

PREPARASI SELULOSA DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG DENGAN BANTUAN GELOMBANG IRADIASI ULTRASONIK

Nufus Kanani, S.T.,M.Eng¹, Akhmad Banu Aji Saputro², Ikeu Puspawati³, Arsyia Aditya Pratama⁴

¹Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon 42435

E-mail : nufuskanani@yahoo.com

²Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon 42435

E-mail : akhmadbanu28@gmail.com

³Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon 42435

E-mail : ikeupuspawati@yahoo.co.id

⁴Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon 42435

E-mail : pratamaarsya98@gmail.com

ABSTRAK

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah lignoselulosik yang banyak tersedia di Indonesia. Limbah lignoselulosik adalah limbah yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tongkol jagung memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi. Keberadaan hemiselulosa dan lignin akan menurunkan efisiensi hidrolisis sehingga diperlukan *pretreatment* bahan baku. Perlakuan ini bertujuan untuk melepaskan selulosa dari hemiselulosa dan lignin yang mengikatnya (delignifikasi). Umumnya *pretreatment* kimia dilakukan menggunakan suhu tinggi dan juga menggunakan pelarut dalam jumlah yang banyak, sehingga perlu dicari alternatif lain salah satunya yaitu dengan menggunakan proses sonikasi dengan menggunakan pelarut asam Lewis yaitu FeCl_3 dan Al_2O_3 yang dikombinasikan dengan HCl. Asam lewis yang dikombinasikan dengan HCl dengan bantuan gelombang iradiasi ultrasonik dapat menghancurkan dinding sel tanaman sehingga dapat menguraikan lignin dan hemiselulosa dari selulosa. Pada penelitian ini menggunakan metode analisa *Chesson-datta* dan analisa XRD. Variasi kondisi operasi yang digunakan yaitu menggunakan konsentrasi asam Lewis yang dikombinasikan dengan HCl (0%; 2,5%; 5%) dengan suhu sonikator (25; 50; 60°C) dan waktu sonikator (30; 60; 240 menit). Hasil terbaik diperoleh dari penggunaan pelarut FeCl_3 5% yang dikombinasikan dengan HCl diperoleh kadar selulosa 72%, lignin 1,5 % dan hemiselulosa 2% dengan derajat kristalinitas sebesar 44,70%.

Kata Kunci

asam lewis, delignifikasi, selulosa, tongkol jagung, iradiasi ultrasonik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tongkol jagung merupakan salah satu limbah lignoselulosik yang banyak tersedia di Indonesia. 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%)^[1]. Kandungan selulosa dalam tongkol jagung cukup besar. Kandungan inilah yang menyebabkan limbah tongkol jagung sangat berpotensi untuk dimanfaatkan agar memiliki nilai yang lebih.

Selulosa merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Dalam proses tanaman berligniselulosa terdapat proses *pretreatment* untuk mendapatkan kandungan selulosa berkualitas baik, dari kadar selulosa yang dimiliki limbah tongkol jagung sebesar 40-60%, hanya sekitar 23% yang dapat diambil menggunakan *pretreatment* kimia^[2]. Pada umumnya *pretreatment* kimia ini memerlukan pelarut dalam jumlah yang banyak. Proses ekstraksi dengan suhu tinggi diketahui dapat mendegradasi komponen-komponen yang sensitif terhadap panas^[3]. Oleh karena itu perlu dicari proses

non thermal yang mampu meningkatkan efektifitas ekstraksi agar dalam proses ekstraksi lebih sedikit *solvent* yang digunakan. Salah satu metode untuk meningkatkan kapasitas dan efektifitas ekstraksi yaitu dengan menggunakan metode ekstraksi *non thermal* yaitu dengan proses sonikasi. Sonikasi merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik^[4].

Teori Asam Basa menurut Lewis ini bahwa 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^[5]. 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^[6]. Sedangkan hemiselulosa lebih mudah larut dalam pelarut alkali dan lebih mudah dihidrolisis dengan asam^[6].

Beberapa penelitian telah mengkaji mengenai pemanfaatan limbah tongkol jagung serta penggunaan sonikasi menggunakan gelombang radiasi ultrasonik diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Delmifiana dan Astuti pada tahun 2013. Peneliti ini melakukan penelitian mengenai pengaruh sonikasi terhadap struktur dan morfologi nanopartikel, dengan variasi waktu sonikasi selama 3 dan 4 jam diperoleh ukuran kristal berkisar antara 41,6 nm-58 nm. Selain itu juga dilakukan penelitian mengenai pembuatan Karboksimetil Selulosa dari limbah tongkol jagung diperoleh derajat substitusi (DS) 0,55, viskositas 1750 cps pada konsentrasi 16,5%^[7]. Pada penelitian ini dilakukan kajian variasi jenis pelarut dan konsentrasi pelarut, suhu dan waktu pemanasan terhadap produksi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan menggunakan gelombang radiasi ultrasonik.

1.2 Perumusan Masalah

Pada umumnya *pretreatment* kimia dalam memperoleh selulosa dari tanaman yang berligniselulosa memerlukan pelarut dalam jumlah yang banyak dan 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 dalam proses ekstraksi lebih sedikit *solvent* yang digunakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu mengekstraksi selulosa dari tongkol jagung dengan metode sonikasi. Fokus penelitian untuk mengobservasi pengaruh variasi jenis pelarut, waktu sonikasi, dan suhu sonikator terhadap proses ekstraksi selulosa dari limbah tongkol jagung.

1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi *non thermal* yaitu sonikasi yang menggunakan gelombang radiasi ultrasonik, dengan melihat pengaruh jenis pelarut (HCl, HCl+AL₂O₃ dan HCl+FeCl₃), suhu (30; 50; 60)°C, dan waktu (30; 60; 240) menit terhadap produk selulosa pada tongkol jagung manis. Penelitian ini dilakukan di laboratorium kimia dasar fakultas teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon Banten.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Prosedur Penelitian

Prosedur preparasi bahan baku

Tongkol jagung manis sebagai bahan utama dalam penelitian didapat dari pasar tradisional di Bayah Lebak Banten. Tongkol jagung dikeringkan selama 24 jam lalu dihaluskan sampai berbentuk serbuk halus selanjutnya diayak dengan ayakan 60 mesh.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menambahkan 100 ml pelarut kedalam 10 gr serbuk tongkol jagung ke dalam erlenmeyer dan di masukan kedalam sonikator. Jenis pelarut yang digunakan adalah HCl; HCl+ AL₂O₃; dan HCl+FeCl₃ dengan masing-masing variasi konsentrasi sebesar (0%; 2,5%; 5%). kemudian divariasikan dengan lama pemasakan yaitu (30; 60; 240) menit dan kemudian memvariasikan temperatur pemanasan yaitu (30; 50; 60)°C.

2.2 Analisa Chesson-datta

Analisa *chesson-datta* merupakan analisa yang dilakukan untuk mengetahui kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa, dimana prosesnya yaitu 2 gram sampel direfluks selama 2 jam dengan 150 ml H₂O pada suhu 100°C, Residu sampel yang telah dikeringkan direfluks selama 2 jam dengan 150 ml 0,5 M H₂SO₄ dengan suhu 100°C, residu sampel yang telah dikeringkan direndam dengan menggunakan 10 ml H₂SO₄ 72% (v/v) pada suhu kamar selama 4 jam, kemudian diencerkan menjadi 0,5 M H₂SO₄, dan di refluks selama 2 jam dengan

suhu 100°C, residu sampel yang telah dikeringkan kemudian diabukan. Serbuk tongkol jagung yang sudah diperlakukan dengan proses di atas kemudian dihitung untuk mengetahui kandungan komponen lignoselulosa, sebagai berikut :

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

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

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

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

Keterangan :

- ODW awal sampel biomassa lignoselulosa
- ODW residu sampel refluks dengan air panas
- ODW residu sampel setelah direfluks dengan 0,5 M H₂SO₄
- ODW residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% H₂SO₄ dan kemudian ditambahkan menjadi 0,5 M H₂SO₄
- ODW dari residu sampel yang telah di abukan^[11].

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan *pretreatment* tongkol jagung terlebih dahulu dilakukan analisa bahan baku dengan menggunakan metode *Chesson-datta* untuk mengetahui kadar selulosa, hemiselulosa, lignin, dan kadar air yang terkandung dalam tongkol jagung. Hasil Analisa dapat dilihat pada tabel berikut.:

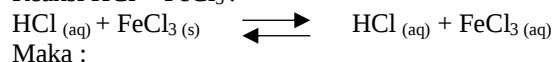
Tabel 1. Komposisi kimia tongkol jagung sebelum pretment

Komponen	%
Selulosa	8,5
Hemiselulosa	41
Lignin	28,5
Abu	22

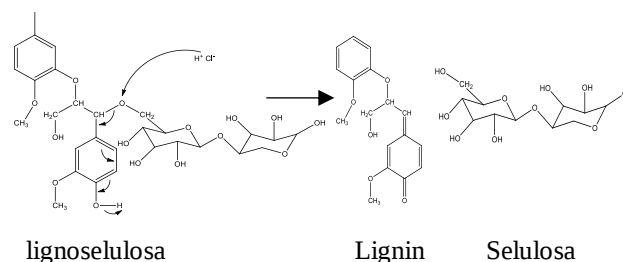
Proses delignifikasi pada tongkol jagung dilakukan untuk mendapatkan kandungan selulosa yang lebih tinggi dengan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa menggunakan pelarut asam HCl yang ditambahkan asam Lewis FeCl₃ dan Al₂O₃. Untuk mengetahui kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada tongkol jagung setelah proses *pretreatment*, dilakukan analisa menggunakan metode *Chesson datta* dan juga analisa *X-Ray Diffraction* (XRD). Dari penelitian sebelumnya telah dilakukan proses delignifikasi menggunakan metode ultrasonikasi menggunakan pelarut basa NaOH 0,5 M didapatkan kandungan Selulosa 47,5% ; Hemiselulosa 13,5% ; dan Lignin 14%. Sedangkan menggunakan pelarut asam HCl 1 M diperoleh kandungan Selulosa 20,5% ; Hemiselulosa 15,5% ;

dan Lignin 39,5%. Jika dibandingkan pelarut asam dan basa, didapatkan hasil terbaik menggunakan pelarut basa NaOH. Untuk itu dilakukan modifikasi pelarut asam HCl dengan penambahan Asam Lewis FeCl₃ dan Al₂O₃ dengan harapan penambahan asam Lewis pada 150 HCl 1M dapat menambah pH dari pelarut sehingga efektifitas HCl dalam mengikat lignin dan hemiselulosa akan semakin baik, dan lignin serta hemiselulosa yang terikat oleh pelarut akan semakin banyak, sehingga diperoleh selulosa yang lebih tinggi. Proses pemutusan ikatan lignin dan hemiselulosa menggunakan pelarut HCl dengan penambahan Asam Lewis FeCl₃ dan Al₂O₃ digambarkan sebagai berikut :

Reaksi HCl + FeCl₃ :

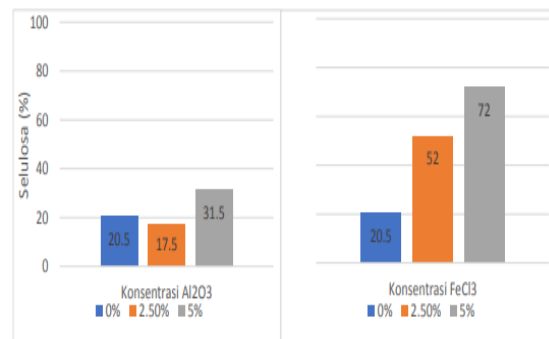


Maka :



Gambar 1. Mekanisme reaksi proses delignifikasi

3.1 Pengaruh konsentrasi penambahan asam lewis terhadap komposisi kimia dalam tongkol jagung



Gambar 2. Grafik Perbandingan Konsentrasi asam lewis dengan kadar Selulosa

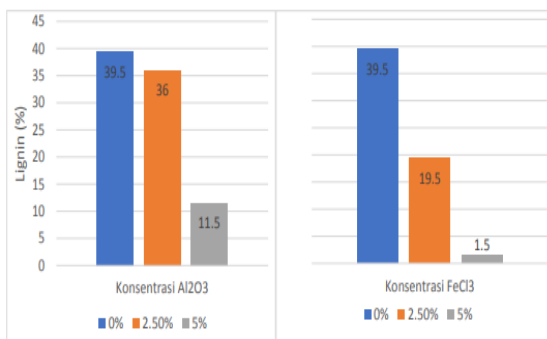
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi asam lewis, maka persen selulosa yang terdapat pada tongkol jagung akan semakin tinggi, hal ini terjadi dikarenakan semakin besar konsentrasi asam Lewis, maka akan semakin banyak lignin yang terlarut dan juga akan mengontrol degradasi agar

lebih mengarah ke lignin, sehingga semakin besar konsentrasi dari asam Lewis maka lignin dan hemiselulosa yang terkandung dalam tongkol jagung akan semakin berkurang yang menyebabkan persentase dari selulosa akan semakin tinggi. Kandungan selulosa tertinggi di dapat pada konsentrasi 5% pada pelarut HCl+FeCl₃ sebesar 72%.



Gambar 3. Grafik Perbandingan konsentrasi asam lewis dengan kadar hemiselulosa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi asam Lewis, maka persen hemiselulosa yang terdapat pada tongkol jagung akan semakin sedikit, hal ini terjadi dikarenakan semakin besar konsentrasi dari asam lewis maka pH dari pelarut tersebut akan semakin asam dan akan membantu meningkatkan efisiensi pelarut HCl dalam mengikat hemiselulosa. Diperoleh kandungan hemiselulosa terbaik yaitu pada konsentrasi 5% dengan pelarut HCl+FeCl₃ sebesar 2%.



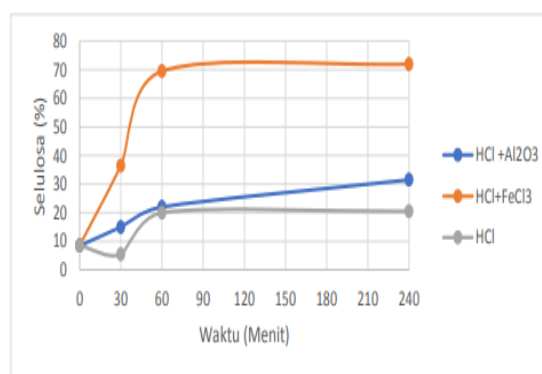
Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsentrasi asam Lewis dengan kadar lignin

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi, maka persen lignin yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin sedikit. Lignin yang terikat oleh pelarut lebih banyak dibandingkan hemiselulosa, dikarenakan lignin dapat terikat oleh ion logam yang terdapat pada asam Lewis sehingga

proses delignifikasi akan semakin kuat, berbeda dengan hemiselulosa yang hanya dapat terikat dengan pelarut alkali dan pelarut asam^[6].

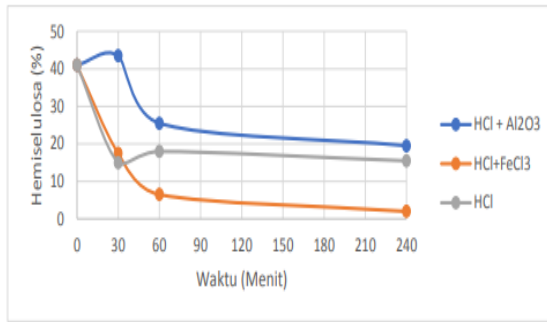
3.2 Pengaruh waktu sonikasi terhadap komposisi kimia dalam tongkol jagung

Dari variasi konsentrasi penambahan asam lewis FeCl₃ dan Al₂O₃ 0%; 2,5%; dan 5% terhadap 150 mL HCl 1 M. Didapatkan konsentrasi penambahan asam Lewis terbaik pada konsentrasi 5%, setelah itu dilakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh waktu sonikasi terhadap hasil komposisi kimia pada tongkol jagung, digambarkan pada grafik, sebagai berikut :



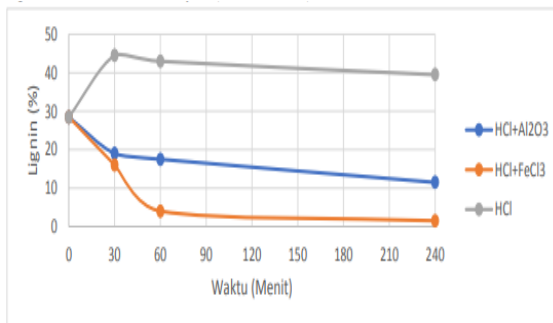
Gambar 5. Grafik waktu sonikasi dengan kadar selulosa

Gambar di atas menunjukkan perbandingan waktu sonikasi terhadap selulosa dengan variasi HCl; HCl + Al₂O₃; HCl + FeCl₃ pada waktu 30; 60; dan 240 menit. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu sonikasi, maka persen rendemen selulosa yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin besar, hal ini dikarenakan semakin lama waktu sonikasi maka ukuran partikel tongkol jagung cenderung lebih homogen dan mengecil yang akhirnya menuju ukuran nanopartikel yang stabil serta penggumpal pun akan semakin berkurang^[9]. Sehingga semakin kecil ukuran sampel maka akan semakin mudah dalam mendegradasi lignin sehingga kandungan lignin dalam tongkol jagung akan semakin berkurang, sehingga menyebabkan presentase selulosa besar. Sehingga di peroleh kandungan selulosa terbaik yaitu pada pelarut HCl+FeCl₃ dengan kadar selulosa 72% pada waktu 240 menit.



Gambar 6. Grafik waktu sonikasi dengan kadar hemiselulosa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu sonikasi, maka persen rendemen hemiselulosa yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin kecil. Pada saat proses sonikasi dilakukan gelombang ultrasonik akan merambat melalui pelarut dan membentuk gelembung yang dapat membantu proses pemecahan *solid materials* sehingga lignin dan hemiselulosa dapat terdifusi keluar matriks. Gelembung yang dihasilkan terbentuk dari kerapatan gelombang ultrasonik mengakibatkan tekanan pada pelarut berubah, sehingga membentuk *micro-bubbles* dengan luas permukaan yang besar. Dengan luas permukaan *bubbles* yang besar maka akan meningkatkan kontak dengan media sehingga menciptakan *shock wave* (gelombang kejut) yang dapat memecah dinding sel media. Gelombang kejut ini menghasilkan suhu dan tekanan tinggi sehingga akan meningkatkan transfer panas dan massa. Jika saat proses sonikasi dilakukan dengan rentang waktu yang lama maka *bubble* yang dihasilkan akan melakukan kontak dengan matriks dengan intensitas yang tinggi sehingga lignin dan hemiselulosa yang terikat oleh pelarut akan semakin banyak ^[11].

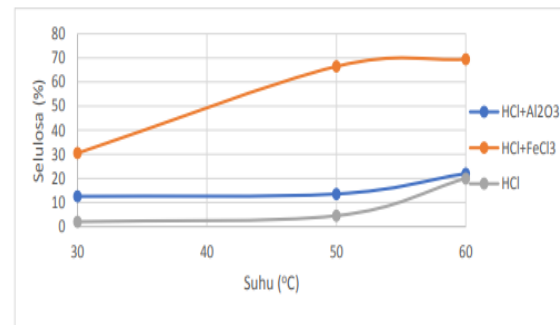


Gambar 7. Grafik waktu sonikasi dengan kadar lignin

Sama halnya dengan hemiselulosa, dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu sonikasi, maka persen rendemen lignin yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin kecil. Hal ini disebabkan, semakin lama waktu sonikasi yang dilakukan, akan terjadi akumulasi suhu didalam pelarut, dan dengan naiknya suhu tersebut maka akan mempercepat laju evaporasi dari pelarut yang menyebabkan timbulnya gelombang kavitas yang lebih banyak dan bisa memutus ikatan lignin dan hemiselulosa lebih banyak ^[12].

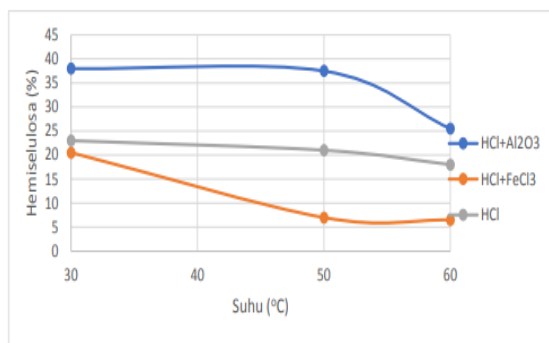
3.3 Pengaruh suhu sonikasi terhadap komposisi kimia dalam tongkol jagung

Pengaruh suhu sonikasi terhadap hasil komposisi kimia pada tongkol jagung yang diperoleh, serta pengaruh penambahan asam Lewis FeCl₃ dan Al₂O₃ terhadap pelarut asam HCl, digambarkan pada grafik sebagai berikut :



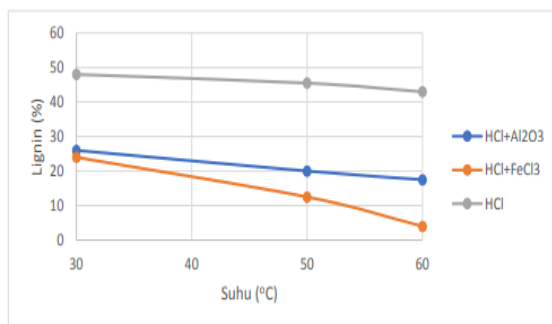
Gambar 8. Grafik suhu sonikasi dengan kadar selulosa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu sonikasi, maka persen rendemen selulosa yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin besar, hal ini disebabkan karena efek sonikasi pada *pre-treatment* dimana dengan adanya kenaikan suhu akan menyebabkan ledakan kavitas yang menyebabkan struktur selulosa menjadi terkoyak dan menjadi serpihan yang kecil, sehingga semakin tinggi suhu sonikasi ukuran partikelnya akan semakin kecil, sehingga akan lebih mudah dalam mendegradasi lignin yang menyebabkan kandungan selulosa semakin meningkat ^[12].



Gambar 9. Grafik suhu sonikasi dengan kadar hemiselulosa

grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu sonikasi, maka persen rendemen hemiselulosa yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin kecil, hal ini dikarenakan tingginya suhu akan menaikkan tekanan uap dalam medium, dimana pelarut akan mudah menguap (evaporasi) sehingga kavitasi akan mudah terbentuk. Gejala ini akan disertai dengan penurunan viskositas dan tegangan permukaan, sehingga dengan mudahnya kavitasi terbentuk maka tumbukan antara pelarut dengan dinding sel tanaman akan makin sering sehingga mengganggu stabilitas ikatan lignin dan hemiselulosa yang membungkus selulosa, sehingga ikatan tersebut akan putus dan kadar lignin dan hemiselulosa yang terkandung akan semakin sedikit [12].



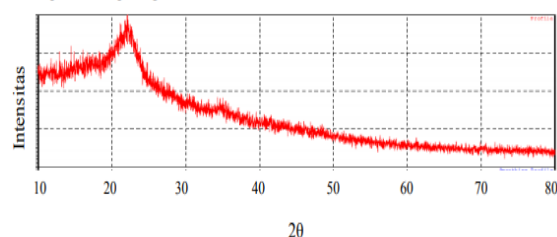
Gambar 10. Grafik suhu sonikasi dengan kadar lignin

Gambar di atas menunjukkan perbandingan suhu sonikasi terhadap kadar lignin dengan variasi HCl; HCl + Al₂O₃; HCl + FeCl₃ pada suhu 30; 50; dan 60 °C. Sama halnya dengan hemiselulosa, dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu sonikasi, maka persen rendemen lignin yang terkandung pada tongkol jagung akan semakin kecil. Pada suhu yang lebih tinggi, maka pergerakan partikel akan semakin cepat, yang akan

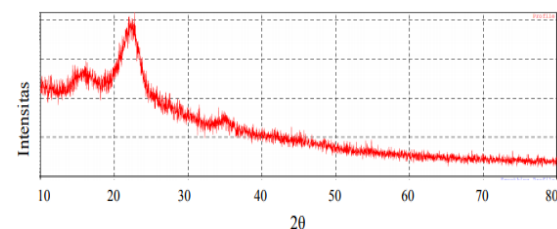
mengakibatkan tumbukan antar partikel akan sering terjadi, sehingga lignin dan hemiselulosa yang terikat pada pelarut akan semakin banyak. Namun, pada suhu yang mendekati titik didih pelarut gelembung yang dihasilkan akan terbentuk secara bersamaan. Hal ini dapat menjadi penghalang transmisi gelombang ultrasonik didalam pelarut, sehingga mengurangi efektifitas ultrasonik^[12]. Untuk itu dalam ekstraksi sonikasi, tidak dilakukan pada suhu yang sangat tinggi. Dan pada penelitian ini didapat variasi terbaik yaitu HCl + 5% FeCl₃ dengan suhu 60°C dengan waktu 240 menit.

3.4 Analisa sampel tongkol jagung menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

Untuk mendukung hasil analisa *Chesson-datta*, dilakukan analisa XRD yang bertujuan untuk mengetahui derajat kristalinitas dari selulosa, karena dalam hal ini selulosa memiliki struktur kristal yang berlawanan dengan hemiselulosa dan lignin yang merupakan material amorf. Analisa XRD menggunakan data terbaik dari analisa *chesson-datta* yaitu menggunakan pelarut HCl+ 5% FeCl₃ pada suhu 60°C dengan waktu 240 menit. Data analisa XRD serbuk tongkol jagung sebelum dan sesudah di sonikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 11. Grafik XRD tanpa sonikasi



Gambar 12. Grafik XRD dengan sonikasi

Dari perbandingan grafik pada gambar 11 dan 12, menunjukkan bahwa kedua difraktogram memiliki lembah curam pada 2θ sekitar 18° sampai 19° dimana lembah curam ini menunjukkan struktur amorf. Kedua difraktogram tersebut juga memiliki

puncak tajam pada 2θ sekitar 22° sampai 23° yang mana pada kedua puncak tersebut menunjukkan struktur kristalin dari selulosa^[11]. Pada gambar 11 dan 12 dapat dilihat tidak terjadi perubahan yang signifikan dari kedua difraktogram, hal ini mengindikasikan bahwa struktur kristal dari selulosa tidak berubah sebelum dan sesudah dilakukan proses delignifikasi dengan menggunakan radiasi gelombang ultrasonik, namun setelah proses delignifikasi terjadi perubahan pada besaran intensitas struktur kristalin dan amorf. Dimana struktur kristalin menunjukkan kandungan selulosa, sedangkan struktur amorf menunjukkan kandungan lignin dan hemiselulosa. Dari difraktogram *XRD* pada gambar 11 dan 12, derajat kristalinitas dapat dihitung dengan metode Segal yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$$CrI = \frac{(I_{002} - I_{AM})}{I_{002}}$$

Keterangan:

CrI : Derajat Kristalinitas

I_{002} : Intensitas dari bagian kristalin (pada $2\theta = 22^\circ$ hingga 23°)

I_{AM} : Intensitas dari bagian amorf (pada $2\theta = 18^\circ$ hingga 19°)

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode Segal menunjukan bahwa derajat kristalinitas untuk tongkol jagung sebelum proses adalah 11,09% . Setelah proses delignifikasi menggunakan gelombang radiasi ultrasonik terjadi kenaikan derajat kristalinitas menjadi 44,70%. Kenaikan derajat kristalin ini terjadi dikarenakan lepasnya gugus lignin dan hemiselulosa pada tongkol jagung setelah dilakukan proses sonikasi menggunakan pelarut HCl dan $FeCl_3$.

4. Kesimpulan dan saran

4.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pelarut asam lewis $FeCl_3$ dan Al_2O_3 yang ditambahkan pada 15 ml HCl 1 M memberikan pengaruh terhadap proses delignifikasi, dilihat dari berkurangnya kandungan lignin dan hemiselulosa dan diperoleh kandungan selulosa yang tinggi, Sehingga didapatkan Pelarut terbaik dalam proses delignifikasi tongkol jagung adalah pelarut 5% $FeCl_3$ + HCL 1 M.
2. Kondisi variabel waktu sonikator terbaik adalah pada waktu 240 menit menggunakan pelarut HCl

+ 5% $FeCl_3$ dengan selulosa 72%; lignin 1,5%; dan hemiselulosa 2%.

3. Kondisi variabel suhu pemasakan pada sonikator terbaik adalah pada suhu $60^\circ C$ menggunakan pelarut HCl + 5% $FeCl_3$ dengan selulosa 72%; lignin 1,5%; dan hemiselulosa 2%.

4.2 Saran

Adapun saran berdasarkan penelitian ini yaitu :

1. Perlu diadakan tahap lanjut untuk mencari konsentrasi, waktu, dan suhu yang optimum pada proses delignifikasi tongkol jagung dengan metode ultrasonikasi dengan pelarut HCl yang ditambahkan pada asam lewis.
2. Penelitian yang sama dapat dilakukan menggunakan pelarut NaOH yang ditambahkan pada basa lewis.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada ibu dan bapak kami dan terimakasih juga pada Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan dukungan berupa laboratorium sehingga penelitian ini terlaksana dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- [1] Shofiyanto, M. Edy. 2008. *Hidrolisa Tongkol Jagung oleh Bakteri Selulolitik Untuk Produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- [2] Kanani, N, 2017, *Produksi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan delignifikasi pretreatment kimia*, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- [3] Fachry, Ahmad Rasyidi, dkk. 2013. *Pembuatan bioetanol dari limbah tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam klorida dan waktu fermentasi*. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [4] Sholihah, Martha'us, dkk. 2017. *Aplikasi Gelombang Ultrasonik untuk Meningkatkan Rendemen Ekstraksi dan Efektivitas Antioksidan Kulit Manggis*. Institut Pertanian Bogor.
- [5] Lathifa, Ulya, dkk. 2015. *Identifikasi kesalahan konsep larutan asam basa dengan menggunakan teknik certainty of response Index (CRI) termodifikasi*. Universitas Negeri Malang, Jawa Timur.

- [6] Perdana, Astya N.2013. *Pendayagunaan limbah serasah di universitas muhammadiyah surakarta menggunakan dua jenis feses untuk produksi biogas skala laboratorium*.Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- [7] Eriningsih, Rifada, dkk. 2011. *Pembuatan karboksimetil selulosa dari limbah tongkol jagung untuk pengental pada proses pencapan tekstil*. Balai Besar Tekstil
- [8] Hermiati E, Mangunwidjaja, Candra Sunarti T, Suparno O, Prasetya B. 2010.*Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi*.Jurnal Litbang Pertanian.
- [9] Tangio,Julhim S.2012. *Adsorpsi logam timbal (pb) dengan menggunakan biomassa enceng gondok (Eichhornia crassipes)*.Universitas Negeri Gorontalo.
- [10] Widyawati, Niken L dan Argo, Bambang D.2014. *Pemanfaatan microwave dalam proses pretreatment degradasi lignin ampas tebu (bagasse) pada produksi bioetanol*.Universitas Brawijaya, Jawa Timur.
- [11] Isroi, Nendyo Adhi Wibowo, Ri Millati, Siti Syamsiah, Zaenal Bachrudin.2013. *Effect of manganese and copper on biological pretreatment of oil palm empty fruit bunches by Pleurotu sfloridanus LIPIMC996*. Yogyakarta: UGM.
- [12] Yuliandari,Atina.2017.*Ekstraksi dengan bantuan getaran ultrasonik sebagai alternatif metode ekstraksi secara konvensional (proses thermal)*.UIN Maulana Malik Ibrahim,Malang.
- [13] Fanggidae,Agung Purnama V.2013. *Perbandingan Metode Ekstraksi cair-cair dan ultrasonikasi untuk pemisahan pirantel pamoat dari sediaan suspense merk X*.Universitas Sanata Dharma,Yogyakarta
- [14] Suslick KS dan Price GJ. 1999. *Application of Ultrasound to materials Chemistry*. Annu.Rev. Sci. 29:295-326