PRODUKSI BIOETANOL MELALUI HIDROLISIS GLUKOSA HASIL DELIGNIFIKASI LIGNOSELULOSA DARI AMPAS KULIT ARI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains

Oleh :

DINA FADILLAH
19036175/2019

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

PRODUKSI BIOETANOL MELALUI HIDROLISIS GLUKOSA HASIL PROSES DELIGNIFIKASI LIGNOSELULOSA DARI AMPAS KULIT ARI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

Nama	: Dina Fadillah
NIM	: 19036175
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2022

Mengetahui :	Disetujui Oleh :
Ketua Jurusan Kimia	Pembimbing
Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D	Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19800819 200912 2 002	NIP. 19810622 200312 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama	: Dina Fadillah
NIM	:19036175
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PRODUKSI BIOETANOL MELALUI HIDROLISIS GLUKOSA HASIL PROSES DELIGNIFIKASI LIGNOSELULOSA DARI AMPAS KULIT ARI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

Nama	: Dina Fadillah
NIM	: 19036175
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2022

Tim Penguji :

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Edi Nasra, S.Si, M.Si	
Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	
Anggota	: Dr. Hardeli, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama	: Dina Fadillah
NIM	:19036175
Tempat / Tanggal Lahir	: Padang, 07 Februari 1998
Program Studi	: Kimia
Jurusan	: Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi	:**PRODUKSI BIOETANOL MELALUI HIDROLISIS GLUKOSA HASIL PROSES DELIGNIFIKASI LIGNOSELULOSA DARI AMPAS KULIT ARI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi.

Padang, Februari 2022
Yang menyatakan

Dina Fadillah
NIM : 19036175

PRODUKSI BIOETANOL MELALUI HIDROLISIS GLUKOSA HASIL PROSES DELIGNIFIKASI LIGNOSELULOSA DARI AMPAS KULIT ARI KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

Dina Fadillah

ABSTRAK

Pada saat ini pemanfaatan kacang tanah masih sebatas pada bijinya saja. Sedangkan kulit arinya jarang dimanfaatkan, sedangkan pada kulit ari kacang tanah banyak terkandung makronutrien salah satunya lignoselulosa dengan kandungan serat selulosa sebanyak 63%. Selulosa dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan cara hidrolisis asam dan fermentasi. Hasil penelitian pada proses *pretreatment* menunjukkan bahwa penggunaan NaOH 15% dapat memisahkan lignin dan selulosa yang paling optimum. Pada proses hidrolisis asam menggunakan asam sulfat 3M didapatkan hasil glukosa yang optimum dengan lama waktu hidrolisis 5 jam. Pada proses fermentasi, semakin banyak glukosa yang difermentasi maka semakin banyak juga bioetanol yang dihasilkan. Setelah proses fermentasi dilakukan pengecekan pH, dengan rentang pH bioetanol yang baik yaitu pH 6. Pada penelitian ini yang sesuai dengan rentang pH yang baik yaitu glukosa dengan kadar 6% dan 8%.

Kata kunci : Bioetanol, *Arachis hypogaea* L., *pretreatment*, Hidrolisis asam, Fermentasi

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.....

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh...

Diikuti dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim, ku nyalakan Laptop pribadiku, terniat didalam hatiku merangkai kata pesembahan ini, pada hari ini, tanggal ini, 28 Juli 2019, merangkai kata persembahan ini untuk mereka yang ku sayangi dan ku cintai. Ku susun jari jemari ku diatas keyboard laptop ku sebagai kalimat pembuka kata persembahan ini.

*" **Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang mempunyai ilmu pengetahuan beberapa derajat** (Al-Mujadilah : 11) "*

*Alhamdulillah ku ucapkan kepada **Allah SWT** atas segala rahmat dan kesempatan untuk menyelesaikan Karya Tulis Akhir ini dengan segala kekuranganku. Beribu syukur ku ucapkan kepada-Mu dan juga atas dukungan serta do'a dari orang-orang tercinta, sehingga aku dapat menyelesaikan Karya Tulis Akhir ini denga sebaik-baiknya. Rasa syukurku atas kasih sayang-Mu yang begitu besar karena telah memberikanku kesehatan, kekuatan, kecerdasan, pemikiran yang jernih, serta semangat pantang menyerah agar selalu dapat menjalankan aktifitas dan melewati kesulitan dalam menjalani semua ini. Sholawat beserta salam tidak lupa pula ku hadiahkan kepada **Rasulullah SAW** yang telah membawa kita semua dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang dan penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan saat sekarang ini.*

Ku persembahkan skripsi ini untuk mereka orang-orang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.

***Teristimewa kepada papa dan mama tercinta, tersayang, terkasih, dan terhormat.** Kupersembahkan sebuah tulisan dari didikan papa mama, yang ku aplikasikan dengan ketikan hingga menjadi barisan tulisan dengan beribu kesatuan, berjuta makna kehidupan, tidak bermaksud yang lain hanya ucapan **TERIMAKASIH** yang tulus tersirat dihati yang ingin ku sampaikan atas segala usaha dan jerih payah pengorbanan untuk anakmu selama ini. Hanya sebuah kado kecil yang dapat ku berikan dari bangku perkuliahan yang memiliki sejuta makna, sejuta cerita, sejuta kenangan, pengorbanan, dan perjalanan untuk mendapatkan masa depan yang kuinginkan atas*

restu dan dukungan yang diberikan. Tak lupa permohonan maafku yang sebesar-besarnya, sedalam-dalamnya atas segala tingkah laku yang tak selayaknya diperlihatkan yang membuat hati dan perasaan papa mama terluka, bahkan teriris perih atas apa yang aku lakukan.
Hamba bermohon dalam sujud pada-Mu Ya Allah, ampunilah segala dosa-dosa kedua orangtua hamba, bukakanlah pintu rahmat, hidayah, rezeki bagi mereka Ya Allah. Maafkan atas segala kekhilafan mereka, jadikan mereka umat-Mu yang selalu bersyukur dan senantiasa menjalankan perintah dan menjauhi larangan-Mu. Jadikanlah Hamba-Mu ini hamba yang senantiasa bersyukur dan selalu berbuat baik kepada sesama, patuh dan taat kepada-Mu dengan menjalakan segala perintah dan menjauhi segala larangan-Mu dan jadikanlah hamba anak yang selalu berbakti kepada kedua orangtua dan dapat mewujudkan mimpi dan membalas jasa mereka walaupun jelas terlihat bahwa jasa mereka begitu besar dan takkan terbalas dalam bentuk apapun. Kabulkanlah do'a hamba Ya Allah. Aamiin..

Untuk yang kusayangi dan kuhormati para dosenku, dosen pembimbingku dan almamaterku, *yang selalu membantu dan membimbingku dalam melakukan tugas akhir hingga dapat menyelesaikannya dengan sebaiknya. Terimakasih atas segalanya yang tidak dapat kubalas dengan bentuk apapun.*

Untuk yang spesial penuh cinta dan kasih buat seseorang dalam hidupku. *Terimakasih atas dukungan, bantuan, do'a dan kesabarannya dalam menghadapiku. Terimakasih atas kehadirannya yang selalu memberikanku semangat dalam menjalani hari-hariku.*

Kepada teman-teman BP 17 *yang menjadi sahabat dan teman senasib, seperjuangan serta sependeritaan. Terimaksih atas kerjasama dan keceriaannya dalam menjalankan aktifitas di bangku perkuliahan selama enam semester ini. Terimakasih untuk cerita dan kenangan yang telah kita buat selama ini, banyak cerita yang dapat dikenang dan diceritakan kepada semuanya dimasa depan kelak. Sukses selalu untuk kita semua. Aamiin..*

Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk semua ini, akhir kata ku persembahkan Karya Tulis Akhir ini untuk semua orang-orang yang sangat ku sayangi dan ku hormati.
Dan semoga Karya Tulis Akhir ini dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang. Aamiin..

Belajar dan bekerjalah dengan giat, serta tidak lupa bersyukur tentu akan memberikan hasil yang baik, karena tidak akan ada hasil yang mengkhianati usaha. Teruslah bekerja dan berusaha, lakukan segalanya dengan baik dan ikhlas. Janga lupa berdo'a, bertawakkal, dan berserah diri kepada-Nya serta jalani dengan ikhlas dan senyuman. Orang lain tidak perlu tau apa yang kamu rasakan, cukup kamu dan DIA yang tau, sesungguhnya DIA lah sang pencipta yang adil dan agung. Sikap pantang menyerah dalam diri ini yang membawaku sampai pada puncak ini, karna aku tau DIA selalu bersamaku.

Big Thanks for god..
Do the best for your life..

Padang, Februari 2022

Dina Fadillah
NIM : 19036175

DAFTAR ISI

Halaman
ABSTRAK.....iii

KATA PENGANTAR.....iv

DAFTAR ISI.....vi

DAFTAR GAMBAR.....viii

DAFTAR TABEL.....ix

BAB I PENDAHULUAN.....1

A. Latar Belakang.....1

B. Identifikasi Masalah.....4

C. Batasan Masalah.....4

D. Rumusan Masalah.....4

E. Tujuan Penelitian.....5

F. Manfaat Penelitian.....5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....7

A. Kulit Ari Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*).....7

B. Komponen dan Struktur Lignoselulosa.....8

C. Proses Produksi Bioetanol.....11

D. Bioetanol.....18

E. Pengujian Baku Mutu Produk Bioetanol.....21

BAB III METODE PENELITIAN.....25

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....25

B. Variabel Penelitian.....25

C. Peralatan dan Bahan.....25

D. Prosedur Penelitian.....26

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....37

A. Kesimpulan.....37

B. Saran.....38

DAFTAR PUSTAKA.....39

LAMPIRAN.....42

LAMPIRAN GAMBAR.....54

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Kulit ari kacang tanah..... 7

Gambar 2.2 Struktur lignoselulosa.....9

Gambar 2.3 Struktur selulosa.....10

Gambar 2.4 Struktur lignin..... 11

Gambar 2.5 Reaksi delignifikasi lignoselulosa.....13

Gambar 2.6 Reaksi hidrolisis selulosa oleh asam..... 16

Gambar 2.7 Komponen FTIR..... 22

Gambar 2.8 Spektrofotometer UV-Vis 24

Gambar 4.1 Lignin hasil delignifikasi.....30

Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian FTIR..... 31

Gambar 4.3 Grafik deret standar glukosa..... 32

Gambar 4.4 Grafik perbandingan waktu hidrolisis dengan konsentrasi glukosa...33

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Komposisi kimia kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)..... 8

Tabel 2.2 Komposisi lignoselulosa..... 9

Tabel 2.3 Sifat fisik etanol..... 19

Tabel 2.4 Nilai baku mutu produk bioetanol menurut SNI 7390-2012..... 20

Tabel 4.1 Perbandingan konsentrasi NaOH dengan kadar lignin..... 29

Tabel 4.2 Perbandingan lignin standar dengan lignin kulit ari kacang tanah..... 30

Tabel 4.3 Pengukuran absorban glukosa standar..... 31

Tabel 4.4 Perbandingan waktu hidrolisis dengan kadar glukosa yang dihasilkan. 32

Tabel 4.5 Konsentrasi glukosa dengan pH sebelum dan sesudah fermentasi..... 34

Tabel 4.6 Perbandingan karakterisasi hasil penelitian dengan SNI 7390-2012..... 35

Tabel 4.7 Massa jenis bioetanol dan kadar bioetanol..... 36

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini penggunaan bahan bakar utama yang berasal dari minyak bumi semakin meningkat. Hal tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah di antaranya bertambah sedikit minyak bumi yang tersedia di alam. Hal ini dapat mengakibatkan turunnya jumlah bahan bakar minyak yang diproduksi, sehingga berdampak pada harga bahan bakar yang meningkat dengan jumlah pengguna yang semakin tinggi setiap tahunnya (Lathifa, 2017).

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014, tentang kebijakan nasional dalam pengembangan sumber alternatif pengganti bahan bakar minyak, dengan target energi terbarukan mencapai 23% pada tahun 2025 mendatang. Kebijakan pemerintah dalam menargetkan energi terbarukan tahun 2000 sampai 2025 sebanyak 5% kebutuhan energi harus terpenuhi dengan memanfaatkan biofuel sebagai energi terbarukan, (Fuadi, et al., 2015).

Bioetanol merupakan senyawa alkohol. Bioetanol didapatkan dengan proses fermentasi suatu biomassa menggunakan bantuan mikroorganisme khamir *S. cerevisiae.* Mikroorganisme tersebut berperan dalam mengubah suatu gula pereduksi menjadi senyawa etanol. Bioetanol juga bisa dihasilkan dari bahan lignoselulosa yang didelignifikasi. Lignoselulosa merupakan salah satu bahan baku pada proses pembuatan bioetanol. Lignoselulosa juga terdapat pada tanaman kacang tanah (Lathifa, 2017)

Pada saat ini pemanfaatan kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) masih terbatas pada pengolahan bijinya saja. Berbeda dengan kulit arinya, dimana kulit ari kacang tanah sampai sekarang masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Kulit ari kacang tanah tersebut memiliki kandungan makronutrien yang belum banyak dimanfaatkan. Kandungan yang terdapat pada kulit ari kacang tanah salah satunya yaitu lignoselulosa dengan kandungan serat selulosa sebanyak 63%. Jumlah yang melimpah ini membuat kulit kacang tanah dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioetanol (Ashgad, *et al*., 2016).

Bioetanol memiliki banyak kelebihan yaitu merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena emisi gas buang tidak berbahaya salah satunya gas CO_2 yang dapat dimanfaatkan tumbuhan untuk berfotosintesis, memiliki nilai oktan yang tinggi sehingga proses pembakaran terjadi tepat pada waktunya, campuran bioetanol dan bensin dapat menambah jumlah bahan bakar di dunia, bioetanol dapat mengurangi emisi rumah kaca hingga 46% dibandingkan dengan bensin, dan bioetanol bersifat mudah terurai serta mudah diproduksi dikarenakan bahan baku yang sangat mudah untuk didapat.

Proses menghasilkan bioetanol dari lignoselulosa terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap *pretreatment* (delignifikasi), tahap hidrolisis selulosa, dan tahap fermentasi (Hermiati, et al., 2010). Pada proses produksi bioetanol digunakan bahan kimia NaOH. NaOH digunakan karena cukup efektif untuk memperbanyak hasil hidrolisis serta harga yang cukup murah. NaOH konsentrasi rendah dapat mendegradasi dan melarutkan lignin, dengan cara merusak struktur lignin pada bagian amorf dan kristalin, (Gunam, et al., 2010).

Kegunaan proses delignifikasi yaitu sebagai proses penghilangan lignin dari selulosa dengan menggunakan zat yang bersifat basa. Proses delignifikasi menggunakan zat yang bersifat basa dikarenakan lignin mudah larut dalam kondisi basa dan tidak melarutkan selulosa.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Noviani (2014) meneliti tentang pengolahan limbah serbuk gergaji kayu sengon laut menjadi bietanol menggunakan *S. cerevisiae.* Parameter yang diteliti adalah waktu hidrolisis dan waktu fermentasi. Waktu terbaik pada proses hidrolisis adalah 60 menit dengan glukosa yang dihasilkan sebesar 12,3125 ppm. Kadar bioetanol tertinggi dicapai pada waktu fermentasi 9 hari yaitu sebesar 2,99%.

Pada penelitian sebelumnya oleh Sukowati (2014) telah meneliti tentang produksi bietanol dari kulit pisang melalui hidrolisis H_2SO_4. Dari penelitian tersebut dihasilkan kondisi optimum hidrolisis H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,050 M pada suhu 121 °C dengan waktu hidrolisis 15 menit yang menghasilkan kadar gula reduksi sebesar 11,26 mg/100 mL. Kondisi optimum pada proses fermentasi adalah pada konsentrasi ragi sebesar 10% (w/v) yang menghasilkan kadar bioetanol sebesar 0,03% (v/v) .

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Ramdja (2010) telah meneliti tentang pengaruh waktu, temperatur dan konsentrasi H_2SO_4 pada hidrolisa asam terhadap kadar etanol berbahan baku alang-alang. Kadar etanol yang dihasilkan rata-rata akan semakin tinggi sampai waktu hidrolisa tertentu (waktu optimum) dan setelah waktu hirolisis optimum dilewati kadar etanol yang dihasilkan semakin menurun. Begitu juga pada parameter temperatur hidrolisis. Dari

penelitian dihasilkan kadar etanol tertinggi pada waktu hidrolisa 90 menit, temperatur hidrolisis 130 °C dan konsentrasi H_2SO_4 0,075%.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas, maka identifikasi masalah penelitian ini yaitu :

Kulit ari dari Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) sering dijadikan sebagai limbah bagi sebagian besar masyarakat sehingga mengakibatkan belum maksimalnya pemanfaatan ampas kulit ari kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*). Oleh sebab itu, untuk mengurangi limbah dan menjadikan kulit kacang tanah lebih bermanfaat, maka kulit kacang tanah ini dapat diolah sebagai penghasil lignin untuk produksi bioetanol.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dapat dibatasi masalah sebagai berikut :

1. Objek pada penelitian ini yaitu kulit ari kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*)
2. Proses pretreatment pemisahan lignin dari selulosa.
3. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi konsentrasi NaOH, waktu hidrolisis, dan konsentrasi glukosa.
4. Pengujian karakteristik dari bioetanol yang dihasilkan setelah fermentasi.

D. Rumusan Masalah

Dari batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Berapa konsentrasi NaOH yang optimum saat proses delignifikasi sampel kulit ari kacang tanah agar dapat memecah lignoselulosa menjadi lignin dan selulosa dalam jumlah besar?

2. Berapa lama waktu hidrolisis yang optimum untuk mendapatkan kadar glukosa yang diinginkan?

3. Berapa pH yang baik pada proses fermentasi untuk mendapatkan bioetanol yang baik?

4. Bagaimana karakteristik bioetanol yang dihasilkan.

E. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Menentukan konsentrasi NaOH optimum pada proses delignifikasi kulit ari kacang tanah yang dapat memisahkan lignin dengan selulosa secara maksimal.
2. Menentukan waktu hidrolisis kulit ari kacang tanah yang dapat menghasilkan kadar glukosa maksimal.
3. Menentukan pH yang baik pada proses sebelum dan sesudah fermentasi.
4. Mampu mengetahui karakteristik bioetanol yang dihasilkan.

F. Manfaat Penelitian

1. Pengembangan IPTEK
    a) Memberikan ilmu tentang konsentrasi NaOH saat proses delignifikasi, waktu yang dibutuhkan untuk proses hidrolisis,

konsentrasi glukosa saat proses fermentasi, dan waktu fermentasi untuk menghasilkan bioetanol yang baik.

b) Memberikan pengetahuan tentang karakteristik bioetanol yang didapatkan dari variasi konsentrasi NaOH, waktu hidrolisis, konsentrasi glukosa, dan waktu fermentasi yang baik.

c) Memberikan informasi tentang kadar bioetanol yang dihasilkan.

2. Untuk Masyarakat

a) Memberikan informasi tentang energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak.

b) Memberikan informasi tentang proses pembuatan bioetanol untuk pengganti bahan bakar pada umunya.

3. Untuk Peneliti

a) Memberikan motivasi kepada peneliti selanjutnya untuk dapat meneliti lebih lanjut tentang bagaimana potensi kulit kacang tanah dalam menghasilkan bioetanol.

b) Memberikan motivasi untuk meneliti kulit kacang tanah dengan variasi lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*)

I. Klasifikasi

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) berasal dari daerah Brazilia, Amerika Selatan, yang diperkirakan tumbuh di Indonesia pada tahun 1521-1529. Pada abad ke-18 dimulai pemberian nama pada kacang tanah. Jenis Kacang tanah yang di tanam di Indonesia yaitu kacang tanah dengan varietas tipe menjalar (Wijaya, 2011).

Adapun klasifikasi kacang tanah pada taksonomi adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Leguminales

Famili : Papilionaceae

Genus : Arachis

Spesies : *Arachis hypogaea L.*

II. Morfologi

Morfologi kacang tanah meliputi akar serabut, batang tidak mempunyai kayu, dan mempunyai bulu halus. Batang juga dapat tumbuh menjalar dan tegak. Kacang tanah memiliki daun majemuk yang mempunyai sirip genap, yang terdiri atas empat anak daun dengan helaian daun dan tangkai daun yang agak panjang. Helaian anak daun berfungsi untuk memperoleh sinar dari

matahari dalam jumlah banyak. Sedangkan bunganya tumbuh di bagian ketiak daun. Setiap bunga dari tanaman kacang tanah ini memiliki tangkai yang panjang dan mempunyai warna putih. Mahkota bunga (*corolla*) dari tumbuhan kacang tanah ini berwarna kuning. Bunga kacang tanah ini bersifat geotropis positif dan dapat melakukan penyerbukan sendiri. Penyerbukan terjadi saat bunganya belum mekar.

Tabel 2. 1 Komposisi kimia kulit ari kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.)

Komponen	Kadar (%)
Kadar Air	9.5
Kadar Abu	3.6
Lemak	1.8
Lignin	13.2
Protein	8.4
Selulosa	63.5

Sumber : Susanti, 2009

B. Komponen dan Struktur Lignoselulosa

Lignoselulosa adalah salah satu biomasa yang dihasilkan suatu tanaman, dengan komponen utamanya yaitu selulosa sebanyak 30-50%, hemiselulosa sebanyak 20-35%, dan lignin sebanyak 10-25%. Komponen utama ini merupakan pembentuk suatu ikatan kimia yang kompleks dan merupakan salah satu bahan dasar pada sel tumbuhan.

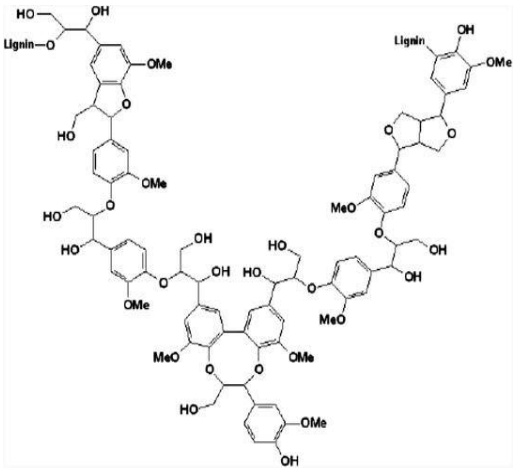
Tabel berikut ini merupakan beberapa komposisi dari lignoselulosa yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komposisi lignoselulosa

Jenis Bahan	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Ampas tebu	50	25	25
Jerami gandum	30	50	15
Kulit Kacang	25-30	25-30	30-40
Tandan kelapa sawit	41, 30-46, 50	25, 30-33, 80	27, 60-32, 50
Tongkol jagung	45	35	15

Sumber : Hermiati et al (2010)

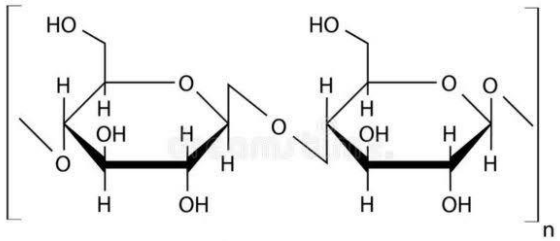
Gambar berikut merupakan struktur dari lignoselulosa, yang dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 2. 1 Struktur lignoselulosa (link.springer.com)

I. Selulosa

Selulosa merupakan suatu polimer glukosa bentuknya seperti rantai linear dan dihubungkan dengan ikatan β-(1,4)-glikosidik. Struktur linear inilah yang menjadikan selulosa mempunyai sifat kristalin dan menjadi sulit larut. Proses degradasi pada selulosa tidak mudah dengan cara kimia maupun cara mekanis. Gambar berikut ini merupakan struktur selulosa yang disajikan dalam Gambar 2.3.

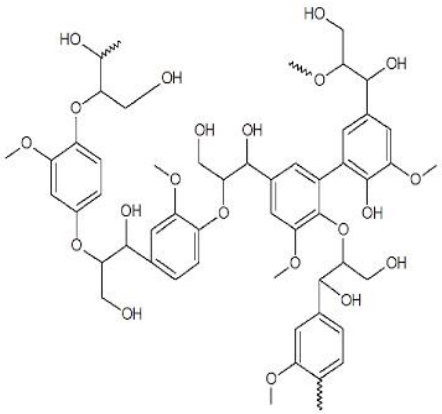


Gambar 2. 2 Struktur selulosa (slideplayer.info)

II. Lignin

Lignin merupakan salah satu bagian penting pada dinding sel tanaman. Lignin juga merupakan salah satu polimer paling banyak sesudah selulosa. Berbeda dengan selulosa dan hemiselulosa, walaupun lignin tersusun dari hidrogen, karbon, dan oksigen, tetapi lignin bukan suatu karbohidrat.

Lignin merupakan suatu kompleks heteropolimer dan mempunyai berat molekul yang tinggi. Tiga jenis unit fenilpropana yang tersusun pada lignin yaitu *p*-kumaril, koniferil, dan sinapil alkohol (Girisuta., *et al*., 2007). Gambar berikut merupakan struktur lignin yang disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Struktur lignin (dictio.id)

Lignin merupakan polimer yang kadar fenoliknya tinggi, cukup mudah teroksidasi, serta berwarna kecoklatan. Biasanya cukup stabil jika bereaksi dengan asam mineral pada umumnya, tapi juga dapat larut di dalam larutan basa dengan kondisi panas serta larutan ion bisulfit dengan kondisi yang panas juga.

Titik pelunakan dan titik leleh lignin rendah. Lignin pada kayu dengan jenis berdaun jarum melunak dengan suhu 80-90 ^{0}C dalam keadaan basah dan 120 ^{0}C dalam keadaan kering, serta dapat meleleh pada suhu 140-150 ^{0}C.

C. Proses Produksi Bioetanol

I. Proses *Pretreatment* (Delignifikasi)

Proses *pretreatment* dan proses hidrolisis. Kedua proses ini merupakan tahapan yang sangat penting karena dapat mempengaruhi hasil etanol. Proses *pretreatment* dapat dilakukan secara biologi, kimia, kimia-fisika, fisika, maupun gabungan dari beberapa proses itu (Sun & Cheng, 2002).

1) Proses *pretreatment* secara biologi. Metode ini menggunakan bantuan mikroorganisme.

2) Proses *pretreatment* secara kimia. Pada proses *pretreatment* dengan bahan kimia diantaranya proses hidrolisis asam, proses hidrolisis basa, proses delignifikasi oksidatif, serta ozonolisis.
3) Proses *pretreatment* secara kimia fisika antara lain adalah CO_2 *explosion dan steam explosion,* serta *ammonia fiber explosion* (AFEX). Proses tersebut berlangsung dengan cara partikel dari biomassa dikerjakan pada temperatur dan tekanan yang tinggi, kemudian tekanan proses diturunkan dengan cepat. Sehingga bahan mengalami dekompresi eksplosif pada proses ini.
4) Proses *pretreatment* secara fisik antara lain berupa pengecilan ukuran secara mekanik. Proses ini dilakukan bertujuan untuk mengecilkan ukuran dan mengurangi kristalinitas selulosa.

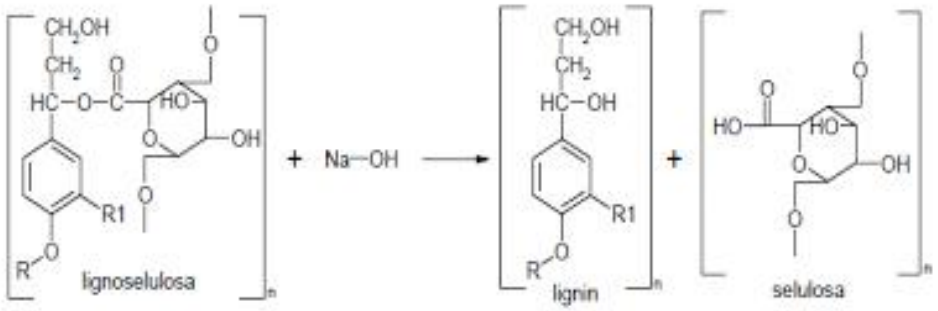
Saat proses produksi bioetanol dari biomassa yang mengandung lignoselulosa. Bahan utama yang digunakan untuk proses pembuatan bioetanol adalah selulosa yang telah dihasilkan dari proses hidrolisis. Sehingga lignin yang membungkus lignoselulosa harus dipisahkan.

Senyawa pengikat yaitu lignin dapat menyebabkan sulitnya melakukan proses hidrolisa lignoselulosa. Selain itu lignin juga sangat kuat dalam menjaga selulosa serta juga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba saat melakukan proses fermentasi tersebut terhambat.

Selanjutnya proses delignifikasi. Proses ini berfungsi untuk menghilangkan lignin dari selulosa. Delignifikasi yang sangat sering digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah menggunakan NaOH dengan konsentrasi rendah. Kegunaan dari NaOH dengan konsentrasi rendah bisa

mendegradasi lignin dengan cara dirusaknya struktur pada amorf dan juga kristalin, dapat membuat lignin dan hemiselulosa larut, serta mengakibatkan struktur selulosa berkembang (Gunam, *et al*., 2010).

Gambar berikut ini merupakan reaksi dari proses delignifikasi lignoselulosa, yang dapat dilihat pada Gambar 2. 5.



Gambar 2. 5 Reaksi delignifikasi lignoselulosa (Jufrinaldi,2018)

II. Hidrolisis

Hidrolisis adalah suatu proses yang dilakukan untuk memecah gula yang kompleks menjadi gula yang sederhana. Saat hidrolisis dilakukan, terjadi perubahan pada selulosa menjadi sukrosa atau selobiosa dan kemudian berubah menjadi gula yang sederhana contohnya glukosa. Dari proses hidrolisis ini dihasilkan komponen dari hemiselulosa berupa campuran gula yang sederhana contohnya arabinosa, galaktosa, glukosa, dan xylosa.

Hidrolisis asam dan enzimatik adalah dua metode paling penting. Proses hidrolisis banyak digunakan untuk lignoselulosa. Pada selulosa yang dihidrolisis secara enzimatik dapat memberikan hasil etanol berupa *yield* yang lebih dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya yaitu metode hidrolisa dengan asam. Namun proses ini lebih sederhana, tidak

melakukan perlakuan spesifik, teknologi sederhana, pengaturan kondisi proses yang mudah, waktu proses lebih singkat, serta biaya yang murah. Hal tersebut jika dibandingkan dengan proses hidrolisis enzimatik. Kedua metode tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing- masing.

Pada hidrolisis asam, asam yang digunakan yaitu asam sulfat. Pada proses hidrolisis dengan menggunakan asam, lebih memilih asam sulfat dikarenakan asam sulfat sudah banyak digunakan dan juga diteliti khususnya untuk proses hidrolisis asam. Apabila dibandingkan dengan zat asam lain contohnya asam klorida (HCl), tingkat kereaktivitasan dari asam sulfat lebih rendah untuk memungkinkan lebih kecil terjadinya proses degradasi pada glukosa berubah menjadi senyawa turunan dari furfuraldehid. Apabila suatu asam yang mempunyai konsentrasi tinggi / kuat mempunyai reaktivitas yang tinggi, maka hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya proses degradasi gula hasil hidrolisis (Menurut Budiyanto et al dalam Mardina Primata, 2013).

Proses hidrolisis asam menggunakan asam pekat adalah salah satu teknik yang digunakan untuk menghasilkan gula yang lebih banyak yaitu sebanyak 90% (teoritik). Apabila dibandingkan dengan hidrolisis asam yang menggunakan asam encer. Proses hidrolisis asam menggunakan asam dengan konsentrasi pekat dapat menghasilkan etanol dengan jumlah yang lebih banyak dan juga bisa dikerjakan pada temperatur rendah. Apabila asam digunakan mempunyai konsentrasi yang sangat tinggi sebesar 30-70%, maka akan mengakibatkan permasalahan yaitu peralatan yang digunakan dapat mengalami korosi, sehingga peralatan tersebut harus

diganti dengan peralatan metal yang dibuat khusus. Biaya yang dibutuhkan cukup banyak, sehingga proses hidrolisis asam menggunakan asam pekat memerlukan investasi dan juga pemeliharaan yang sangat tinggi. Kemudian salah satu kekurangan menggunakan asam pekat yaitu pada saat proses *recovery* dihasilkan limbah berupa kapur / gypsum yang sangat banyak serta asam pekat juga membutuhkan energi yang besar (Taherzadeh & Karimi, 2008).

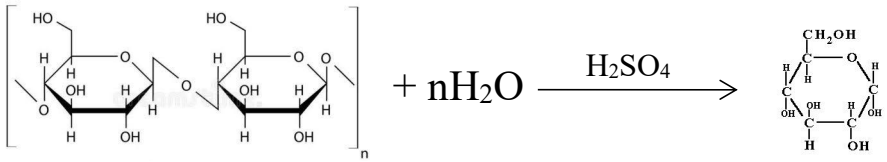
Saat hidrolisis menggunakan zat asam, penggunaan asam dengan konsentrasi rendah sering disebut juga dengan hidrolisis asam dengan dua tahapan (*two acid hydrolysiss*). Proses hidrolisis asam encer memiliki keuntungan, beberapa diantaranya yaitu proses hidrolisis yang cepat, mudah didapat, serta harga yang murah (Taherzadeh & Karimi, 2008).

Penggunaan asam dengan konsentrasi rendah saat hidrolisis dengan tekanan serta suhu yang lebih dengan menggunakan waktu yang singkat. Menggunakan asam dengan konsentrasi rendah ini, bertujuan agar dapat menghidrolisis selulosa bereaksi mencapai 50%. Kelebihan yang pertama dari proses hidrolisis menggunakan asam dengan konsentrasi rendah ini yaitu tidak memerlukan *recovery* zat asam dan juga tidak ada zat asam yang hilang saat melakukan hidrolisis.

Skema reaksi pada proses hidrolisis dengan asam yaitu pada dua unit gula, proton dari suatu asam akan bereaksi dengan ikatan glikosidik oksigen secara cepat sehingga membentuk suatu asam yaitu asam konjugasi, asam ini dapat menyebabkan konformasi yang tidak stabil. Hal ini mengakibatkan terputusnya ikatan pada C-O serta asam konjugasi

tersebut bebas pada konformasi yang tidak stabil. Terdapatnya kandungan air akan menyebabkan OH^- pada air akan berikatan dengan ion karbanium pada sistem. Hal ini dapat mengakibatkan pembebasan proton dan gula. Interaksi di dua gula yang lain akan berlangsung cepat dengan ikatan glikosidik oksigen apabila terbentuknya proton. Proses tersebut berkelanjutan sampai semua glukosa yang dihasilkan telah didapatkan sempurna dari proses hidrolisis selulosa tersebut (Xiang, 2003).

Gambar berikut ini merupakan reaksi hidrolisis selulosa oleh asam, yang disajikan pada Gambar 2.6.



Selulosa Glukosa

Gambar 2. 6 Reaksi hidrolisis selulosa oleh asam (Osvaldo, dkk., 2012)

III. Fermentasi

Proses fermentasi adalah suatu proses perubahan glukosa menjadi etanol. Proses fermentasi ini dilakukan untuk menghasilkan suatu senyawa yang lebih sederhana dari proses penguraian senyawa kompleks, dengan menggunakan bantuan dari mikroorganisme sampai menghasilkan energi. Salah satu mikroorganisme yang digunakan biasanya yaitu khamir. Produk metabolit utama dari proses fermentasi ini adalah etanol, CO_2, dan air, namun pada beberapa produk lain menghasilkan etanol, CO_2, dan air yang cukup.

Reaksi pada proses fermentasi etanol dari bahan baku gula sebagai berikut.

$$\text{Glukosa} \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 + 2\ ATP + 5\ Kkal$$

Dari reaksi diatas, dapat diketahui bahwa dihasilkan energi bebas sebanyak 70%, kemudian dibebaskan menjadi panas, karbohidrat sebanyak 100% (teoritis) diubah menjadi CO_2 sebanyak 48,9% dan etanol sebanyak 51%.

Proses fermentasi glukosa menjadi alkohol terjadi perubahan anaerobik oleh bantuan mikroorganisme. Jenis mikroorganisme yang dapat digunakan pada fermentasi etanol beberapa diantaranya yaitu *Kluyveromyces sp, S.cerevisiae, Svhizosaccharomyces sp,* dan *S. uvarum* . Biasanya khamir dapat memproduksi etanol dan tumbuh pada kondisi pH 3,5 sampai 6,0 dan kondisi temperatur 28˚C sampai 35˚C. Meningkatnya laju awal proses produksi etanol menyebabkan suhu menjadi lebih tinggi, tetapi produktifitas keseluruhan menjadi turun. Hal ini disebabkan pengaruh dari meningkatnya etanol yang dihasilkan. Mikroorganisme yang biasa ditambahkan pada saat fermentasi etanol dilakukan yaitu khamir *S. cerevisiae.* Mikroorganisme ini bersifat fluktuatif anaerobik, dan juga dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada pH 4.0-4.5 dengan suhu 30˚C (Habibah, 2015).

Khamir *S. cerevisiae* cukup sering ditambahkan pada proses fermentasi untuk menghasilkan etanol. Hal ini dikarenakan *S. cerevisiae* dapat menghasilkan etanol cukup banyak, dapat mentoleransi etanol dengan kadar yang tinggi, tetap stabil saat proses fermentasi berlangsung, serta mampu hidup pada suhu tinggi dan pH rendah. *S. cerevisiae* ini juga dapat aktif dalam melakukan proses fermentasi pada kondisi temperatur 4˚C sampai 32 ˚C.

D. Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) dibuat dengan cara fermentasi gula yang berasal dari karbohidrat, menggunakan bantuan mikroorganisme. Diantara beberapa jenis biofuel salah satunya yaitu bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan melalui beberapa proses diantaranya yaitu proses *pretreatmen* yang berfungsi untuk memaksimalkan bioetanol, proses destilasi yang berfungsi untuk mendapatkan hasil bioetanol dengan kadar yang tinggi, dan selanjutnya proses fermentasi yang berfungsi untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol dengan bantuan mikroorganisme. Jika bioetanol akan digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) maka harus dilakukan analisa pemurnian hingga kadarnya menjadi lebih tinggi yaitu 99% umumnya sering disebut juga *Fuel Grade Ethanol* (FGE) atau Bioetanol Fuel Grade.

Kategori etanol dalam kelompok utama, yaitu:

1. Etanol dengan konsentrasi 95% sampai 96% yang biasanya disebut dengan etanol berhidrat, dibagi menjadi3 jenis sebagai berikut.
   a) Etanol teknis, digunakan untuk desinfektan, pelarut, bahan bakar spritus, dan minuman.
   b) Etanol tingkat industri, digunakan untuk pelarut dan bahan baku industri.
   c) Etanol tingkat rendah, untuk minuman kualitas tinggi.

2. Etanol konsentrasi > 99,5% biasanya digunakan untuk bahan bakar. Apabila dilakukan pemurnian lebih lanjut akan berguna pada keperluan laboratorium analisis dan juga bagian farmasi. Etanol ini disebut juga dengan alkohol kering atau etanol anhidrat yaitu etanol yang mengandung sedikit air atau bebas dari kandungan air (Prihandana, 2007).

Pada penelitian kali ini, jenis etanol yang dihasilkan yaitu etanol dengan konsentrasi < 99,5%.

Berikut ini merupakan sifat fisika dari etanol berdasarkan SNI 06-3565-1994 yang akan disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Sifat fisik etanol

Parameter	Etanol
Berat Molekul	46
Massa jenis (g/mL)	0,7851
Indeks Bias	1,3633
Panas Evaporasi (cal/g)	204
Rumus Kimia	C_2H_5OH
Titik Beku (°C)	-112,4
Titik Didih (°C)	78,4
Titik Nyala (°C)	13
Kekentalan pada 20° (Poise)	0,0122

Sumber: Badan Standar Nasional

Inti dari tahapan produksi bioetanol yaitu tahap fermentasi gula, dari gula berupa fruktosa, sukrosa ataupun glukosa menggunakan bantuan mikroorganisme berupa ragi atau *yeast*. Saat proses ini berlangsung terjadi perubahan

menghasilkan etanol dan gas karbonmonoksida menjadi gula. Biasanya proses pembuatan bioetanol terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu, persiapan bahan baku dan proses *pretreatment* atau pendahuluan, selanjutnya proses hidrolisis, kemudian proses fermentasi dan terakhir proses pemurnian bioetanol. Pada awal tahapan harus melakukan persiapan dan *pretreatmen*, karena bahan utama yang berupa padatan diubah terlebih dahulu menjadi gula yang berbentuk cair, selanjutnya dilakukan proses fermentasi selanjutnya untuk menghasilkan bioetanol. Berbeda dengan bahan baku yang berwujud cair contohnya molase tidak perlu dilakukan proses persiapan sebelum fermentasi (Arnata, 2009).

Berikut ini nilai baku mutu produk bioetanol menurut SNI 7390-2008 yang disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 2.4 Nilai baku mutu produk bioetanol menurut SNI 7390-2012

Parameter	Unit, Min/Max	Spesifikasi
Kadar Etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) 94,0 (setelah denaturasi)
Kadar Metanol	mg/L, max	300
Kadar Air	%-v, max	1
Kadar Denaturasi	%-v, min %-v, max	2 5
Kadar Cu	mg/kg, max	0,1
Keasaman	mg/L, max	30
Tampakan	Jernih dan tidak ada endapan	

Kadar Ion Klorida	mg/L, max	40
Kandungan Sulfur	mg/L, max	50
Kadar Getah (gum), dicuci	mg/100 mL, max	5,0
pH		6,5-9,0

Sumber : Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta 2018

E. Pengujian Baku Mutu Produk Bioetanol

I. Fourier Transform Infra-Red (FT-IR)

Spektrofotometri *infra red* atau bisa disebut juga dengan spektrofotometri infra merah adalah metode dengan mengamati pengaruh radiasi elektromagnetik dengan molekul yang berada pada daerah serapan panjang gelombang 0,75-1000 μm atau pada bilangan gelombang 13000-10 cm^{-1}. Apabila dibandingkan panjang gelombang sinar ultraviolet dengan panjang gelombang sinar tampak, maka panjang gelombang sinar infra merah lebih panjang, namun mempunyai energi yang rendah. Energi vibrasi molekul berkaitan juga dengan sinar infra merah.

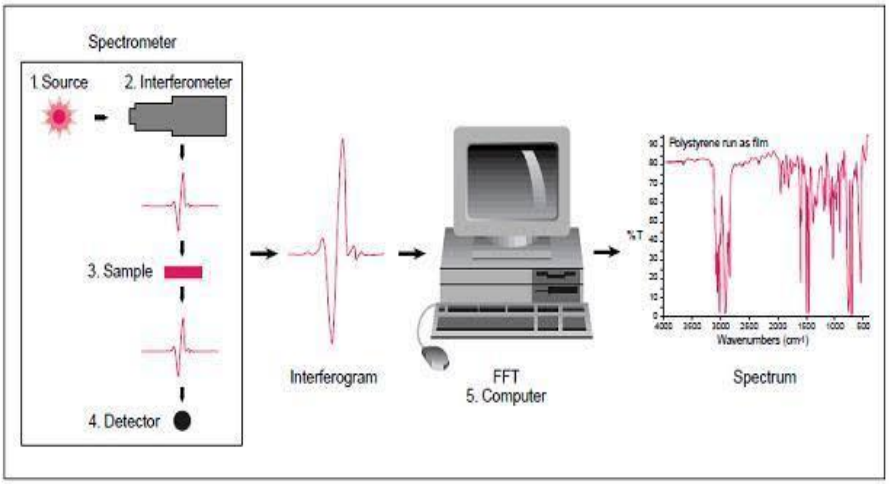
Pada saat sekarang ini telah banyak diketahui jenis gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang beragam. Spektrum elektromagnetik merupakan salah satu contoh spektrum yang terbentuk dari kumpulan panjang gelombang.

Berdasarkan daerah panjang gelombangnya, sinar infra merah terbagi dari beberapa daerah, yaitu :

1. Daerah infra merah dekat (0,72-2,6 μm)

2. Daerah infra merah pertengahan (2,5-50 μm)
3. Daerah infra merah jauh (50-1000 μm)

Komponen peralatan spektrofotometri infra red disajikan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Komponen FTIR

II. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur transmitan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrofotometer merupakan gabungan dari alat optic dan elektrik serta sifat-sifat kimia fisiknya. Spektrofotometer sesuai dengan namanya merupakan alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorbsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi cahaya secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Sel pengabsorbsi untuk mengukur perbedaan absorbsi antara cuplikan dengan blanko ataupun pembanding. Spektrofotometer Uv-Vis merupakan spektrofotometer yang digunakan untuk

pengukuran didaerah ultra violet dan didaerah tampak. Semua metode spektrofotometri berdasarkan pada serapan sinar oleh senyawa yang ditentukan, sinar yang digunakan adalah sinar yang semonokromatis mungkin. Spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa. Spektrofotometri UV/Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar saat analisis, sehingga spetrofotometer UV/Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibanding kualitatif. Spektrofotometri UV-vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (200 –350 nm) dan sinar tampak (350 – 800 nm) oleh suatu senyawa. Serapan cahaya uv atau cahaya tampak mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi.Dimana detector dapat mengukur intensitas cahaya yang dipancarkan secara tidak langsung cahaya yang diabsorbsi. Tiap media akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada senyawa atau warna yang terbentuk.

Spektrofotometri UV-Vis merupakan gabungan antara spektrofotometri UV dan Visible. Alat ini menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda, yaitu sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visible. Larutan yang dianalisis diukur serapan sinar ultra violet atau sinar tampaknya. Konsentrasi larutan yang dianalisis akan sebanding dengan jumlah sinar yang diserap oleh zat

yang terdapat dalam larutan tersebut. Berikut ini gambar dari peralatan spektrofotometer UV-Vis.

Gambar 2.8 Spektrofotometer UV-Vis

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Proses delignifikiasi merupakan proses pemisahan antara lignin dan selulosa. NaOH 15% sangat optimum digunakan karna mampu memisahkan lignin dan selulosa dengan baik, didapatkan kadar lignin yaitu 22,23%. Semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka semakin sedikit kadar lignin.
2. Proses hidrolisis bertujuan mengubah selulosa menjadi glukosa dengan waktu yang baik untuk proses mengubah selulosa menjadi glukosa pada penelitian ini yaitu selama 5 jam ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa yaitu 294,22 ppm.
3. Proses fermentasi bertujuan menghasilkan bioetanol dari glukosa. pH sebelum fermentasi diatur pada pH 3 bertujuan agar bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dapat hidup. Glukosa 6% dan 8% mendapatkan hasil yang baik yaitu pH 5. Fermentasi dilakukan secara anaerob dengan waktu optimum selama 7-10 hari.
4. Pengujian karakterisasi bioetanol didapatkan hasil massa jenis 0,7995 g/mL dengan kadar bioetanol 93% dan massa jenis 0,79552 g/mL dengan kadar bioetanol 95%, bioetanol larut dalam air, pH yang baik sebelum fermentasi pH 3 dan sesudah fermentasi pH 6, bioetanol memiliki wujud yang cair dan jernih, serta aroma bioetanol yang khas.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk peneliti selanjutnya melakukan penelitian mengenai kadar denaturan hidrokarbon atau denaturan benzoat, kadar ion klorida (Cl), kadar belerang (S), dan melakukan pemurnian pada bioetanol.

DAFTAR PUSTAKA

Arnata, I., 2009. *Teknologi Bioproses Pembuatan Bioetanol dari Ubi Kayu Menggunakan Trichoderma viridae, Aspergillus niger dan Saccharomyces cerevisiae,* Bogor: IPB.

Asngad, A., I. Siti, & S. Siska. 2016. Pemanfaatan Kulit Kacang dan Bulu Ayam Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Kertas Melalui *Chemical Pulping* dengan Menggunakan NaOH dan CaO. *Bioeksperimen*, 2(1): 25-32.

Azizah, N, dkk. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol. 1 No. 2 Hal 72-77.

Budiyanto, M.AK,. 2003. Mikrobiologi Terapan. Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang

Dewanti, Dian Purwitasari. 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk bahan baku bioplastik Ramah Lingkungan.

Fuadi, A.M., K. Harismah, & A. Setiawan. 2015. *Hidrolisis Enzimatis KertasBekas Dengan Variasi Pemanasan Awal.* Surakarta, University ResearchColloquium.

Girisuta, B., L. Janssen, & H. Heeres. 2007. Kinetic Study on Cellulosa to Levulinic Acid. *Industrial & Engineering Chemistry Research,* 46: 1696-1708.

Gunam, I.B., Buda & Guna, 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergilus niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi,* XIV: 56-61.

Habibah, F. 2015. *Produksi Substrat Fermentasi Bioetanol dari Alga MerahGracilaria verrucosa Melalui Hidrolisis Enzimatik dan Kimia.* Skripsi.Semarang: Jurusan Kimia FMIPA Unnes.

Hermiati, E., D. Mangunwidjaja, T.C. Sunarti, O. Suparno, & B. Prasetya. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian,* 29(4): 121-130.

Jufrinaldi. 2018. Isolasi Selulosa dari Bagas Tebu melalui Pemanasan Iradiasi Gelombang Mikro. Universitas Pamulang.