

## PENGARUH PENAMBAHAN $\text{FeCl}_3$ DAN $\text{Al}_2\text{O}_3$ TERHADAP KADAR LIGNIN PADA DELIGNIFIKASI TONGKOL JAGUNG DENGAN PELARUT $\text{NaOH}$ MENGGUNAKAN BANTUAN GELOMBANG ULTRASONIK

**Nufus Kanani, Rahmayetty, Endarto Yudo W**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
nufuskanani@yahoo.com

### Abstrak

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah lignoselulosik yang banyak tersedia di Indonesia salah satunya di Propinsi Banten. Limbah lignoselulosik adalah limbah pertanian yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Limbah tongkol jagung, mengandung selulosa (40-60%), hemiselulosa (20-30%) dan lignin (15-30%). Untuk dapat memanfaatkan kandungan selulose yang terkandung pada tongkol jagung secara optimal, maka perlu dipisahkan kandungan lignin yang terdapat pada tongkol jagung tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan  $\text{FeCl}_3$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada proses delignifikasi tongkol jagung dengan pelarut  $\text{NaOH}$  menggunakan bantuan gelombang ultrasonik. Pada penelitian terdahulu, diperoleh kandungan lignin dalam selulosa menggunakan pelarut  $\text{NaOH}$  dengan bantuan gelombang ultrasonik pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  dan frekuensi ultrasonik sebesar 40 KHz yaitu 40%. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan proses delignifikasi pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  dengan frekuensi ultrasonik sebesar 40 kHz dengan penambahan rasio  $\text{FeCl}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{FeCl}_3$  dan  $\text{FeCl}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3$  masing-masing 0:1 ; 1:1 dan 2:1. Hasil uji dengan menggunakan metode Chesson menunjukkan bahwa kandungan lignin terkecil dalam selulosa adalah 12% pada rasio perbandingan  $\text{NaOH} : \text{Al}_2\text{O}_3$  1:2.

**Kata Kunci :** Delignifikasi, Tongkol Jagung, Ultrasonik, Selulos

### Abstract

Corn cob is one of the most widely lignocellulosic wastes in Indonesia, especially in Banten Province. Corn cob is agricultural lignocellulose waste containing (40-60%) cellulose, (20-30%) hemicellulose and (15-30%) lignin. To be able use the cellulose containing in corn cobs optimally, it is necessary to separate the lignin content from cellulose in corn cob. The purpose of this research was to study the effect of  $\text{FeCl}_3$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  on corncob delignification using  $\text{NaOH}$  by ultrasound assisted. In the previous research, the result showed that lignin content in cellulose using  $\text{NaOH}$  by ultrasound assisted at  $60^\circ\text{C}$  and 40 KHz of ultrasonic frequency was 40%. Hence, in the main reseach, the delignification was conducted at  $60^\circ\text{C}$  and 40 KHz of ultrasonic frequency with the solven addition varied  $\text{FeCl}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{FeCl}_3$  dan  $\text{FeCl}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3$  was 0:1 ; 1:1 and 2:1. The result was then measured by Chesson method. It gave the smallest lignin content in cellulose about 12% at  $\text{NaOH} : \text{Al}_2\text{O}_3$  ratio 1:2.

**Keywords :** Delignification, Corn cob, Ultrasonic, Sellulose

### PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu produk pertanian yang banyak dihasilkan di negara Indonesia. Pada tahun 2007 produksi jagung nasional mencapai 12.287.527 ton dan

meningkat menjadi 14.854.050 ton pada tahun 2008 dan akan terus meningkat (Purwono, 2007). Produksi jagung tahun 2015 mencapai 11,87 ribu ton pipilan kering atau meningkat sebesar 12,90 persen bila dibandingkan tahun 2014 yang mencapai 10,51 ribu ton.

Peningkatan ini sangat dipengaruhi oleh naiknya luas panen sebesar 11,61 persen dan peningkatan provitas sebesar 1,15 persen. (BPS 2018). Dengan bertambahnya kenaikan produksi jagung maka akan terjadi kenaikan dari biomassa atau bagian tanaman yang tidak di manfaatkan. Salah satu bagian yang tidak dimanfaatkan dari jagung adalah tongkol jagung yang terkandung 30% dari jagung utuh (fachry,2013). Sehingga dari data produksi jagung dan kandungan tongkol jagung dalam jagung utuh, di Indonesia potensi limbah tongkol jagung mencapai 356.100 ton per tahun.

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah lignoselulosik yang banyak tersedia di Indonesia. Limbah lignoselulosik adalah limbah pertanian yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulose merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Shofiyanto, 2008). Limbah pertanian (termasuk tongkol jagung), mengandung selulosa (40-60%), hemiselulosa (20-30%) dan lignin (15-30%). Selama ini, limbah tongkol jagung belum dimanfaatkan secara optimal.

Proses delignifikasi untuk memperoleh selulose dari limbah tongkol jagung menggunakan pretreatment kimia telah

dilakukan oleh Kanani (2017). Dari kadar selulose yang dimiliki oleh limbah tongkol jagung sebesar 40-60%, hanya sekitar 23% yang dapat terambil menggunakan pretreatment kimia ini. Umumnya pretreatment kimia ini memerlukan waktu yang lama dan biasanya menggunakan pelarut dalam jumlah yang banyak. Menurut Hayati at al (2012) proses ekstraksi dengan suhu tinggi diketahui dapat mendegradasi komponen-komponen yang sensitif terhadap panas, oleh karena itu perlu dicari proses non thermal yang mampu meningkatkan efektifitas ekstraksi agar waktu yang dibutuhkan dalam proses ekstraksi tidak terlalu lama. Salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas dan efektifitas ekstraksi ada dengan menggunakan metode ekstraksi non thermal yaitu dengan sonikasi (Santos et al., 2009). Pada penelitian ini akan dilakukan pemanfaatan limbah tongkol jagung untuk memproduksi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan menggunakan gelombang radiasi ultrasonik.

Jagung mengandung kurang lebih 30 % tongkol jagung sedangkan sisanya adalah kulit dan biji. Tongkol jagung merupakan simpanan makanan untuk pertumbuhan biji jagung bervariasi antara 8 – 42 cm. garis tengah tongkol jagung pada umumnya 3 – 5 cm, tetapi tongkol yang besar dapat mencapai garis tengah 7.5 cm. Komposisi serat dalam tongkol jagung dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Komposisi Tongkol Jagung

Komposisi	%
Kadar air	13,9
Abu	1,17
Analisa kandungan zat kimia	
C	43,42
H	6,32
O	46,69
N	0,67
S	0,07
Abu	2,30
HHV (MJ/Kg)	14,7 – 18,9
Selulosa	41
Hemiselulosa	36
Lignin	16
Air dan lain- lain	7

Sumber : Lachke, 2002; Saha, 2002

Lignoselulosa adalah komponen utama tanaman yang menggambarkan jumlah sumber bahan organik yang diperbaharui. Unsur utama dari ligniselulosa adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Perez, et al, 2002). Lignoselulosa tersusun dari mikrofibril-mikrofibril selulosa yang membentuk kluster-kluster, dengan ruang antar mikrofibril terisi dengan hemiselulosa, dan kluster-kluster tersebut terbebat kuat menjadi satu kesatuan oleh lignin (Soerawidjaja dan Amiruddin, 2007). Jadi secara kimia, lignoselulosa terdiri atas tiga komponen utama yaitu lignin, hemiselulosa, selulosa dan sedikit kandungan ekstraktif.

Komponen lignoselulosa merupakan sumber utama untuk menghasilkan produk bernilai seperti gula dari hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi. Adanya faktor-faktor tersebut menyebabkan diperlukannya suatu informasi mengenai karakter dan komposisi lignoselulosa limbah serta tingkat degradabilitas enzimatis selulosa dari masing-masing limbah bila dihidrolisis secara langsung tanpa proses pretreatment. Proses pretreatment merupakan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur maupun ukuran dengan memecah dan mengurangi kandungan lignin dan hemiselulosa.

Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin bersifat termoplastik, dapat melunak pada suhu tinggi (120°C). Lignin merupakan bahan adesif yang sangat efektif dan ekonomis, yang berperan sebagai bahan pengikat. Lignin juga dikenal sebagai bahan baku yang mampu mengikat ion logamserta mencegah logam untuk bereaksi dengan komponen lain dan menjadikannya tidak larut dalam air. Lignin adalah material yang paling kuat dalam biomassa, namun sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatis, maupun kimia. Lignin merupakan komponen yang sangat sulit didegradasi. Komposisi lignin terdiri dari polimer aromatic yang unitnya dihubungkan oleh ikatan eter dan karbon-karbon. Fungsi utama lignin pada tumbuhan adalah memperkuat struktur tumbuhan (Indraini, 2005 dan Girisuta, 2007).

Menurut Anindyawati, Trisanti. 2010, lignin merupakan senyawa yang terdiri dari unit fenilpropana dan turunannya yang terikat secara tiga dimensi seperti pada gambar 2.3. Struktur

tiga dimensi yang kompleks ini menyebabkan lignin sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme. Komponen lignin pada sel tanaman (monomer guasil dan siringil) berpengaruh terhadap pelepasan dan hidrolisis polisakarida.



Gambar 1. Struktur Lignin

Dari kadar selulose yang dimiliki limbah tongkol jagung sebesar 40-60%, hanya sekitar 23% yang dapat terambil menggunakan pretreatment kimia (Kanani,2017). Umumnya *pretreatment* kimia ini memerlukan waktu yang lama dan menggunakan pelarut dalam jumlah yang banyak. Proses ekstraksi dengan suhu tinggi diketahui dapat mendegradasi komponen-komponen yang sensitif terhadap panas (Fachry,2013). Oleh karena itu perlu dicari proses non thermal yang mampu meningkatkan efektifitas ekstraksi agar dalam proses ekstraksi lebih sedikit waktu yang dibutuhkan dan lebih sedikit *solvent* yang digunakan. Salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas dan efektifitas ekstraksi yaitu dengan menggunakan metode ekstraksi non thermal yaitu dengan sonikasi. Sonikasi merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik (Sholihah,2017).

Ekstraksi yang dibantu oleh getaran ultrasonik merupakan salah satu alternatif metode ekstraksi yang dapat mengatasi keterbatasan yang dimiliki proses ekstraksi secara konvensional (proses *thermal*). Salah satunya yaitu ekstraksi sonikasi, yang merupakan ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik.

Ekstraksi sonikasi dapat meningkatkan efektifitas ekstraksi senyawa alkaloid, flavonoid, dan polisakarida dari berbagai bagian tanaman. Proses sonikasi dimulai dari pembentukan gelombang ultrasonik oleh sumber getaran yang merambat dalam bentuk gelombang mekanik longitudinal dalam medium pelarut. Gelombang mekanik tersebut menyebabkan fenomena

*acoustic streaming* yaitu gelombang mekanik yang dapat menipiskan lapisan dinding sel tongkol jagung (Yuliandari,2017).

Selain itu, medium air yang dirambati gelombang ultrasonik akan mengalami perpindahan pada saat tekanan gelombang tinggi dan akan merenggang pada saat tekanan gelombang rendah diikuti pembentukan gelembung kavitasi yang semakin lama semakin membesar sampai akhirnya pecah. Gelembung yang pecah tersebut melepaskan energi besar yang menumbuk dinding sel tongkol jagung hingga membesarkan diameter pori bahan yang menyebabkan difusi, sehingga membawa material yang ingin diekstrak ke dalam pelarut air yang digunakan.

Proses ekstraksi sonikasi dipengaruhi beberapa faktor, antara lain suhu dan waktu (sholihah,2017).

Suhu pelarut memegang dua peranan penting dalam proses ekstraksi sonikasi. Di satu sisi, penggunaan suhu yang lebih tinggi dapat membantu memecah interaksi yang kuat antar molekul pelarut yang meliputi gaya Van Der Waals, ikatan hidrogen, dan daya tarik menarik dipol antara molekul pelarut hingga terbentuk gelembung kavitasi dan juga akan meningkatkan kelarutan pada proses ekstraksi. Namun, di sisi lain penggunaan suhu yang lebih tinggi dapat mendekomposisi komponen yang sensitif terhadap panas seperti antosianin. Penggunaan suhu yang lebih rendah dapat menghasilkan pembentukan gelembung kavitasi yang lebih cepat dan menghasilkan ledakan gelembung yang lebih besar yang dapat menumbuk dinding sel tongkol jagung. Namun, di sisi lain penggunaan suhu yang lebih rendah mengakibatkan proses difusi tidak secepat yang diharapkan. Oleh karena itu diperlukan suhu yang optimum dalam mengekstrak tongkol jagung (Sholihah,2017).

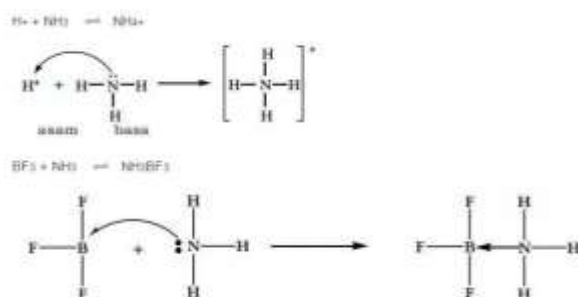
Waktu sonikasi juga dapat mempengaruhi hasil ekstraksi. Semakin lama waktu yang digunakan dalam proses sonikasi, rendemen ekstraksi juga akan semakin meningkat, karena proses perpindahan komponen dari dalam sel ke pelarut (difusi) akan lebih sering terjadi. Faktor suhu dan waktu berperan sangat penting dalam proses ekstraksi sonikasi. Dalam proses ekstraksi sonikasi, terjadi interaksi antara suhu dan waktu. Jika suhu yang digunakan tinggi, maka waktu yang diperlukan dalam proses ekstraksi sonikasi tidak terlalu lama.

Sebaliknya, jika suhu sedikit rendah maka pelarut akan membutuhkan waktu lebih lama untuk berdifusi. Suhu yang lebih tinggi dapat mempercepat proses ekstraksi. Oleh karena itu, diperlukan interaksi antara suhu dan waktu untuk menghasilkan kondisi ekstraksi sonikasi yang optimal. Dalam hal ini, penggunaan waktu sonikasi yang semakin lama menghasilkan rendemen ekstraksi yang lebih tinggi namun menyebabkan penurunan efisiensi proses ekstraksi. Energi yang dibutuhkan untuk proses sonikasi juga semakin besar, karena untuk menghasilkan gelombang ultrasonik dibutuhkan daya listrik yang tinggi (Sholihah,2017).

Cara kerja metode ultrasonik dalam mengekstraksi yaitu dengan cara gelombang ultrasonik yang terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, sehingga melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan keseluruh bagian cairan diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair (Fanggidae, 2013).

Penambahan Asam Lewis berupa  $\text{FeCl}_3$  /  $\text{Al}_2\text{O}_3$  /  $\text{FeCl}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$  dilakukan sesuai dengan teori tentang asam basa menurut Lewis, dimana Asam merupakan suatu Senyawa Kimia (Zat) yang bisa menerima Pasangan Elektron dari Senyawa (Zat) lain atau bisa dikatakan Akseptor pasangan Elektron, sedangkan Basa Menurut Teori Asam Basa Lewis ialah suatu Senyawa Kimia (Zat) yang bisa memberikan pasangan Elektron kepada Senyawa yang lain atau bisa dikatakan sebagai Donor pasangan Elektron (Iathifa, 2015).

Mekanisme pemberian pasangan elektron berdasarkan teori asam Lewis dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Asam lewis

Teori Asam Basa Gilbert Newton Lewis ini merupakan sebuah Teori Asam Basa yang mengembangkan Teori Asam dan Basa Menurut Bronsted Lowry karena teori ini mempunyai keterbatasan dan kelemahan seperti saat menjelaskan reaksi – reaksi yang melibatkan senyawa tanpa prton ( $H^+$ ). Gilbert Newton Lewis berpendapat bahwa masalah Teori Asam-Basa harus diselesaikan dengan landasan Teori Struktur Atom, bukan hanya berdasarkan hasil percobaan (Penelitian) saja (Lathifa,2015).

Teori Asam dan Basa Menurut Lewis pada Gambar 2.7 telah menunjukkan bahwa Ion  $H^+$  (Proton) ialah Asam Lewis karena mampu menerima Pasangan Elektron, sedang  $NH_3$  merupakan Basa Lewis. Lalu pada reaksi antara  $BF_3$  dengan  $NH_3$  pada Gambar diatas yang merupakan Asam Lewis ialah  $BF_3$  karena bisa menerima sepasang Elektron dan teruntuk  $NH_3$  ialah Basa Lewis.

Kelebihan definisi asam basa Lewis adalah dapat menjelaskan reaksi-reaksi asam-basa lain dalam fase padat, gas, dan medium pelarut selain air yang tidak melibatkan transfer proton. Misalnya, reaksi-reaksi antara oksida asam (misalnya  $CO_2$  dan  $SO_2$ ) dengan oksida basa (misalnya  $MgO$  dan  $CaO$ ), reaksi-reaksi pembentukan ion kompleks seperti  $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ,  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ , dan  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ , dan sebagian reaksi dalam kimia organik. (Lathifa,2015).

Dalam hal ini, asam lewis akan mengikat lignin dan hemiselulosa. Asam lewis dapat mengikat lignin dikarenakan lignin juga dikenal sebagai bahan baku yang mampu mengikat ion logam serta mencegah logam untuk bereaksi dengan komponen lain dan menjadikannya tidak larut dalam air (Perdana,2013), sedangkan hemiselulosa lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam (Pradana,2017).

## METODE

Tahapan penelitian ini meliputi persiapan bahan baku berupa tongkol jagung manis dan persiapan bahan-bahan pelarut berupa  $FeCl_3$  /  $Al_2O_3$  /  $FeCl_3 + Al_2O_3$  serta *aquadest*, proses ekstraksi menggunakan bantuan gelombang radiasi ultrasonik dan analisa kandungan lignoselulosa pada tongkol jagung.

### 1. Proses persiapan bahan baku.

Tahapan ini dilakukan sebagai berikut: tongkol jagung potong-potong menjadi ukuran yang kecil kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 hari. Setelah itu tongkol jagung digiling sampai berntuk serbuk dan diayak dngan ayakan 60 mesh sampai diperoleh serbuk tongkol jagung.

### 2. Tahapan delignifikasi serbuk tongkol jagung dengan bantuan gelombang ultrasonik.

Pada tahapan ini, serbuk tongkol jagung dimasukkan pada sonikator. Dengan perbandingan pelarut  $FeCl_3 + NaOH$  dan  $Al_2O_3 + NaOH$  masing-masing 1:1 ; 2:1 dan 1:2. Kemudian dipanaskan pada temperatur  $60\text{ }^\circ C$  selama 2 jam. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan air sampai PH netral, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada temperatur  $105\text{ }^\circ C$  sampai berat konstan.

### 3. Metode pengumpulan data dan analisa

Analisa percobaan yang digunakan pada percobaan ini adalah menggunakan metode Chesson-Datta (Datta 1981). Berikut adalah tahapannya:

#### a. Prosedur analisis kadar air

Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2-3 g, kemudian sampel dimasukkan kedalam cawan porselen yang telah diketahui berat keringnya dan dioven selama 2 jam pada suhu  $100 - 105^\circ C$ . Kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Sampel dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit, dinginkan 2 g Hemiselulosa ampas tebu dimasukkan kedalam erlenmeyer 100 mL Penambahan Buffer citrate pH 4,8 sebanyak 33,6 mL Penambahan enzim selulase sebanyak 6,4 mL dengan konsentrasi 10 FPU Inkubasi di shaker waterbath 200 rpm,  $50^\circ C$ , selama 0, 12, 18 dan 24 jam Filtrat dianalisis kadar gula reduksi 33 dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai berat konstan (selisih penimbangan kurang dari 0,2 gr).

Perhitungan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

#### b. Kadar Hemiselulosa

Pengukuran kadar hemiselulosa dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sebanyak 1-2 gram sampel dicampur dengan 150 ml air destilat, dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air destilat, bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai konstan dan ditimbang beratnya (a). Selanjutnya sampel dicampur dengan 150 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N, dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam, difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air destilat. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai konstan dan ditimbang beratnya (b)

$$\text{Kadar Hemiselulosa(\%)} = \frac{b - c}{a} \times 100\%$$

#### c. Kadar Selulose

Pengukuran kadar selulosa dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sampel yang telah dikeringkan pada analisis hemiselulosa (b) dicampur dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% (v/v) sebanyak 10 mL pada suhu kamar selama 4 jam, kemudian diencerkan menjadi 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 150 mL dan direfluks pada suhu 100°C selama 2 jam.

$$\text{Kadar Selulosa (\%)} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

#### d. Kadar Lignin

Pengukuran kadar lignin dianalisis dengan metode Chesson (Datta, 1981), yaitu sampel yang telah dikeringkan pada analisis

selulosa (c) difiltrasi dengan kertas saring dan terakhir dibilas dengan air destilat. Kemudian bagian padat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai konstan dan ditimbang beratnya (d).

$$\text{Kadar Lignin (\%)} = \frac{d - e}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

- a = ODW awal sampel biomassa lignoselulosa
  - b = ODW residu sampel refluks dengan air panas
  - c = ODW residu sampel setelah direfluks dengan 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - d = ODW residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan kemudian diencerkan menjadi 4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - e = abu dari residu sampel.
- (Chesson, A. 1981 dalam Isroi, 2013)

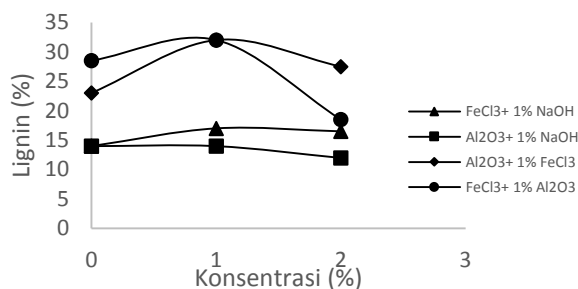
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini dilakukan dengan melakukan penambahan pelarut yang divariasikan antara FeCl<sub>3</sub>+NaOH ; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+NaOH dan FeCl<sub>3</sub>+ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan rasio masing-masing (0:1 ; 1:1 ; 1:2). Serbuk tongkol jagung yang telah dihaluskan ditambahkan pelarut dengan berbagai variasi dan dilakukan delignifikasi dengan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik.

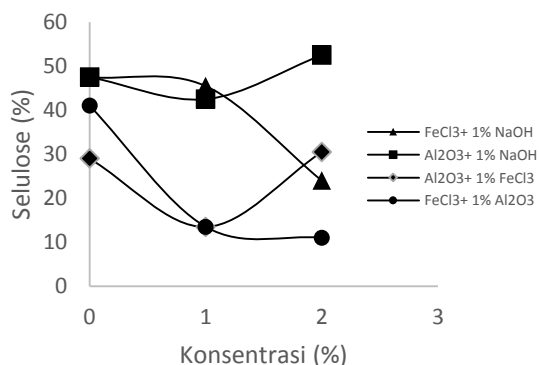
Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil kandungan lignin terkecil dalam selulosa adalah 11% pada rasio perbandingan NaOH : AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2:1. Hasil analisa percobaan dapat dilihat pada Tabel 2 dan profil kadar lignin yang diperoleh disajikan pada gambar 3 berikut ini:

Tabel 2. Hasil Analisa

No	Konsentrasi			Lignin (%)	Selulose (%)
	FeCl3 (%)	NaOH (%)	Al2O3 (%)		
1	0	1		14	47,5
2	1	1		17	45,7
3	2	1		19,5	24
4		1	0	14	47,5
5		1	1	14	42,5
6		1	2	12	52,5
7	1		0	23	29
8	1		1	32	13,5
9	1		2	27,5	30,5
10	0		1	28,8	41
11	1		1	32	13,5
12	2		1	18,5	11



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Terhadap Kadar Lignin



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Terhadap Kadar Lignin

Profil pengaruh kadar lignin diukur pada berbagai variasi konsentrasi pelarut mengalami kenaikan terlebih dahulu kemudian mengalami penurunan. Fenomena ini diduga karena ada penambahan senyawa Asam Lewis berupa  $\text{FeCl}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada pelarut  $\text{NaOH}$ . Pada saat penggunaan Asam Lewis sebagai pelarut, kadar lignin yang terkandung dalam selulose masih sangat tinggi. Namun, pada saat digunakan campuran antara asam lewis dan  $\text{NaOH}$ , maka terjadi penurunan kadar lignin yang terkandung didalam selulose. Penambahan asam lewis pada pelarut  $\text{NaOH}$  akan membuat gugus hidroksil fenolat terprotonasi, berkondensasi dan mengendap dalam pelarut polar, sehingga selulosa akan ikut terdegradasi dan kandungan lignin yang terurai menjadi monomer – monomer dan monomer tersebut bereaksi dengan lignin yang masih ada pada serbuk tongkol jagung sehingga menghasilkan suatu lignin baru. (Pratiwi *et al*, 2016). Kadar lignin terendah yang

terkandung dalam selulose di dapat pada rasio perbandingan  $\text{NaOH} : \text{Al}_2\text{O}_3$  1:2 yaitu sebesar 12%.

## KESIMPULAN

Penambahan Asam Lewis pada pelarut  $\text{NaOH}$  dapat mempengaruhi proses delignifikasi. Pelarut yang digunakan adalah  $\text{FeCl}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{NaOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{FeCl}_3$  dan  $\text{FeCl}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3$  dengan masing-masing rasio 0:1 ; 1:1 dan 2:1. Hasil terbaik didapatkan pada rasio perbandingan  $\text{NaOH} : \text{Al}_2\text{O}_3$  1:2 dengan kadar lignin yang terkandung dalam selulose sebesar 12%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada lembaga penelitian dan pengabdian masyarakat (LPPM) Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai penyandang dana dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvira P, Thomas –Pejo E, Ballosteros M, Negro MJ. *Pretreatment Technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis : a review*. Bioresour Technol 2010; 101:4851-61.
- Amin A., Sitorus S., Yusuf B. 2016. Pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai arang aktif dalam menurunkan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu menggunakan teknik . *Jurnal Kimia Mulawarman Vol 13 ( 2)*.
- Anindyawati, Trisanti. 2010. *Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian untuk Pupuk Organik*. Berita Selulosa. Vol. 45. No. 2: 70-77
- Azhary H., Dodi. 2010. *Pembuatan Pulp dari Batang Rosella dengan Proses Soda*. Sriwijaya : Universitas Sriwijaya
- Bahri, Syamsul. 2015. *Pembuatan Pulp dari Batang Pisang*. Lhokseumawe:Universitas Malikussaleh
- Balat M, Balat H, dan Oz C. 2008. *Progress in bioethanol processing*. *Progress in Energy and Combustion Science* 34:551–573.
- BPS. 2018. *Produksi Jagung Menurut Provinsi (TON)*. Diakses tanggal 1 Maret



- Casey, J.P. 1960. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. John and Wiley and Son. New York.
- Earle MJ dan Seddon KR. 2000. *Ionic liquids: Green solvents for the future*. Pure and applied chemistry, 72(7): 1391-1398.
- Fitriani, A. (2003). Kandungan Ajmalisin pada Kultur Kalus *Catharanthus roseus* (L.) g. Don setelah Dielisis Homogenat Jamur *Pythium aphanidermatum* Edson Fitzp.[Online] Tersedia :[http://tumoutou.net/6\\_sem2\\_023/any\\_fitriani.htm](http://tumoutou.net/6_sem2_023/any_fitriani.htm). Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Garcia-Cubero MT, González-Benito G, Indacochea I, Coca M, dan Bolado S. 2009. *Effect of ozonolysis pretreatment on enzymatic digestibility of wheat and rye straw*. Bioresource Technology, 100(4): 1608-1613.
- Girisuta, B. 2007. Levulinic Acid from Lignocellulosic Biomass. Proefschrift University of Gronigen dalam Wilda et al., 2015. Hidrolisis Eceng Gondok dan Sekam Padi untuk Menghasilkan Gula Reduksi sebagai Tahap Awal Produksi Bioetanol. Surabaya: ITS.
- Hambali, E, et al, 2007, Teknologi Bioenergi, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Hendriks AT dan Zeeman G. 2009. Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. Bioresource technology, 100(1): 10-18.
- Hermiati E, Mangunwidjaja, Candra Sunarti T, Suparno O, Prasetya B. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi*. Jurnal Litbang Pertanian. 24(4).
- Holtzapple, M.T. 2003. Hemicelluloses. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. pp.3060-3071. Academic Press.
- Ibrahim, M., 1998. Clean Fractionation of Biomass - Steam Explosion and Extraction. Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University
- Irawadi, T.T. 1990. *Selulase*. PAU•Biotek. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Dalam jurnal optimasi jenis dan konsentrasi asam pada hidrolisis selulosa dalam tongkol jagung.
- Indrainy, M. 2005. *Kajian pulping semimekanis dan pembuatan handmade paper berbahan dasar pelepah pisan*. (Skripsi). Institusi Pertanian Bogor. Bogor. 56 hlm.
- Kanani, N, et al, 2017, Produksi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan delignifikasi pretreatment kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
- Keshwani, D.R. 2009. *Microwave Pretreatment of Switchgrass for Bioethanol Production*. Dissertation. Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh, North Carolina. 219 pp.
- Koswara, J. 1991. Budidaya Jagung. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Kumar P, Barrett DM, Delwiche MJ, Stroeve P. 2009. *Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production*. Ind. Eng. Chem. Res. 48, 3713–3729.
- Menon V dan Rao M. 2012. *Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concept*. Progress in Energy and Combustion Science 8(4): 522–550.
- Mood, H.S., Golfeshan, A.H., Tabatabaei, M., Jouzani, S.G., Najafi, H.G., Gholami, M., Ardjmand, M. *Lignocellulosic Biomass to Bioethanol, a Comprehensive Review With a Focus on Pretreatment*. 2013. Renewable and Sustainable Energy Reviews; 27:77-93
- Mosier, N, Wyman, C., Dale, B, Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., dan Ladisch, M. (2005). *Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass*. Bioresource Technology 96(10), 673-686.
- Nining, Budi., Sihotang., Sarwono. 2016. *Penggunaan Tongkol Jagung akan Meningkatkan Nilai Kalor Pada Briket*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Palonen, H., 2004. Role Of Lignin In The Enzymatic Hydrolysis Of Lignocellulose VTT Biotechnology. Helsinki University of Technology, Finland.
- Perez, J., et al (2002). *Biodegradation and Biological Treatment of Cellulose, Hemicellulose, and Lignin: An Overview*. Int. Microbiol 5,53-63.
- Pratiwi, Ricka Indria; Saleh, Chairul; dan Tarigan, Daniel. 2016. "Pemanfaatan Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*. L) Sebagai Bahan Pembuatan Plastik yang Mudah Terdegradasi dengan Penambahan Plasticizer Gliserol". Jurnal Atomatik. Vol 01 (2). Hal: 104-106.



- Prawitwong , et al .2012. *Efficient Ethanol Production From Separated Pharenchyma and Vascular Bundle of Oil Palm Trunk*. *Bioresource Technology* 125 : 37-42.
- Purwono.2007. *Bertanam Jagung Unggul*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Putri, Dwi P.2015.*Pemanfaatan Kulit Jagung dan Tongkol Jagung(zea mays) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Kertas Seni dengan Penambahan Natrium Hidroksida (NaOH) dan Pewarna Alami*. Naskah Publikasi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rasyidi, et al, 2013. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi*. Sriwijaya : Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Shofiyanto, M. E. 2008. *Hidrolisa Tongkol Jagung oleh Bakteri Selulolitik Untuk Produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Singh, A., & Bishnoi, N. R. 2012. Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw. *Bioresource Technology*, 108: 95--101.
- Soerawidjaja., T.H., Z.I.E.Amiruddin, A., 2007. Mengantisipasi Pemanfaatan Bahan Lignoselulosa Untuk Pembuatan Bioetanol : Peluang dan Tantangan. Seminar Nasional Diversifikasi Sumber Energi Untuk Mendukung Kemajuan Industri Dan Sistem Kelistrikan Nasional, UNS – Surakarta.
- Thomsen MH dan Haugaard-Nielsen, H. 2008. *Sustainable bioethanol production combining biorefinery principles using combined raw materials from wheat undersown with clover-grass*. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 35(5): 303-311
- Tomas-Pejo E, Alvira P, Ballesteros M, Negro MJ. 2011. *Pretreatment Technologies for Lignocellulose-to-Bioethanol Conversion*. Di dalam Pandey A (ed.), *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes*, pp: 149-176.
- Widianti, L. (2010). *Pengaruh Urea pada Biokonversi Xilosa menjadi Xilitol dari Hidrolisat Hemiselulosa Limbah Tanaman Jagung (Zea mays) oleh Debaryomyces hansenii*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Zhao X, Cheng K, dan Liu D. 2009. Organosolv pretreatment of lignocellulosic biomass for enzymatic hydrolysis. *Applied microbiology and biotechnology*, 82(5): 815-827.