN*, Seminar Nasional, HMK Amisca Institut Teknologi Bandung.
- b) *Grant Ceremony and Seminar On Research Findings Assisted By The Asahi Glass Foundation 2010*, Institute for Research and Community Service, Institut Teknologi Bandung Institut Teknologi Bandung, August 5<sup>th</sup> 2010.
- c) Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Sains, Seminar Nasional, Universitas Negeri Gorontalo.
- d) *The 3<sup>rd</sup> Nanoscience and Nanotechnology Symposium 2010*, International Symposium organized by Bandung Institut of Technology and Material Research Society of Indonesia held at Bandung Institute of Technology, Indonesia, 2010.
- e) **R. A. Asui.**, I. N. Marsih, dan Ismunandar, **2011**, *Sintesis Katalis berbasis Logam Cu Secara Hidrotermal dan Uji Aktivitas Katalitiknya pada Reaksi Reformasi Kukus Metanol*, . Institut Teknologi Bandung.
- f) **R. A. Asui**, 2<sup>nd</sup> ITB Catalysis Symposium 2012, International Symposium organized by Faculty of Mathematics and Natural Science Faculty of Industrial Technology at Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- g) R. A. Asui, In The Third International Conference On Natural Resources Exploraation For Sustainable Development, Universitas Negeri Gorontalo, 2012.
- h) R. A. Asui dan A.L. Kilo, 2011. Sintesis dan Uji Aktivitas Katalis Cu/CeO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Pada Reaksi Kukus Metanol, Hibah desentralisasi : Hibah Bersaing. Gorontalo.

### 4.Pengalaman Workshop

- a. *Grant Ceremony and Seminar On Research Findings Assisted By The Asahi Glass Foundation, Institute for Research and Community Service, Institut Teknologi Bandung, August 5<sup>th</sup> 2010.*

- b. Pelatihan Pemanfaatan Hasil Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat dan Kreativitas Mahasiswa Berpotensi Paten, DP2M DIKTI, Bandung, 31 Maret - 2 April 2011.
- c. Riset Grup Kimia Anorganik dan Fisik Institut Teknologi Bandung tentang Konduktivitas Ion Oksida BIMEVOX sebagai Elektrolit Sel Bahan Bakar Padatan, 2008 dan 2009.
- d. Strategies For Success in Grant Writing and Paper Authorship, Paper Authorship and Proposal Writing Workshop, Balikpapan. 2012.

Gorontalo, September 2014

Rakhmawaty Ahmad Asui, S.Pd., M.Si.

## 2. Anggota

Nama Lengkap : Prof. DR. Ishak Isa, M.Si  
NIP : 19610526 198703 1 005  
Tempat Tanggal Lahir : Limboto, 26 Mei 1961  
Instansi/Lembaga : Universitas Negeri Gorontalo  
Pangkat/Golongan/Jabatan : Pembina Utama Madya/IVd/Guru Besar  
Alamat Kantor : Jl.Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo  
Telepon Kantor/Fax : 0435-827213  
Alamat Rumah : Jl.Jend. Sudirman No.39 Kayubulan Limboto  
Telepon Rumah : 0435-880074  
Hand Phone (HP) : +6281356139399

## 2. Pendidikan :

1. S1 : Pendidikan Kimia IKIP Manado Lulus tahun 1986
2. S2 : Kimia Analisis UGM Lulus tahun 1996
3. S3 : Analisis Lingkungan MIPA Unair Lulus tahun 2004

## 3. Pengalaman kerja:

1. Kursus Penilai Analisis Mengenai Dampak Lingkungan angkatan XV Tahun 2005.
2. Tim Penyusun UKL dan UPL pada PETI Desa Buladu Kecamatan Sumalata tahun 2004.
3. Tenaga ahli pengelolaan limbah pada Badan Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi Gorontalo Tahun 2005

## 4. Publikasi Ilmiah:

1. Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Kali Surabaya. Disampaikan pada Seminar Nasional Kimia Lingkungan FMIPA Unair tahun 2005.
2. Bioremediation Logam Berat Pb Dari Sedimen Tercemar Dengan Menggunakan Bakteri *Bacillus. Sp.* Disampaikan pada Seminar Nasional Kimia, Untad Palu tahun 2005.
3. Peran Bioteknologi Dalam Penyediaan Protein, Jurnal Sainstek Vol.1 No.1 Tahun 2006

4. Penetapan Timbal, Kadmium dan Tembaga Secara Voltametri Pelarutan Kembali, Jurnal Sainstek Vol.1. No.2 Tahun 2006
5. Penetapan Tembaga Pada Muara Sungai Bone Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Jurnal Sainstek Vol.1. No.3 Tahun 2006
6. Analisis Pestisida Golongan Organo Posfat pada Beberapa Jenis Buah Dengan Metode Kromatografi Gas, Jurnal Sainstek Vol.2. No.1 Tahun 2007
7. Kajian Pencemaran Merkuri di Sungai Taluduyunu Kecamatan Marisa Kab. Puhwato, Penelitian Lemlit, tahun 2006
8. Bioleaching Logam Berat Pb Dari Sedimen Tercemar Dengan Menggunakan Bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*, *Pseudomonas fluorescens*, *E. Coli* dan *Bacillus. Sp*, Disertasi Unair, 2004
9. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Baku Pembuatan Arang Aktif, Lomba Inovasi tahun 2007.
10. Pembuatan briket arang dari tempurung kelapa, disampaikan pada masyarakat Batu Layar Kecamatan Bongomeme tahun 2007.

Gorontalo, September 2014

Prof. DR. Ishak Isa, M.Si  
NIP. 196105261987031005

## Lampiran 2. Foto Dokumentasi Kegiatan Penelitian

### 1. Preparasi Sampel



### 2. Proses hidrolisis



### Pemisahan Residu dan Filtrat Tepung Tongkol Jagung



### Filtrat hasil hidrolisis



Residu Tepung  
Tongkol Jagung

### 3. Uji Kadar Glukosa



Sampel dan Reagen



Sampel+Reagen+KI



Sampel+Reagen+KI  
Setelah dipanaskan



Sampel+reagen+KI+  
 $H_2SO_4$



Hasil Titrasi



Pembuatan Larutan Kanji





**4. Pembiakan *Saccharomyces Cerevisie* dengan media agar miring**



**5. Pengenceran untuk perhitungan jumlah koloni**



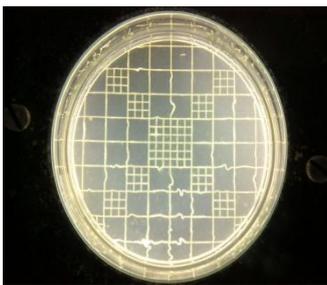


### 1. Proses fermentasi

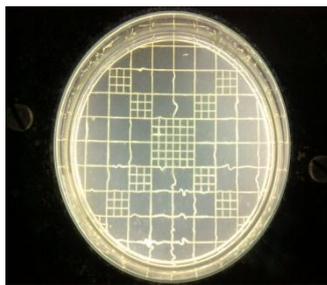


### 6. Mengitung Jumlah Koloni Mikroba

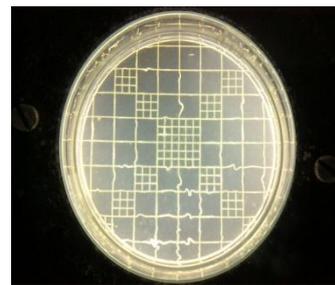
✓ Fermentasi Hari ke 1



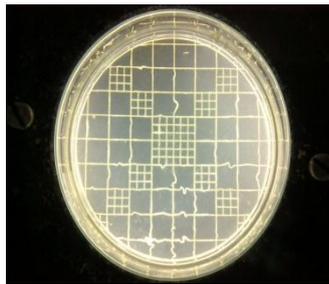
Pengenceran  $10^{-1}$



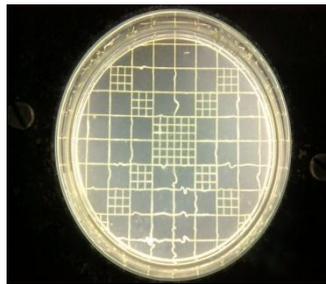
Pengenceran  $10^{-2}$



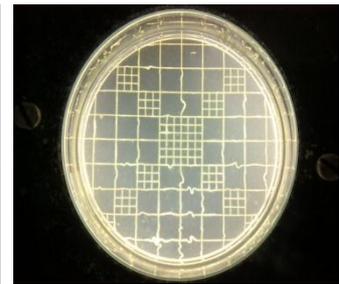
Pengenceran  $10^{-3}$



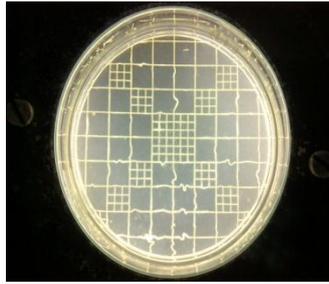
Pengenceran  $10^{-4}$



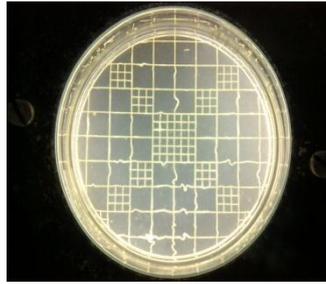
Pengenceran  $10^{-5}$



Pengenceran  $10^{-6}$

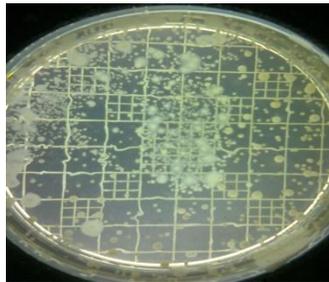


Pengenceran  $10^{-7}$

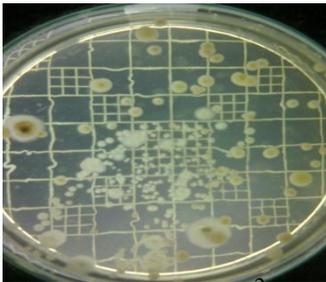


Pengenceran  $10^{-8}$

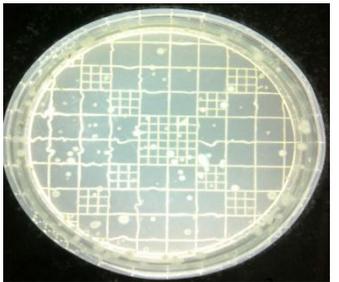
✓ Fermentasi Hari ke 3



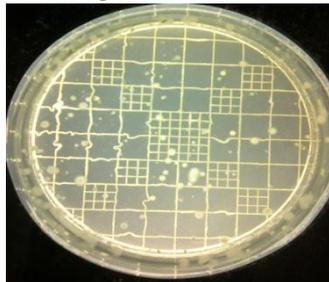
Pengenceran  $10^{-1}$



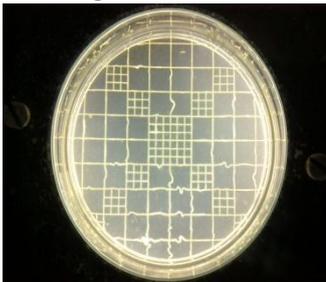
Pengenceran  $10^{-2}$



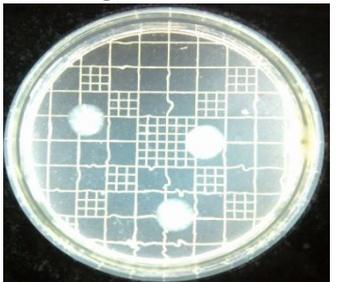
Pengenceran  $10^{-3}$



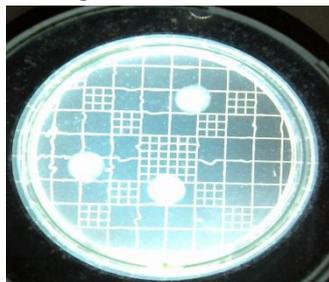
Pengenceran  $10^{-4}$



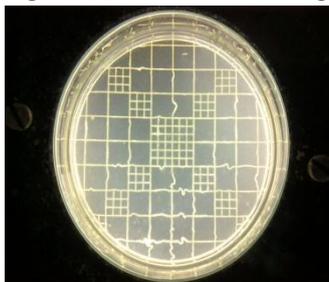
Pengenceran  $10^{-5}$



Pengenceran  $10^{-6}$

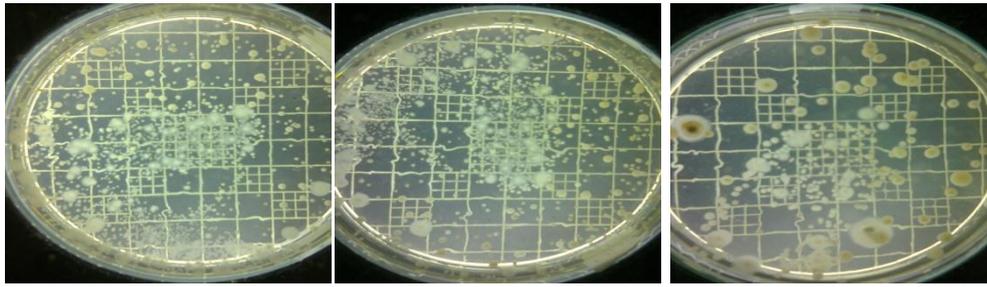


Pengenceran  $10^{-7}$



Pengenceran  $10^{-8}$

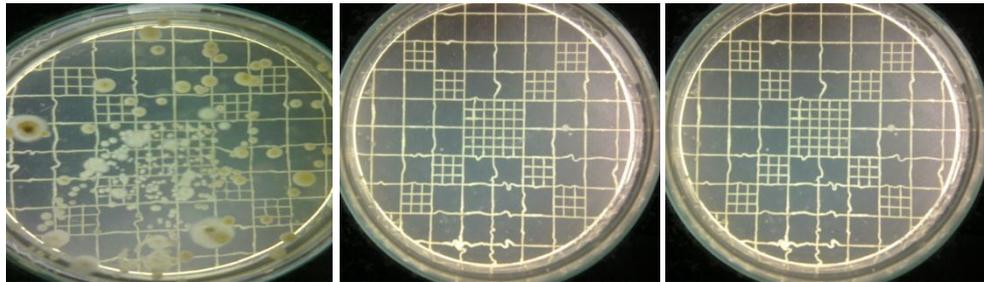
✓ Fermentasi Hari ke 5



Pengenceran  $10^{-1}$

Pengenceran  $10^{-2}$

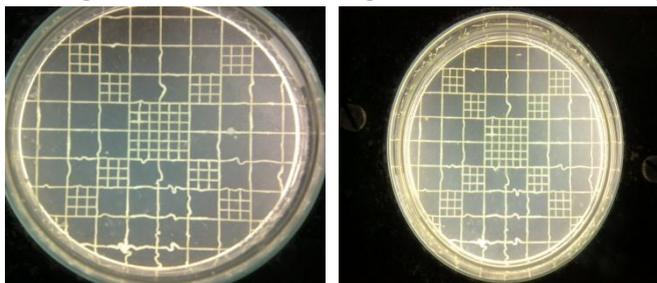
Pengenceran  $10^{-3}$



Pengenceran  $10^{-4}$

Pengenceran  $10^{-5}$

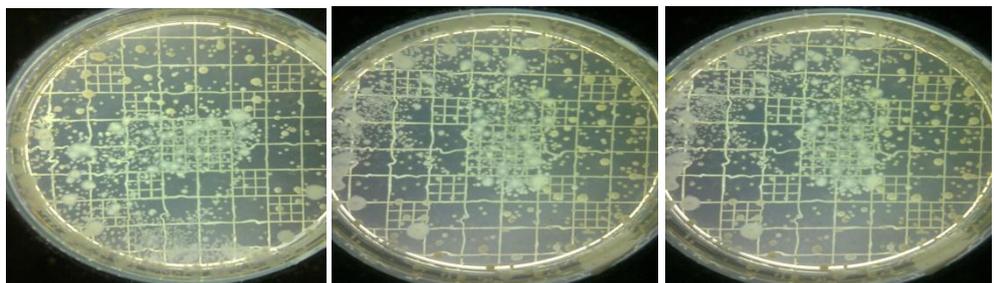
Pengenceran  $10^{-6}$



Pengenceran  $10^{-7}$

Pengenceran  $10^{-8}$

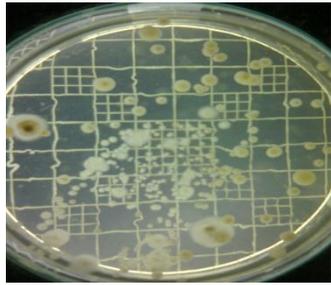
✓ Fermentasi Hari ke 7



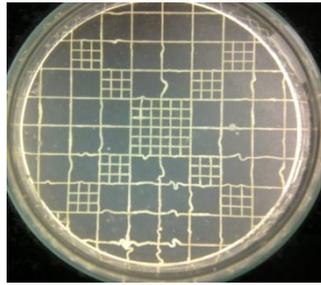
Pengenceran  $10^{-1}$

Pengenceran  $10^{-2}$

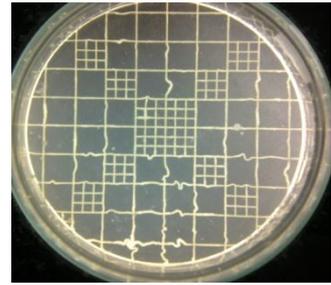
Pengenceran  $10^{-3}$



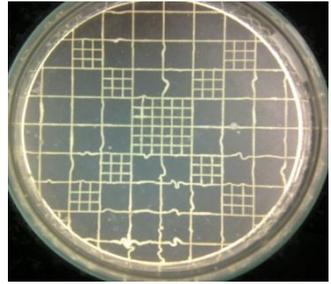
Pengenceran  $10^{-4}$



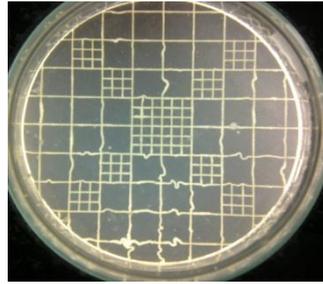
Pengenceran  $10^{-5}$



Pengenceran  $10^{-6}$

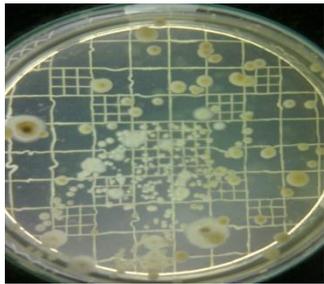


Pengenceran  $10^{-7}$

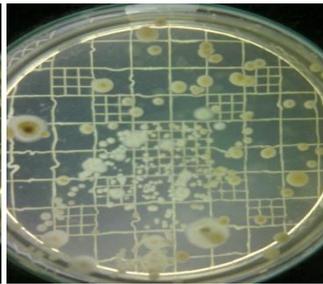


Pengenceran  $10^{-8}$

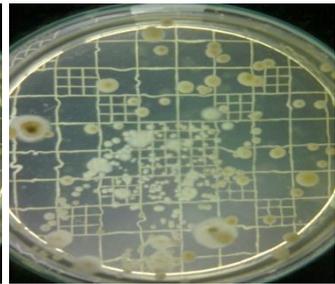
✓ Fermentasi Hari ke 9



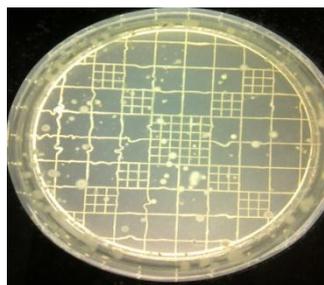
Pengenceran  $10^{-1}$



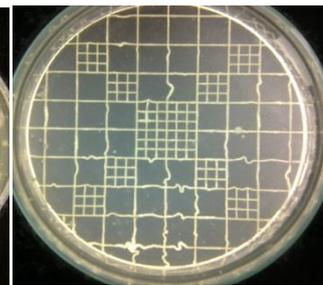
Pengenceran  $10^{-2}$



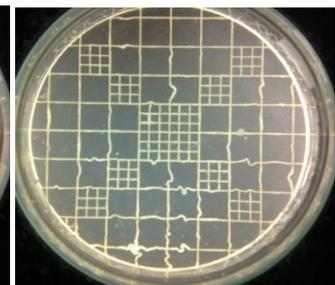
Pengenceran  $10^{-3}$



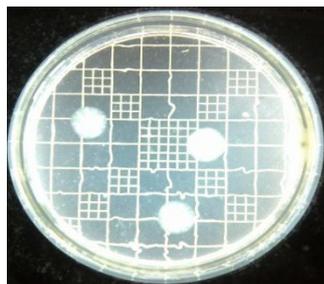
Pengenceran  $10^{-4}$



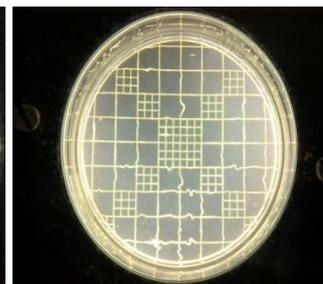
Pengenceran  $10^{-5}$



Pengenceran  $10^{-6}$



Pengenceran  $10^{-7}$



Pengenceran  $10^{-8}$

## 7. Proses destilasi



**Rekapitulasi Penggunaan Dana Penelitian**

Judul : Biokonversi Limbah Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol  
 Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terharukan

Skema Hibah : Penelitian Hibah Bersaing

Peneliti / Pelaksana : HENDRI YABU S.Pd, M.Si

Nama Ketua : Universitas Negeri Gorontalo

Perguruan Tinggi : 0009018002

NIDN : RAKHMAWATY AHMAD ASUI S.Pd., M.Si

Nama Anggota (1) : Prof. Dr. ISHAK ISA M.Si

Nama Anggota (2) : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Tahun Pelaksanaan : Rp 47.500.000,00

Dana Tahun Berjalan :

Dana Mulai Diterima Tanggal :

**Rincian Penggunaan**

<b>1. HONOR OUTPUT KEGIATAN</b>				
Item Honor	Volume	Satuan	Honor/Item (Rp)	Total (Rp)
1. Honor Laboran	60.00	Jam	20.000	1.200.000
2. Honor Anggota 1	96.00	Jam	40.000	3.840.000
3. Honor Anggota 2	96.00	Jam	40.000	3.840.000
4. Honor Ketua Peneliti	120.00	Jam	50.000	6.000.000
Sub Total (Rp)				14.880.000,00
<b>2. BELANJA BAHAN</b>				
Item Bahan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1. HCl	1.00	L	4.000.000	4.000.000
2. NaOH	1.00	Kg	3.000.000	3.000.000
3. n Heksan	1.00	L	4.000.000	4.000.000
4. Ayakan 40 mesh	2.00	bh	500.000	1.000.000
5. Kultur bakteri	1.00	Tabung	450.000	450.000
6. Pembelian dan penggilingan Tongkol jagung	1.00	paket	1.000.000	1.000.000
7. Toner HP 1020	1.00	bh	750.000	750.000
8. Kertas HVS	3.00	Rim	65.000	195.000
9. Kater	2.00	bh	12.500	25.000
10. Lak ban	2.00	rol	15.000	30.000

11. Penyusunan dan penggandaan laporan	1.00	paket	600.000	600.000
12. Konsumsi seminar hasil	1.00	paket	<del>500.000</del>	500.000
Sub Total (Rp)				15.550.000,00
<b>3. BELANJA BARANG NON OPERASIONAL LAINNYA</b>				
Item Barang	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1. Pendaftaran seminar nasional kimia	1.00	kali	500.000	500.000
2. Publikasi Jurnal	1.00	paket	1.000.000	1.000.000
3. Administrasi lab. Biologi	1.00	paket	1.000.000	1.000.000
4. Administrasi Lab. Kimia	1.00	paket	2.000.000	2.000.000
5. Analisis kualitas bioetanol dan pengolah lada	1.00	paket	2.000.000	2.000.000
Sub Total (Rp)				6.500.000,00
<b>4. BELANJA PERJALANAN LAINNYA</b>				
Item Perjalanan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1. Sewa mobil	2.00	kali	750.000	1.500.000
2. Transport Gto-Jogya pp dan akomodasi	1.00	paket	9.070.000	9.070.000
Sub Total (Rp)				10.570.000,00
Total Pengeluaran Dalam Satu Tahun (Rp)				47.500.000,00

Mengetahui,  
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Eriyane Lihawa, M.Si)  
NIP/NIK-196012001993032001  
LEMBAGA PENELITIAN  
KETUA

Gorontalo, 4 - 10 - 2014

Ketua



(HENDRI IYABU S.Pd, M.Si)  
NIP/NIK 19800101200501102