

LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL



PEMBUATAN BIOETANOL DARI TANAH GAMBUT  
DENGAN HIDROLISIS ASAM KUAT

TIM PENELITI

Ketua :

Dr. Kiagus Ahmad Roni, ST., MT. (NIDN. 0227077004)

Anggota :

Merisha Hastarina, ST., M.Eng. (NIDN. 0230058401)

Ir. H.M.Arief Karim, M.Sc (NIDN. 0213016201)

Di biyai Oleh:

Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan  
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi  
Sesuai dengan surat perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian  
Nomor: 2271/SP2H/PPM/K2/KM/2018, Tanggal 12 April 2018

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
NOVEMBER 2018

**HALAMAN PENGESAHAN**

Judul : PEMBUATAN BIOETANOL DARI TANAH GAMBUT  
DENGAN HIDROLISIS ASAM KUAT

**Peneliti/Pelaksana**  
Nama Lengkap : Dr KIAGUS AHMAD RONI, S.T, M.T  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang  
NIDN : 0227077004  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknik Kimia  
Nomor HP : 082372548888  
Alamat surel (e-mail) : kiagusaroni@gmail.com

**Anggota (1)**  
Nama Lengkap : MERISHA HASTARINA  
NIDN : 0230058401  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

**Anggota (2)**  
Nama Lengkap : Ir MUHAMMAD ARIEF KARIM M.Sc.  
NIDN : 0203016201  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

**Institusi Mitra (jika ada)**  
Nama Institusi Mitra :  
Alamat :  
Penanggung Jawab :  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 64,000,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 116,500,000

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



(Dr KIAGUS AHMAD RONI, MT)  
NIP/NIK 0227077004

Kota Palembang, 14 - 11 - 2018  
Ketua,

(Dr KIAGUS AHMAD RONI, S.T, M.T)  
NIP/NIK 0227077004

Menyetujui,  
a.n Ketua LPPMUM Palembang, Sekretaris,



(Erliza Yuniarti, ST., M.Eng)  
NIP/NIK 0230066901

## RINGKASAN

Pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia menjadi salah satu program strategis pemerintah Indonesia untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub> dan mengurangi ketergantungan bahan bakar minyak. Salah satu sumber energi alternatif yang prospektif untuk dikembangkan adalah bioetanol yang merupakan satu-satunya pengganti bensin yang dikenal saat ini. Tanah gambut merupakan salah satu sumber bioetanol yang sangat potensial karena persediaannya yang melimpah di Indonesia.

Penelitian ini akan meninjau daur hidup (lifecycle) dari bioetanol berbasis Tanah gambut dengan output berupa reduksi emisi CO<sub>2</sub> dan net energi. Dari penelitian ini diharapkan mendapatkan pemanfaatan produk samping dari proses produksi bioetanol akan meningkatkan performa lingkungan dan energi bioetanol hingga 30-70%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pengembangan bioetanol dari bahan baku ini di Indonesia menghasilkan hasil yang baik jika di bandingkan dengan hasil yang serupa di Negara lain.

Kata Kunci : lifecycle, tanah gambut, bioetanol, net energi, reduksi emisi CO<sub>2</sub>

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, dimana penulis dapat melaksanakan penelitian ini. Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mensupport dana penelitian ini dan Kopertis Wilayah II yang sangat membantu dalam rangka menunjang peningkatan kualitas SDM serta LPPM Universitas Muhamadiyah Palembang yang telah memfasilitasi dan membantu kelancaran kegiatan ini.

Penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan akhir penelitian ini, kami sangat mengharapkan masukan dari *reviewer* demi perbaikan untuk penelitian yang akan datang.

Palembang, 15 November 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	16
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	17
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI .....	190
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	29

## DAFTAR TABEL

	Halaman
TABEL 1.1 RENCANA CAPAIAN TAHUNAN .....	2
TABEL 2.1 KOMPOSISI KANDUNGAN TANAH GAMBUT .....	4
TABEL 4.1 INDIKATOR CAPAIAN/KEBERHASILAN PENELITIAN .....	18
TABEL 5.1 PERSEN <i>YIELD</i> BIOETANOL YANG DIHASILKAN DARI FERMENTASI DENGAN RAGI ROTI VARIASI TEMPERATUR HIDROLISIS DAN BERAT RAGI .....	19
TABEL 5.2 PERSEN <i>YIELD</i> BIOETANOL YANG DIHASILKAN DARI FERMENTASI DENGAN RAGI TAPE VARIASI TEMPERATUR HIDROLISIS DAN BERAT RAGI .....	21

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
GAMBAR 2.1	TANAH GAMBUT ..... 3
GAMBAR 2.2	DIAGRAM ALIR PEMBUATAN BIOETANOL ..... 14
GAMBAR 4.1	TAHAPAN PENELITIAN MULTI TAHUN (2017/2018) ..... 16
GAMBAR 4.2	SEBAB AKIBAT PENELITIAN 1 ..... 17
GAMBAR 4.3	SEBAB AKIBAT PENELITIAN 2 ..... 17
GAMBAR 5.1	PENGARUH TEMPERATUR HIDROLISIS DAN BERAT RAGI ROTI TERHADAP <i>YIELD</i> BIOETANOL ..... 22
GAMBAR 5.2	PENGARUH TEMPERATUR HIDROLISIS DAN BERAT RAGI TAPE TERHADAP <i>YIELD</i> BIOETANOL ..... 23
GAMBAR 5.3	PERBANDINGAN JENIS RAGI (ROTI DAN TAPE) TERHADAP <i>YIELD</i> BIOETHANOL ..... 24
GAMBAR 5.4	PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> TERHADAP <i>YIELD</i> YANG DIHASILKAN (DELIGNIFIKASI NAOH 0%) ..... 25
GAMBAR 5.5	PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> TERHADAP <i>YIELD</i> YANG DIHASILKAN (DELIGNIFIKASI NAOH 5%) ..... 25
GAMBAR 5.6	PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> TERHADAP <i>YIELD</i> YANG DIHASILKAN (DELIGNIFIKASI NAOH 10%) ..... 26
GAMBAR 5.7	PENGARUH WAKTU DAN KONSENTRASI H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> TERHADAP <i>YIELD</i> YANG DIHASILKAN (DELIGNIFIKASI NAOH 15%) ..... 26





## BAB 1. PENDAHULUAN

### Latar belakang dan permasalahan

Gambut adalah tanaman yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan setengah busuk. Oleh sebab itu, kandungan bahan organiknya sangat tinggi. Sebagai bahan organik, gambut dapat digunakan sebagai bahan energi. Volume gambut diseluruh dunia diperkirakan sejumlah 4 triliun m<sup>3</sup>, yang menutupi wilayah sebesar kurang lebih 3 juta km<sup>2</sup> atau sekitar 2 % luas daratan dunia, dan mengandung energi kira-kira 8 miliar terajoule. Luas lahan gambut di daerah pulau Sumatra sekitar 7,3-9,7 juta hectare atau kira-kira seperempat luas lahan gambut di seluruh daerah tropika. (Wikipedia).

Fungsi ekologi gambut adalah sebagai gudang karbon, penyimpanan air, pengaturan iklim dan sumber keanekaragaman hayati (Page et al., 1997). Pengalihan fungsi lahan gambut menjadi lahan pertanian dan lahan perkebunan akan mengakibatkan terjadinya perubahan fungsi ekologinya sehingga mengakibatkan dampak lingkungan terutama meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> yang dilepas oleh lahan gambut. Ini diyakini sebagai salah satu faktor penyebab terjadinya pemanasan global, perubahan iklim dan meningkatnya permukaan air laut (Rieley, 2005).

Oleh karena itu tanah gambut perlu dimanfaatkan dengan cara lain, salah satunya sebagai bahan baku pembuatan Bioetanol. Tanah gambut memiliki komposisi bahan Lignoselulosa yang merupakan bahan baku potensial untuk pembuatan bioetanol serta mempunyai tingkat emisi rendah. Komponen lignoselulosa dalam tanah gambut yaitu : Selulosa 0,2 – 10 %, Hemiselulosa 1 – 2% dan Lignin 64 – 74%.

Selulosa merupakan bahan yang kaya akan karbon. Karbon yang terkandung dalam selulosa dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi Mikroba. Dalam hal ini, selulosa dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan etanol dengan fermentasi menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. Sebelum di fermentasi selulosa harus disakarifikasi terlebih dahulu menjadi gula sederhana (glukosa dan fruktosa). Hidrolisis dapat dilakukan dengan menambahkan asam atau Enzimatis.

Fermentasi etanol menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dilakukan dengan menggunakan metode pencampuran kultur (mixed culture). Substrat yang berupa selulosa akan dihidrolisis terlebih dahulu menggunakan bakteri. Pada waktu dimana kandungan gula optimal maka penanaman kamir dilakukan. Hal tersebut digunakan untuk

mengoptimalkan produksi etanol karena masing-masing mikroorganisme akan bekerja secara sinergis.

Proses produksi etanol dengan pencampuran kultur mikroba sangat memungkinkan untuk dilakukan terutama setelah proses sakarifikasi. Proses sakarifikasi merupakan bagian yang sangat penting dalam produksi etanol. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian sehingga akan diperoleh hasil sakarifikasi dan etanol yang optimal.

#### Tujuan Khusus

Penelitian ini bertujuan mempelajari : Mengetahui pengaruh konsentrasi, jenis ragi, jenis asam, waktu fermentasi, dan temperatur pada pembuatan bioethanol yang dihasilkan dari tanah gambut.

#### Urgensi Penelitian

Kalau penelitian ini memberikan hasil yang baik, manfaat yang diharapkan adalah 1. Untuk negara dan masyarakat : a) Meningkatkan nilai dari pemanfaatan dari tanah gambut, b) mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat karenatanah gambut yang tidak dimanfaatkan lagi, c) Mendapatkan sumber energi alternatif yang baru terbarukan. 2. Untuk Ilmu Pengetahuan : diperoleh data pengaruh konsentrasi, jenis ragi, jenis asam, waktu fermentasi, dan temperatur pada pembuatan bioethanol yang dihasilkan dari tanah gambut.

#### Inovasi yang ditargetkan dan penerapan

Tabel 1.1 Rencana Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran		Indikator Capaian		
			TS	TS+1	TS+2
1	Publikasi Ilmiah	Nasional	submitted	published	
2	Pemakalah dalam temu Ilmiah	Nasional	draft	Sudah dilaksanakan	
3	Invited speaker dalam temu ilmiah	Nasional	draft	terdaftar	
4	Visiting Lecturer				
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten sederhana			
6	Teknologi Tepat Guna		draft	produk	
7	Model		draft	produk	
8	Buku Ajar		draft	Proses editing	
9	Tingkat Kesiapan Teknologi		6	9	

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *State of The Art*

Terkait dengan penelitian ini, terlebih dahulu Kiagus Ahmad Roni telah melakukan penelitian penelitian yang berhubungan dengan bioetanol atau bahan bakar pengganti minyak bumi. Penelitian-penelitian tersebut menggambarkan/ menganalisa pembuatan bahan bakar pengganti minyak bumi dari nabati secara komprehensif dengan tujuan untuk mendapatkan sumber energi lain dari minyak nabati seperti minyak biji karet, minyak biji kepuh dan minyak goreng bekas yang mana selama ini minyak minyak dari bahan baku tersebut belum dimanfaatkan sedangkan kebutuhan bahan bakar meningkat dan sumber bahan bakar minyak bumi semakin menipis (Roni, K.A., 2011). Dalam penelitian tersebut, diketahui bahwa minyak nabati dapat m

enuhi atau diolah dan menghasilkan bahan bakar pengganti minyak bumi dengan cara alkoholisis, esterifikasi dan fermentasi. Teori dan cara yang digunakan dalam pembuatan bahan bakar dari minyak nabati tersebut yang akan digunakan sebagai acuan atau dasar dalam melakukan sebuah penelitian berdasarkan pengetahuan dan pandangan terkait yang sudah ada sebelumnya. Kemudian teori inilah yang nantinya dihubungkan dengan proses penelitian yang dilakukan oleh peneliti sesuai dengan topik penelitian yang telah ditentukan.

### 2.1 Tanah Gambut

Gambut dibentuk oleh akumulasi residu vegetasi tropis yang kaya kandungan lignin dan selulosa (Brady, 1997 dalam Murdiyarso et al., 2004). Gambut mengandung bahan organik yang tidak bisa langsung dimanfaatkan karena masih dalam bentuk senyawa yang kompleks, salah satunya selulosa. Selulosa adalah polimer linier yang lebih besar dari 1000 subunit glukosa panjang dengan ikatan 1,4- $\beta$  (Waluyo, 2008).



Gambar 2.1 Tanah Gambut

Lahan gambut adalah lahan yang memiliki lapisan tanah kaya akan bahan organik (Corganik > 18%) dengan ketebalan 5 cm atau lebih. Bahan organik penyusun tanah terbentuk dari sisa-sisa tanaman yang belum melapuk sempurna karena kondisi lingkungan jenuh air dan miskin hara. Oleh karenanya lahan gambut banyak dijumpai di daerah rawa belakang (back swamp) atau daerah cekungan yang drainasenya buruk.

Gambut terbentuk dari timbunan sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah lapuk maupun belum. Timbunan terus bertambah karena adanya proses dekomposisi terhambat oleh kondisi anaerob atau kondisi lingkungan lainnya yang menyebabkan rendahnya tingkat perkembangan biota pengurai. Pembentukan tanah gambut merupakan proses giogenik yaitu pembuatan tanah yang disebabkan oleh deposisi dan transportasi, berbeda dengan proses pembentukan tanah mial yang pada umumnya proses pedogemik.

Proses pembuatan tanah gambut dimulai adanya danau dangkal yang secara perlahan ditumbuhi oleh tanaman air dan vegetasi lahan basah. Tanaman yang mati dan melapuk secara bertahap membentuk lapisan gambut dengan substratum (lapisan dibawahnya) berupa tanaman mineral. Tanaman berikutnya tumbuh pada bagian yang tengah dari danau dangkal ini dan secara tidak langsung membentuk lapisan-lapisan gambut sehingga danau itu penuh dengan persebarannya di Indonesia terdapat di pantai timur Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Halmahera, Seram, Papua dan Pantai selatan.

Tanah gambut Indonesia umumnya mengandung kurang dari 5% fraksi anorganik dan sisanya fraksi organik yaitu lebih dari 95%. Fraksi organik terdiri dari senyawa-senyawa human sekitar 10 hingga 20%, sebagian besar terdiri dari senyawa-senyawa non-human yang meliputi senyawa lignin, selulosa, hemiselulosa, lilin, tannin, resin, suberin, sejumlah kecil protein dan lain-lain. Sedangkan senyawa-senyawa human terdiri atas asam humat, himatemolanat dan humin.

Tabel 2.1 Komposisi Kandungan Tanah Gambut

Kandungan	Persentase (%)
Selulosa	0,2 – 11
Hemiselulosa	1 – 2
Lignin	64 – 74
Senyawa Humik	10 – 20
Lainnya	< 5
Bahan Organik Gambut	100

Gambut yang ada di Sumatera dan Kalimantan biasanya didominasi oleh bahan kayukayuan. Oleh karena itu komposisi bahan organiknya sebagian besar adalah lignin yang umumnya melebihi 60% dari bahan kering, sedangkan kandungan komponen lainnya seperti selulosa, hemiselulosa dan protein umumnya tidak melebihi dari 11%.

Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit Phenyl Propane yang terikat dalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat dalam biomassa. Lignin sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang sangat tinggi dibandingkan selulosa atau hemiselulosa, lignin memiliki kandungan energi yang tinggi.

Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C5) dan 6 (C-6), misalnya : xyloza, manose, glukosa, galaktosa, arabinosa dan sejumlah kecil rhamnosa, asam glukorolat, asam metal glukoronat, dan asam galaturonat. Xyloza adalah salah satu gula C-5 dan merupakan gula terbanyak kedua di biosfer setelah glukosa. Kandungan hemiselulosa dalam biomassa lignoselulosa berkisar antara 11% hingga 37% (berat kering biomassa). Hemiselulosa mudah dihidrolisis daripada selulosa, tetapi gula C-5 lebih sulit difermentasi menjadi etanol daripada gula C-6.

Selulosa adalah polimer glukosa (hanya glukosa) yang tidak bercabang. Bentuk polimer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk/terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Panjang molekul selulosa ditentukan oleh jumlah unit glukosa dalam polimer, disebut dengan derajat polimerisasi. Derajat polimerisasi selulosa tergantung pada jenis tanaman dan umumnya pada kisaran 2000 – 27000 unit glukosa. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dapat difermentasi menjadi etanol.

## 2.2 Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari karbohidrat yang potensial sebagai bahan baku seperti tebu, nira, sorgum, ubikayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung, jerami, bonggol jagung dan kayu. Setelah melalui proses fermentasi, dihasilkan etanol ([www.energi.lipi.go.id](http://www.energi.lipi.go.id)).

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidrosil dengan rumus  $C_2H_5OH$ .

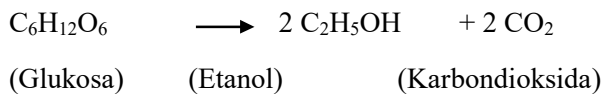
Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dalam air dengan segala perbandingan.

a. Sifat-Sifat Fisik Etanol

- Rumus Molekul :  $C_2H_5OH$
- BM : 46,07 gram/mol
- Titik didih pada 760 mmHg :  $78,4^\circ C$
- Titik beku :  $- 120^\circ C$
- Densitas : 0,789 gr./ml pada  $20^\circ C$
  
- Kelarutan dalam 100 bagian
  - Air : sangat larut
  - Eter : sangat larut (Perry, 1984)

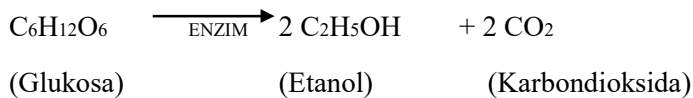
b. Sifat Kimia

1. Dihasilkan dari fermentasi glukosa

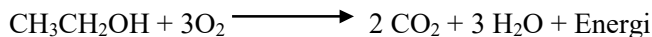


2. Untuk minuman diperoleh dari peragian karbohidrat, ada dua tipe yaitu : tipe pertama menggunakan karbohidrat peragian glukosa kemudian menjadi etanol, tipe kedua menghasilkan cuka (asam asetat).

3. Pembentukan bioetanol



4. Pembakaran Etanol



(Fessenden, 1982)

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya : parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang sangat penting sekaligus sebagai stok

umpan untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarah etanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar.

Pembakaran etanol lebih bersih daripada bahan bakar fosil yang berarti mengurangi emisi gas rumah kaca. Hal ini merupakan keuntungan etanol yang paling signifikan bagi lingkungannya dibandingkan dengan bahan bakar fosil.

### 2.3 Pembuatan Bioetanol

Pembuatan bioetanol dilakukan dengan proses delignifikasi, hidrolisa dan fermentasi dan pemurnian (Destilasi). Persiapan bahan baku dilakukan untuk mendapatkan glukosa. Glukosa diperoleh melalui 2 tahap yaitu delignifikasi dan hidrolisa. Pada proses delignifikasi menghasilkan selulosa. Selulosa akan diproses lebih lanjut dengan proses hidrolisis sehingga akan dihasilkan glukosa.

#### 2.3.1 Delignifikasi

Lignin merupakan salah satu bagian yang mengayu dari tanaman seperti janggol, kulit kertas, biji, bagian serabut kasar, akar, batang dan daun. Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen. Selain lignin, bagian yang lain dari gambut adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang didalamnya mengandung zat-zat gula (Hari Hartadi, 1983).

Dalam pembuatan etanol dari gambut yang digunakan adalah selulosanya sehingga lignin dalam gambut harus dihilangkan. Proses pemisahan dan penghilangan lignin dari serat-serat selulosa disebut delignifikasi atau pulping. Proses pemisahan lignin dapat dibedakan menjadi 3, yaitu : Cara mekanis, Cara kimia, Cara semikimia.

#### 2.3.2 Hidrolisa

Hidrolisis meliputi proses pemecahan ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur Kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun and Cheng, 2000). Rusaknya Kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi gula sederhana : glukosa, galaktosa, manosa, heksosa, pentose, xilosa, dan arabinosa. Selanjutnya senyawa-senyawa gula tersebut akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol (Mosier et al., 2005).

### 2.3.3 Hidrolisis Asam

Beberapa yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi : hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Tahezadeh & Karimi, 2007).

Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversikan menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad and Kressman 1945 in (Tahezadeh & Karimi, 2007). Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan etanol yang lebih tinggi (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005).

Hidrolisis asam encer dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30 – 70 %). Hidrolisis asam encer biasa juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap (Two Stage Acid Hidolysis) dan merupakan metode hidrolisis yang banyak berkembang dan diteliti saat ini. Hidrolisis asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Potongan (Chip) kayu dimasukkan kedalam tanki kemudian diberikan uap panas pada suhu  $300^{\circ}C$  selama satu jam. Selanjutnya dihidrolisis dengan asam fosfat. Hidrolisis dilakukan dalam dua tahap. Hidrolisis yang dihasilkan kemudian difermentasi untuk menghasilkan etanol.

Hidrolisis selulosa dengan menggunakan asam telah dikomersialkan pertama kali pada tahun 1898 (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Tahap pertama dilakukan dalam kondisi yang lebih “lunak” dan akan menghemis selulosa (misal 0,7 % asam sulfat,  $190^{\circ}C$ ). Tahap kedua dilakukan dengan suhu yang lebih tinggi, tetapi dengan konsentrasi asam yang lebih rendah untuk menghidrolisis selulosa ( $215^{\circ}C$ , 0,4% asam sulfat) (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005).

Kelemahan hidrolisis asam encer adalah degradasi gula hasil didalam reaksi hidrolisis dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Degradasi gula dalam produk samping ini tidak hanya mengurangi produk panen gula, tetapi produk samping ini dapat menghambat pembentukan etanol pada tahap fermentasi selanjutnya.

Beberapa senyawa Inhibitor yang dapat dibentuk selama proses hidrolisis asam encer adalah furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), asam levulinik (levulinic acid), asam asetat (acetic acid), asam fosfat (formic acid), asam uronat (uronic acid), asam 4-hydroxybenzoic,



asam vanilik (vanilic acid), vanillin, phenol, cinnamaldehyde, formaldehida (formaldehyde), dan beberapa senyawa lain (Taherzade & Karimi, 2007).

Hidrolisis meliputi proses pemecahan polisakarida didalam biomassa lignoselulosa, yaitu : selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hidrolisis selulosa sempurna menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C<sub>5</sub>) dan heksosa (C<sub>6</sub>). Hidrolisis dapat dilakukan dengan cara kimia (asam) atau enzimatik. Ada dua macam hidrolisa yang digunakan pada pembuatan bioetanol dari bahan biomassa, yaitu : enzimatik dan hidrolisis asam.

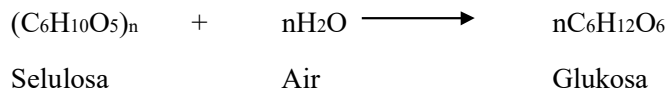
Hidrolisis sellulosa secara enzimatik member Yeild etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan metode hidrolisis asam (Palmqvist dan Hahn-Hägerdal, 2000). Namun proses enzimatik tersebut merupakan proses yang paling mahal. Proses Recycle & Recovery enzim selulosa diperluakan untuk menekan tingginya biaya produksi (Iranmahboob et al, 2002; Szczodrak dan Fiedurek, 1996). Selain itu, proses hidrolisa enzimatik memerlukan pretreatment bahan baku agar struktur selulosa siap untuk dihidrolisa oleh enzim (Palmqvist dan Hahn-Hägerdal, 2000). Mengingat kerumitan proses hidrolisa enzimatik sebagaimana tersebut diatas, hidrolisis enzimatik menggunakan sellulosa mempengaruhi 43,7 % biaya total produksi (Szczodrak dan Fiedurek, 1996).

Keuntungan utama hidrolisa dengan asam encer adalah tidak diperlukannya recovery asam, dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses (Iranmahboob et al, 2002). Umumnya asam yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau HCl (Mussatto dan Roberto, 2004), pada Range konsentrasi 2-5 % (Iranmahboob et al, 2002; Sun dan Cheng, 2002), dan suhu reaksi ± 160° C. Suhu yang lebih tinggi mempermudah dekomposisi gula sederhana dan senyawa lignin (Mussatto dan Roberto, 2004).

Glukosa memiliki 6 atom karbon didalam rantai molekulnya dan merupakan monosakarida yang paling banyak terdapat di alam sebagai produk fotosintesa. Dalam bentuk bebas terdapat dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, madu, darah, dan cairan tubuh binatang. Dalam bentuk ikatan terdapat sebagai polisakarida dan disakarida di dalam tumbuhan. Glukosa juga dapat dihasilkan melalui polisakarida dan disakarida, baik dengan asam dan enzim (Hari Hartadi, 1983).

Pemecahan molekul gula, karbohidrat dan selulosa yang kompleks menjadi molekul monosakarida mudah dilakukan dengan laboratorium dengan mendidihkan larutan atau suspensi karbohidrat dengan larutan encer asam.

Hidrolisis adalah proses antara reaktan dengan menggunakan air supaya suatu persenyawaan pecah atau terurai. Reaksi hidrolisa yaitu :

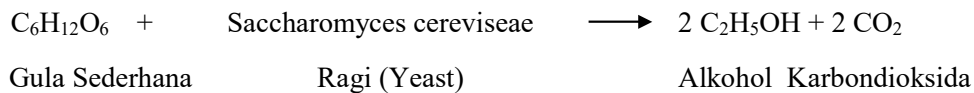


Zat-zat penghidrolisa ada beberapa macam, antara lain yaitu Air, Asam, Basa, Enzim.

#### 2.3.4 Fermentasi

Fermentasi adalah suatu kegiatan peruraian bahan-bahan karbohidrat yang tidak menghasilkan bau busuk dan menghasilkan gas karbon dioksida. Suatu fermentasi busuk merupakan fermentasi yang terkontaminasi.

Fermentasi pembentuk alcohol dari gula dilakukan oleh mikroba. Mikroba yang dapat digunakan adalah *Saccharomyces cereviseae*. Perubahan yang terjadi biasanya dinyatakan dalam persamaan berikut :

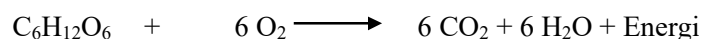


Yeast tersebut dapat berbentuk bahan murni pada media agar-agar atau dalam bentuk Yeast yang diawetkan (dried yeast). Misalnya ragi roti dengan pertimbangan teknik dan ekonomis, maka biasanya sebelum digunakan meragi gula menjadi alcohol, yeast terlebih dahulu dibuat menjadi starter.

Tujuan membuat starter adalah :

- Memperbanyak pembuatan yeast, sehingga yang dihasilkan lebih banyak, reaksi biokimianya akan berjalan dengan baik.
- Melatih ketahanan yeast terhadap kondisi must.

Untuk tujuan tersebut yang perlu diperhatikan adalah zat asam yang terlarut. Karena itu, botol pembuatan starter cukup ditutupi dengan kapas atau kertas saring, dikocok untuk memberi aerasi. Aerasi ini penting karena pembuatan starter tidak diinginkan peragian alcohol.



#### 2.3.5 Pemurnian (Distilasi)

Untuk memisahkan alcohol dari hasil fermentasi dapat dilakukan dengan destilasi. Destilasi adalah model pemisahan berdasarkan titik didih. Proses ini dilakukan untuk mengambil alcohol dari fermentasi.

Destilasi dapat dilakukan pada suhu 80° C, karena titik didih alkohol 78°C sedangkan titik didih air adalah 100° C.

Destilasi adalah memisahkan komponen-komponen yang mudah menguap dalam suatu campuran cairan dengan cara menguapkannya (*separating agentnya* panas), yang di ikuti kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagai campuran yang tidak menguap disebut residu. (Warren L. Mc Cabe, 1993).

### 2.3.6 Penelitian Terdahulu

Pembuatan bioetanol dari tanah gambut dengan proses hidrolisa fermentasi, oleh Wahyuni Fitri Anggraeni, Miftakhul Jannah, dan Noni Indrianti, 2009, Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Metode yang digunakan menggunakan hidrolisis fermentasi pada tanah gambut, hidrolisa menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 10% dan fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Pembuatan bioetanol dari tanah gambut secara fermentasi menggunakan ragi tape oleh Heppy Rikana dan Risky Adam, UNDIP Semarang. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bioetanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape.

### 2.3.7 Jalan Penelitian

#### Alat dan Bahan

##### □ Alat

##### a. Peralatan persiapan hidrolisa dan pre-treatment

1. Erlenmeyer 500 ml
2. Gelas Ukur
3. Beker Glass 500 ml
4. Alumunium Foil/Gabus Penutup
5. Saringan/Kertas saring
6. Pengaduk

##### b. Peralatan percobaan fermentasi

1. Fermentor

##### c. Peralatan pemurnian

1. Evaporator

##### d. Pengukuran volume etanol

## 1. Gas Chromatography

### □ Bahan

1. Tanah Gambut
2. Saccharomyces Cereviseae
3. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
4. NaOH
5. Urea

### Rancangan Penelitian

- Proses Lignifikasi

- a. Pengambilan Tanah Gambut

Tanah gambut diambil dari lahan gambut, dan di timbang seberat 100 gr, kemudian di keringkan di dalam oven dengan suhu 70 ° C selama 20 menit lalu dihaluskan hingga 3 mm atau 3-6 mesh.

- b. Penambahan NaOH Pada Tanah Gambut

Sebanyak 100 gr tanah gambut yang sudah kering ditreatment menggunakan 200 ml larutan 0,1 M NaOH selama 30 menit pada suhu 120 °C selanjutnya disaring. Pada proses diatas dapat dihasilkan tanah gambut berkadar basah dengan pH 9.

- c. Pencucian Endapan Tanah Gambut Dengan Menggunakan Aquadest

Pada proses ini ampas tanah gambut yang sudah di treatment menggunakan 200 ml larutan 1 M NaOH dan didapat tanah gambut kadar basah dengan pH 9 akan di cuci dengan aquadest sebanyak 5 kali hingga kadar yang di dapat pada tanah gambut sampai netral (pH 6,5 – 7,5).

- d. Hidrolisa Asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Pada tahap ini ampas tanah gambut yang sudah di cuci dengan aquadest sampai kadar netral, kemudian tanah gambut dihidrolisa dengan 200 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 1 M selama 1 jam dengan suhu 120° C selanjutnya disaring. Pada proses ini maka akan didapatkan tanah gambut berkadar asam dengan pH 2.

- e. Pencucian Endapan Tanah Gambut Menggunakan Aquadest

Pada proses ini ampas tanah gambut yang sudah dihidrolisa dengan asam  $H_2SO_4$  akan di cuci dengan aquadest sebanyak 6 kali sehingga didapat ampas tanah gambut dengan kandungan selulosa berkadar asam dengan pH 5.

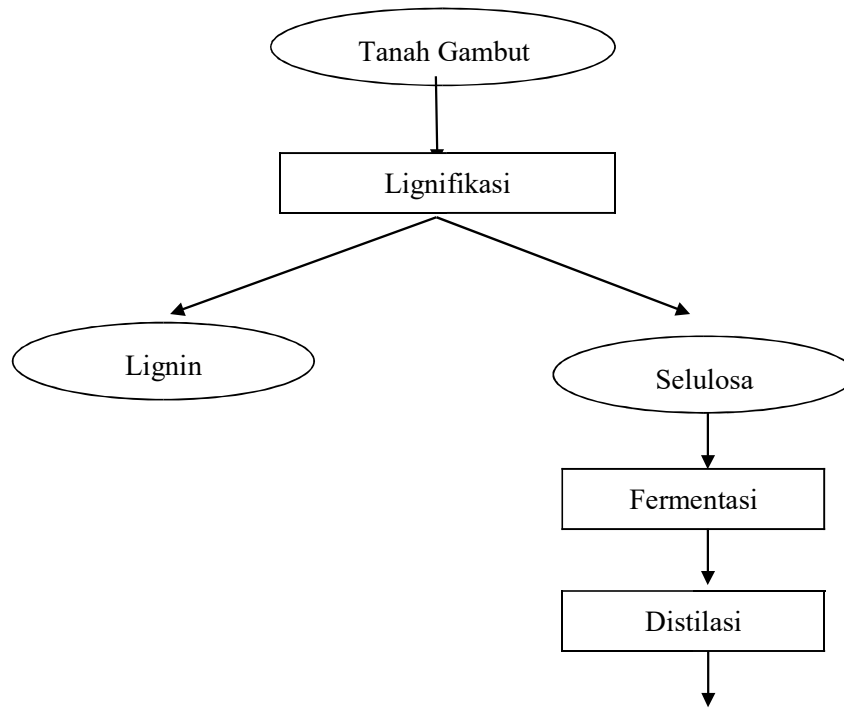
- **Prosedur Pembuatan Bioetanol**

Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan cara proses fermentasi. Pada tahap ini ampas tanah gambut akan di fermentasi dengan ragi roti sebanyak 10 gr pada suhu  $20 - 40^\circ C$  dan disertai urea sebanyak 10 gr sebagai nutrien. Pada proses ini ampas tanah gambut yang di fermentasi akan dibiarkan selama 2, 4, 6, 8, dan 10 hari.

Setelah tahap fermentasi dilakukan tahapan pemurnian (Destilasi). Pada tahap ini ampas tanah gambut yang sudah difermentasi akan di destilasi dengan suhu  $80^\circ C$ . Pada proses ini maka akan di dapatkan larutan hasil dari fermentasi tanah gambut sebanyak 4-6 ml.

- **Proses Analisa**

Pada tahapan ini larutan hasil fermentasi ampas tanah gambut akan di analisa dengan menggunakan alat Gas Chromatography demi mengetahui kadar bioetanol yang terkandung didalam larutan tersebut.



Analisa Kadar Etanol Dengan Menggunakan GC  
(Gas Chromatography)

Gambar 2.2. Diagram Alir Pembuatan Bioetanol

### BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari :Mengetahui pengaruh konsentrasi, jenis ragi, jenis asam, waktu fermentasi, dan temperatur pada pembuatan bioetanol yang dihasilkan dari tanah gambut.

#### Manfaat Penelitian

Kalau penelitian ini memberikan hasil yang baik, manfaat yang diharapkan adalah:

1. Untuk negara dan masyarakat :
  - a. Meningkatkan nilai dari pemanfaatan dari tanah gambut,
  - b. mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kurangnya pengetahuan masyarakat karena tanah gambut yang tidak dimanfaatkan lagi,
  - c. Mendapatkan sumber energi alternatif yang baru terbarukan.
2. Untuk Ilmu Pengetahuan : diperoleh data pengaruh konsentrasi, jenis ragi, jenis asam, waktu fermentasi, dan temperatur pada pembuatan bioetanol yang dihasilkan dari tanah gambut.

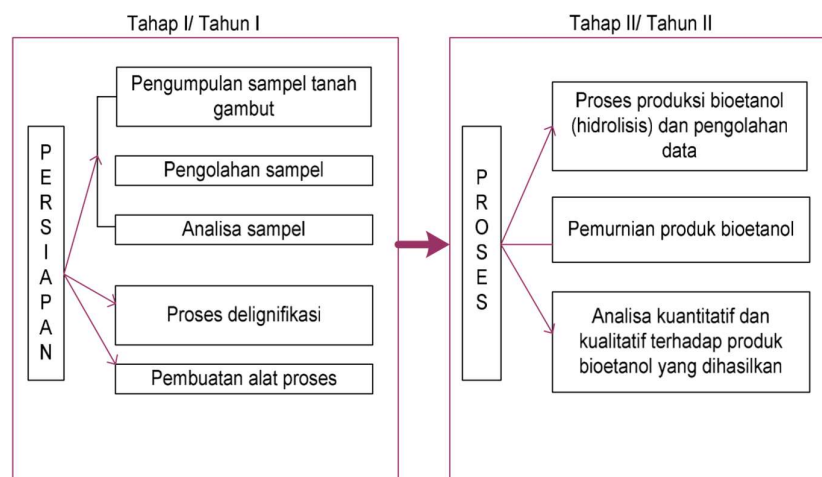
## BAB 4. METODE PENELITIAN

### Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (Dua) tahap. Tahap pertama yaitu tahap persiapan meliputi : 1. Pengumpulan sampel tanah gambut dari Jakabaring dan Inderalaya daerah Sumatera Selatan, kemudian pengolahan sampel di Laboratorium Balai Perindustrian Palembang 2. Analisa sampel tanah gambut kemudian di keringkan di dalam oven dengan suhu yang tinggi di Laboratorium Balai Perindustrian Palembang 3. Tanah gambut yang sudah kering ditreatment menggunakan larutan NaOH selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquadest, dan 4. Dan Pembuatan alat proses di Laboratorium Proses Industri Kimia, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. Tahapan ini dilakukan dimulai dari bulan Januari 2017 sampai bulan Oktober 2017. Luaran dari kegiatan penelitian tahap pertama tahun pertama adalah : Laporan penelitian dan draft jurnal.

Tahap kedua ini adalah tahap proses produksi bioetanol (hidrolisis), fermentasi dengan yeast, pemurnian produk bioetanol yang dihasilkan dari proses destilasi, proses ini dilakukan dilaboratorium PIK Jurusan Teknik Kimia FT-Ump. Analisa Kuantitatif dan Kualitatif terhadap produk bioetanol yang dihasilkan dilaksanakan di Laboratorium

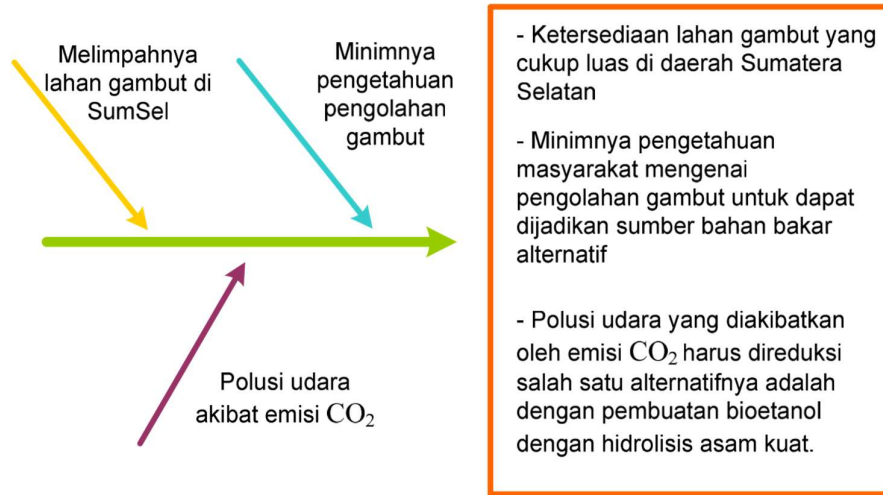
Pertamina Unit pengolahan III Palembang dan laboratorium PIK Jurusan Teknik Kimia FTUMP, pengolahan data terhadap berbagai pengaruh variabel pada kualitas dan kuantitas bioetanol. Untuk lebih jelasnya tentang tahapan penelitian ini dapat dilihat pada diagram berikut:



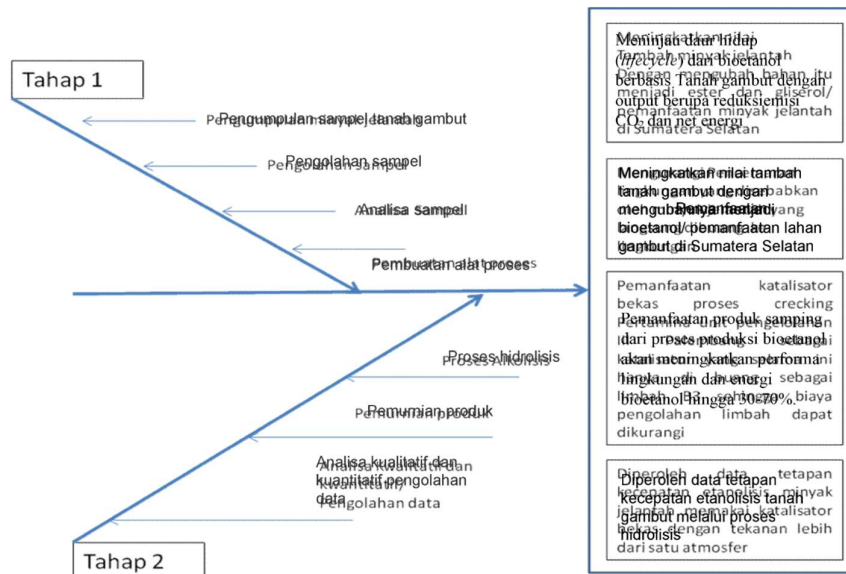
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian Multi Tahun (2017/2018)



Luaran dari tahap kedua ini adalah Produk dan jurnal nasional terakreditasi.



Gambar 4.2 Sebab Akibat Penelitian 1



Gambar 4.3 Sebab Akibat Penelitian 2

Indikator capaian/keberhasilan dari penelitian ini adalah :

Tabel 4.1 Indikator Capaian/keberhasilan Penelitian

No.	Key Performance Indikator	Acuan Tahun 2017	Target Tahun 2018	Sumber Informasi
1	Meningkatkan nilai tambah tanah gambut dengan mengubahnya menjadi bioetanol.	0	20 %	Survei
2	Mengurangi pencemaran lingkungan dengan mengganti bahan bakar dengan bioetanol yang memiliki nilai CO <sub>2</sub> yang rendah.	100 %	70 %	Survei
3	Pemanfaatan tanah gambut yang selama ini hanya menjadi lahan kosong dengan biaya yang relatif rendah.	0	50 %	Survei
4	Diperoleh data kadar bioetanol yang dihasilkan.	0	50 %	Survei

## BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

### 5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur hidrolisis, berat ragi dan jenis ragi terhadap bioetanol yang dihasilkan dari hidrolisis gambut menjadi bioetanol.

Terdapat ada dua tahapan dalam kegiatan ini, yaitu:

1. Dua variabel proses pada penelitian yaitu variabel tetap dan variabel tidak tetap.
  - a) Variabel tetap adalah massa bahan baku yaitu tanah gambut sebesar 100 gram, konsentrasi NaOH 10%, konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%, waktu hidrolisis selama 90 menit dan waktu fermentasi selama 3 hari (72 jam).
  - b) Variabel berubah terdiri dari:
    1. Temperatur Hidrolisis
    2. Jenis Ragi
    3. Berat Ragi
2. Dua Variabel Proses penelitian yaitu variabel tetap dan variabel tidak tetap
  - a) Variabel Tetap adalah massa bahan baku yaitu tanah gambut sebesar 100 gram, Ragi  
Tape dan waktu fermentasi selama 3 hari (72 Jam)
  - b) Variabel Tidak Tepat
    1. Konsentrasi NaOH
    2. Waktu Hidrolisis

Hidrolisis bertujuan untuk merusak struktur kristal dari selulosa. Rusaknya kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi gula sederhana. Hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam dan temperatur yang cukup tinggi agar bisa menguraikan selulosa dan hemiselulosa yang terkandung pada gambut. Oleh karena itu, perlu diketahui temperatur optimum pada proses hidrolisis gambut agar selulosa yang terkandung di dalam gambut dapat terurai dengan sempurna.

Setelah proses hidrolisis selesai, tahapan selanjutnya adalah proses fermentasi yang bertujuan untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol dengan bantuan mikroorganisme dari ragi. Oleh

karena itu pemilihan jenis ragi dan banyaknya ragi yang digunakan untuk proses fermentasi dapat mempengaruhi persen *yield* bioetanol yang dihasilkan

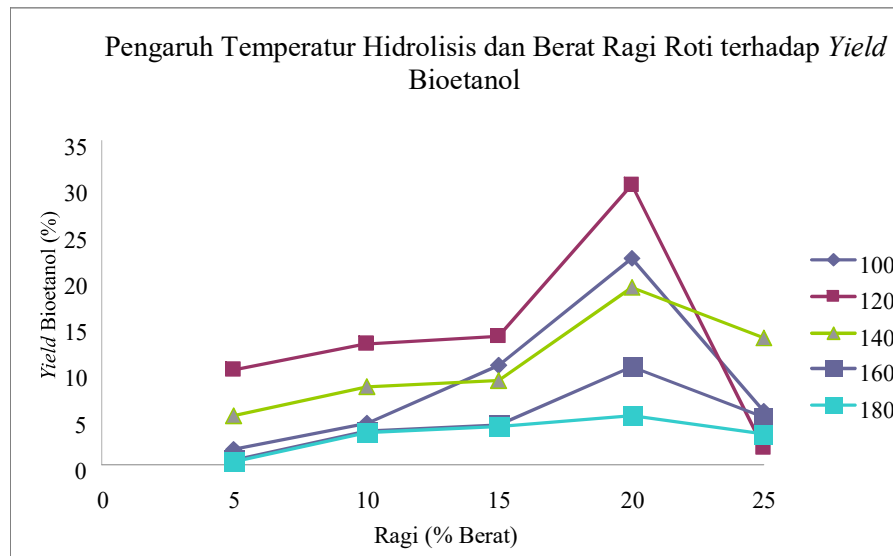
**1. Dua variabel proses pada penelitian yaitu variabel tetap dan variabel tidak tetap.**

**Variabel tetap** adalah massa bahan baku yaitu tanah gambut sebesar 100 gram, konsentrasi NaOH 10%, konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%, waktu hidrolisis selama 90 menit dan waktu fermentasi selama 3 hari (72 jam). **Variabel berubah** terdiri dari: Temperatur Hidrolisis, Jenis Ragi, Berat Ragi

1. Ragi Roti

Tabel 5.1. Persen *Yield* Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi dengan Ragi Roti Variasi Temperatur Hidrolisis dan Berat Ragi

Temperatur Hidrolisis (°C)	Berat ragi roti (%)				
	5	10	15	20	25
100	1.6051	4.5277	10.7894	22.2337	5.8571
120	10.1976	13.0993	13.7963	30.2614	1.7620
140	5.3515	8.3398	9.0548	19.1372	13.7782
160	0.5090	3.5803	4.3151	10.6365	5.1583
180	0.3699	3.4430	4.1797	5.2685	3.2228



Gambar 5.1 Pengaruh Temperatur Hidrolisis dan Berat Ragi Roti terhadap *Yield* Bioetanol

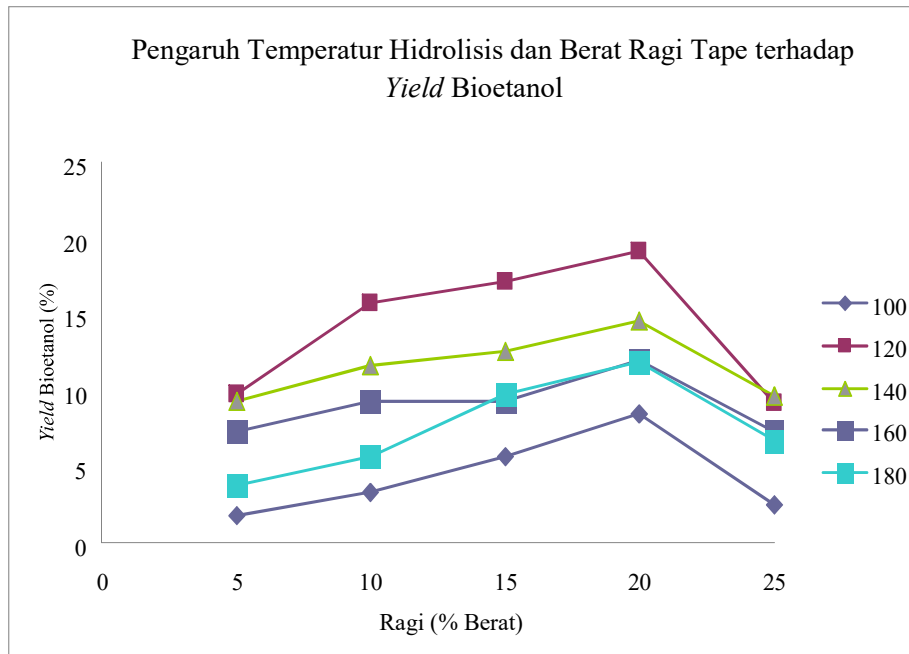
Persen *yield* bioetanol dipengaruhi oleh temperatur pada saat hidrolisis dan juga berat ragi yang digunakan saat fermentasi. Ini dapat dilihat bahwa persen *yield* bioetanol tertinggi adalah pada temperatur 120 °C dan 20% berat ragi yaitu sebanyak 30,2%. Penambahan temperatur selanjutnya yaitu pada temperatur 140 °C, 160 °C dan 180°C dapat menurunkan *yield* bioetanol karena telah melewati titik optimumnya. Pada temperatur yang terlalu tinggi maka glukosa akan terdegradasi menjadi furfural dan hidroksimetilfurfural (Mussatto dan Roberto, 2004).

Sedangkan untuk berat ragi roti optimum adalah pada 20% berat. Dari variasi %berat ragi roti 5%-20% menunjukkan peningkatan *yield* bioetanol yang cukup signifikan. Semakin banyak ragi yang ditambahkan maka *yield* bioetanol yang dihasilkan juga semakin besar. Karena dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang menguraikan glukosa menjadi etanol pun semakin banyak. Akan tetapi pada penambahan ragi lebih lanjut yaitu 25% *yield*nya cenderung turun karena penambahan ragi yang berlebihan menyebabkan hilangnya kemampuan bakteri *saccharomyces cerevisiae* untuk hidup. Hal ini dikarenakan nutrisi yang diberikan tidak sebanding dengan banyaknya *Saccharomyces cerevisiae* sehingga *Saccharomyces cerevisiae* menggunakan substrat yang tersedia untuk bertahan hidup dari pada merombaknya menjadi etanol.

## 2. Ragi Tape

Tabel 5.2. Persen *Yield* Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi dengan Ragi Tape dengan Variasi Temperatur Hidrolisis dan Berat Ragi

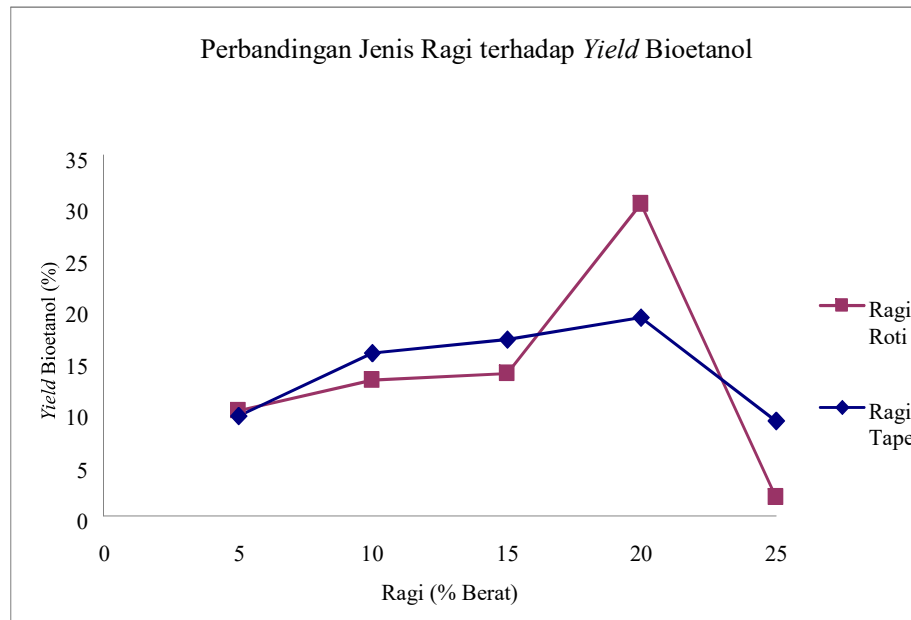
Temperatur Hidrolisis (°C)	Berat ragi tape (%)				
	5	10	15	20	25
100	1.8054	3.2372	5.6350	8.4517	2.5114
120	9.7696	15.7607	17.1438	19.1625	9.1294
140	9.2642	11.6422	12.6037	14.6052	9.5892
160	7.2600	9.2444	9.2408	11.9185	7.2600
180	3.7139	5.6531	9.7698	11.8047	6.7039



Gambar 5.2 Pengaruh Temperatur Hidrolisis dan Berat Ragi Tape terhadap *Yield* Bioetanol

Persen *yield* bioetanol menunjukkan peningkatan yang cukup besar dari hidrolisis pada temperatur 100°C ke temperatur 120°C. Temperatur optimum untuk menghasilkan *yield* bioetanol tertinggi adalah pada temperatur 120 °C yaitu sebanyak 19,1 %. Penambahan temperatur selanjutnya yaitu pada temperatur 140 °C, 160 °C dan 180°C dapat menurunkan *yield* bioetanol karena telah melewati titik optimumnya. Pada temperatur yang terlalu tinggi maka glukosa akan terdegradasi menjadi furfural dan hidroksimetilfurfural (Mussatto dan Roberto, 2004). Sedangkan untuk berat ragi tape optimum adalah pada 20% berat. Dari variasi %berat ragi tape 5%-20% menunjukkan peningkatan *yield* bioetanol yang cukup signifikan. Semakin banyak ragi yang ditambahkan maka *yield* bioetanol yang dihasilkan juga semakin besar. Karena dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang menguraikan glukosa menjadi etanol pun semakin banyak. Akan tetapi pada penambahan ragi lebih lanjut yaitu 25% *yield*nya cenderung turun karena penambahan ragi yang berlebihan menyebabkan hilangnya kemampuan bakteri *saccharomyces cerevisiae* untuk hidup. Hal ini dikarenakan nutrisi yang diberikan tidak sebanding dengan banyaknya *Saccharomyces cerevisiae* sehingga *Saccharomyces cerevisiae* menggunakan substrat yang tersedia untuk bertahan hidup dari pada merombaknya menjadi etanol.

### 3. Perbandingan hasil menggunakan ragi roti dan ragi tape terhadap bioetanol



Gambar 5.3 Perbandingan jenis ragi (roti dan tape) terhadap *yield* bioethanol

Perbandingan *yield* etanol yang dihasilkan dari fermentasi dengan menggunakan dua jenis ragi yang berbeda. Dari temperatur optimum yang sudah didapat pada proses Hidrolisis yaitu 120 °C, maka *yield* bioetanol yang tertinggi dengan fermentasi menggunakan ragi roti adalah 30,2%. Sedangkan persen *yield* bioetanol yang tertinggi dengan fermentasi menggunakan ragi tape adalah 19,6. Persen *yield* yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa pembuatan bioetanol dari gambut dengan fermentasi menggunakan ragi roti akan lebih baik dibandingkan menggunakan ragi tape. Walaupun kedua yeast ini sama-sama mengandung *Saccharomyces cerevisiae* tetapi ragi tape tidak hanya mengandung satu jenis khamir melainkan juga mengandung mikroorganisme lain (bakteri dan fungi) yaitu *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hensula* dan *Acetobacter*. Sehingga kandungan mikroorganisme lainnya dapat mengganggu aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi.

## 2. Tahapan selanjutnya adalah Dua Variabel Proses penelitian yaitu variabel tetap dan variabel tidak tetap

**Variabel Tetap** adalah massa bahan baku yaitu tanah gambut sebesar 100 gram, Ragi Tape dan waktu fermentasi selama 3 hari (72 Jam) . **Variabel Tidak Tetap** yaitu: Konsentrasi NaOH dan Waktu Hidrolisis.

### 1. **Penambahan NaOH Pada Tanah Gambut**

Sebanyak 100 gr tanah gambut yang sudah kering ditreatment menggunakan 200 ml larutan NaOH (0%, 5%, 10% dan 15 %) selama 30 menit pada suhu 120 °C selanjutnya disaring. Pada proses diatas dapat dihasilkan tanah gambut berkadar basah dengan pH 9. dan didapat tanah gambut kadar basah dengan pH 9.

### 2. **Pencucian Endapan Tanah Gambut dengan Aquadest**

Pada proses ini ampas tanah gambut yang sudah di treatment menggunakan 200 ml larutan NaOH dan didapat tanah gambut kadar basah dengan pH 9 akan di cuci dengan aquadest sebanyak 10 kali hingga kadar yang di dapat pada tanah gambut sampai netral (pH 6,5 – 7,5).

### 3. **Hidrolisa Asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Pada tahap ini ampas tanah gambut yang sudah di cuci dengan aquadest sampai kadar netral, kemudian tanah gambut dihidrolisa dengan 200 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% selama (30,60,90 dan 120 menit) selanjutnya disaring. Pada proses ini maka akan didapatkan tanah gambut berkadar asam dengan pH 2. Kemudian ditambahkan NaOH sampai mencapai pH 5.

### 4. **Fermentasi**

Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan cara proses fermentasi. Pada proses ini tanah gambut yang telah melalui tahapan delignifikasi, hidrolisis dengan asam akan di fermentasi dengan ragi roti sebanyak 10 gr dan disertai urea sebanyak 10 gr sebagai nutrien. Fermentasi akan dilakukan selama 3 hari (72 Jam).

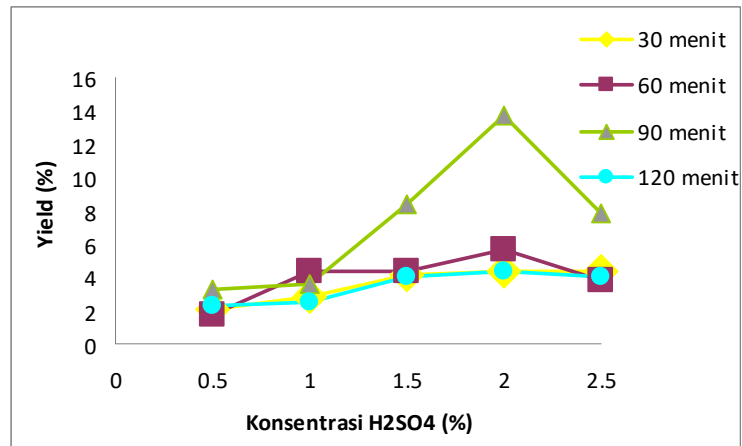
### 5. **Distilasi**

Setelah tahap fermentasi dilakukan tahapan pemurnian (Destilasi). Pada tahap ini hidrolisat tanah gambut yang sudah difermentasi akan di destilasi dengan suhu 80° C. Pada proses ini maka akan di dapatkan larutan hasil dari fermentasi tanah gambut sebagai bioetanol

## **Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Hidrolisis Terhadap Persen Yield Etanol Yang Dihasilkan**

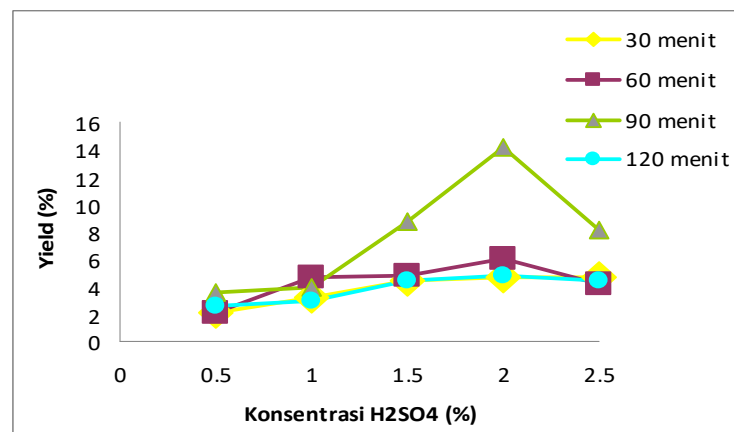
1. Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Yield yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 0%)





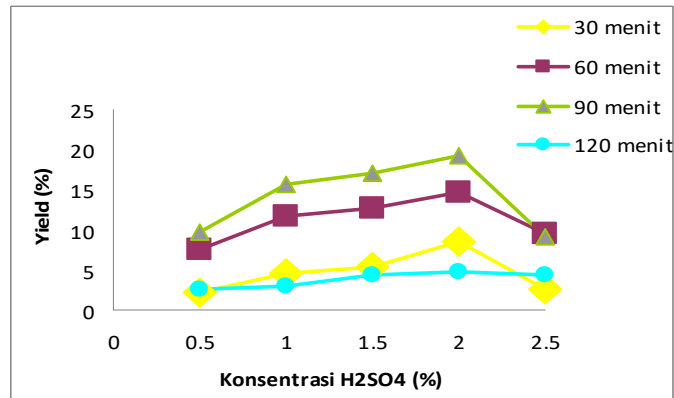
Gambar 5. 4 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap *Yield* yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 0%)

2. Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap *Yield* yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 5%)



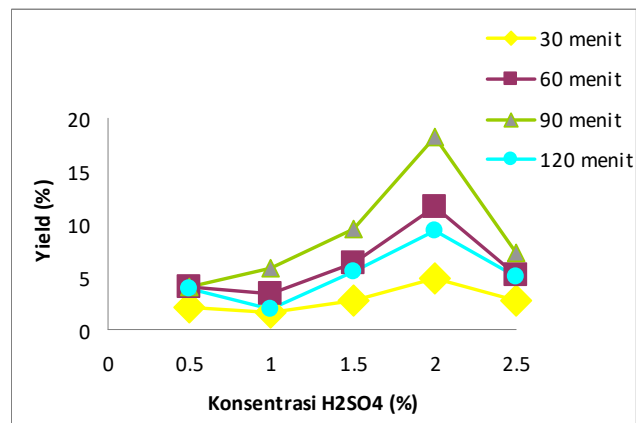
Gambar 5. 5 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap *Yield* yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 5%)

3. Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Yield yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 10%)



Gambar 5. 6 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Yield yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 10%)

4. Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Yield yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 15%)



Gambar 5. 7 Pengaruh Waktu dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap Yield yang Dihasilkan (Delignifikasi NaOH 15%)

Pada gambar grafik diatas hubungan lama waktu hidrolisis dan variasi konsentrasi asam sulfat terhadap persen yield diatas dapat ditarik suatu pernyataan bahwa titik optimum untuk proses hidrolisis pembuatan bioethanol dari tanah gambut yaitu pada lama waktu hidrolisis 90 menit dengan konsentrasi asam sulfat 2%. Semakin lama waktu hidrolisis semakin banyak juga selulosa yang terkonversi menjadi glukosa sederhana sehingga pada saat proses fermentasi banyak glukosa sederhana yang dapat dikonversi oleh *Saccharomyces cerevisiae* menjadi bioethanol akan tetapi pada waktu yang lebih lama dari 90 menit, yield

cenderung turun hal ini disebabkan karena pada keadaan yang lebih lama, selulosa kemungkinan mulai terbakar/gosong.

Begitu juga dengan variasi konsentrasi asam sulfat, semakin tinggi konsentrasi asam sulfat pada proses hidrolisis, semakin banyak juga selulosa yang terkonversi menjadi glukosa sederhana. Akan tetapi konsentrasi asam sulfat lebih dari 2% dianggap tidak optimum secara ekonomis karena terlihat dari grafik-grafik diatas bahwa konsentrasi diatas 2% grafik menunjukkan hasil dengan kecenderungan yield yang menurun meskipun tidak terlalu signifikan.

Sedangkan pada keempat gambar grafik waktu hidrolisis vs persen yield dengan variasi konsentrasi asam sulfat diatas, yang menghasilkan yield etanol tertinggi adalah pada delignifikasi dengan konsentrasi NaOH 10% menghasilkan yield etanol hingga 19,16%. Dari gambar grafik-grafik itu juga didapat hubungan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH semakin besar juga yield etanol yang dihasilkan, akan tetapi konsentrasi NaOH diatas 10% dianggap tidak ekonomis karena kenaikan yield tidak terlalu signifikan.

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis ragi mempengaruhi persen *yield* yang dihasilkan, ragi roti menghasilkan persen *yield* yang lebih baik yaitu 30,2% dibandingkan ragi tape yaitu 19,6%.
2. Waktu hidrolisis mempengaruhi produk bioetanol yang dihasilkan, semakin lama waktu hidrolisis semakin banyak juga selulosa yang terkonversi menjadi glukosa sederhana sehingga pada saat proses fermentasi banyak glukosa sederhana yang dapat dikonversi oleh *Saccharomyces serevisiae* menjadi bioethanol
3. Konsentrasi asam dan konsentrasi NaOH mempengaruhi persentase(%) *yield* yang dihasilkan, pada penelitian ini diperoleh konsentrasi yang baik pada 10 % yaitu 19,16%
4. Tanah gambut dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Dari hasil penelitian, saran yang dapat diberikan yaitu :

1. Jenis tanah gambut yang diambil sebagai bahan baku harus diperhatikan karena bisa saja memiliki.
2. Jumlah bahan baku yang digunakan masih sedikit untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dinaikkan lagi jumlah bahan baku tanah gambut yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buckman, H.O dan N.C. Brady. 1982. Ilmu tanah (Terjemahan Soengiman). Bharatara Karya Aksara, Jakarta.
- Fessenden & Fessenden, 1982, Kimia Organik, Erlangga, Jakarta.
- Hamelinck, C.N.G. 2005. Ethanol from lignocellulosic Biomass: Techno-economic Performance In Short, Midle, And Long Term. *Biomass and Bioenergy* 28 : 384-410.
- Hartadi H. 1983. Ilmu Makanan Ternak Dasar, UGM Press, Yogyakarta.
- Iranmahboob, J., Nadim, F., Monem, S. 2002. Optimized Acid-Hydrolysis : A Critical Step For Production Of Ethanol From Mixed Wood Chips. *Biomass and Bioenergy* 22 : 401-404.
- McCabe, Warren. 1993. Unit Operation Of Chemical Engineering. Mc. Grow Hill. Singapore
- Mosier, N., C, Wyman, B. Dale, and R. Elander, Y. 2005. Feature of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresoure. Technology*.
- Mussatto, S.I., Roberto, I.C. 2004. Alternatives for detoxification of diluted-acid lignocellulosichydrolyzates for use in fermentative processes: a review. *Bioresoure. Technology*. 93 : 1-10.
- Page, SE and Rieley, JO. 1998. Tropical peatlands: a review of the natural resource functions, with particular reference to Southeast Asia. *International Peat Journal*, 8: 95-106.
- Palmqvist, E., Hahn-Hagerdal, B. 2000. Fermentation of lignocellulosichydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition. *Bioresource Technology*, 74, 25-33.
- Perry, R.H. 1984. Perry Chemical Engineering Hands Book. Mc. Grow Hill. Singapore
- Rieley J.O., Page SE. 2005. Wise use of tropical peatlands: focus on Southeast Asia, Alterra. Wageningen University and Research Centre and the EU INCO-STRAPEAT and RESTOREPEAT Partnership, Wagenigen.
- Roni, K.A., 2011, "Alkoholisis Minyak Biji Karet dengan Natrium Hidroksida pada Tekanan satu Atmosfer", Laporan Penelitian, LP2M, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Sun Y., Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology*.
- Szczodrak J, Fiedurek J. 1996. Technology for conversion of lignocellulosic biomass to ethanol. *Biomass Bioenergy* 10(5/6):367-375
- Taherzadeh, Mohammad J. 2007. Acid-Based Hydrolysis Processes For Ethanol From Lignocellulosic Materials. *Bio Resources* 2(3), 472-499.
- Waluyo dkk. 2008. Fluktuasi Genangan Air Lahan Rawa Lebak dan Manfaatnya bagi Bidang Pertanian di Ogan Komering Ilir. Jakarta.
- Wikipedia. <https://id.wikipedia.org/wiki/Bumi>. Diakses pada 3 maret 2016.
- [www.energi.lipi.go.id](http://www.energi.lipi.go.id). Diakses pada 27 Maret 2016

LAMPIRAN 1

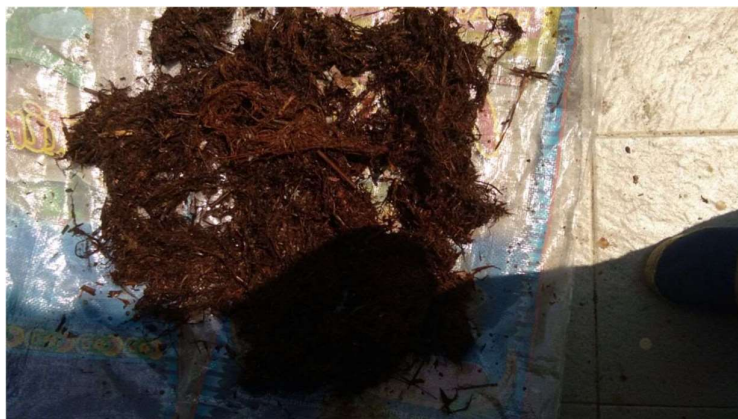
FOTO KEGIATAN PENELITIAN



Tanah Gambut



Proses Pencucian Tanah Gambut



Proses Pengeringan Tanah Gambut



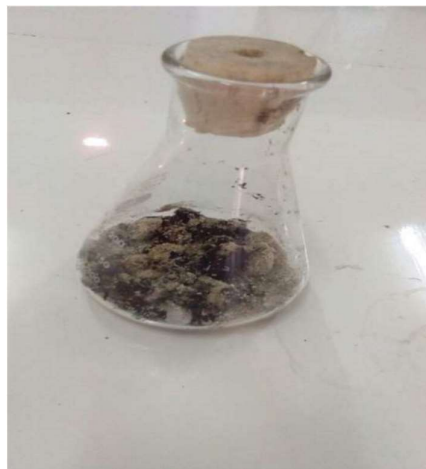
Proses Peghalusan Tanah Gambut



Sample Tanah Gambut yang ditimbang menggunakan timbangan digital



Penghilangan kadar air dengan pemanasan menggunakan oven



Proses Penvaringan



Menimbang massa ragi menggunakan neraca analitik





Beberapa sample tanah gambut setelah proses penyaringan



Proses Hidrolisis



Proses Fermentasi



Proses Destilasi untuk pemurnian Produk