

Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradabel dari Limbah Batang Jagung (*Zea Mays L.*) dengan Montmorillonite

*Manufacture and Characterization of Biodegradable Plastics from Corn Stem Waste (*Zea Mays L.*) with Montmorillonite*

Supran Hidayat Sihotang^{1*}, Pravil Mistryanto Tambunan¹

¹ Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi terhadap selulosa yang terdapat pada limbah batang jagung. Prosedur yang dilakukan menggunakan tiga variasi yang berbeda untuk mendapatkan variasi prosedur mana yang paling baik dalam menghasilkan selulosa lalu dibuktikan dengan melakukan uji FTIR. Variasi isolasi selulosa yang terbaik digunakan dalam pembuatan film plastik biodegradabel dan divariasikan kembali dengan penambahan pati, gliserol, akuades, dan MMT. Film plastik yang telah dibuat di karakterisasi dengan uji ketahanan biodegradabel, uji *swelling degree*, uji *volatility mass fraction*, uji *water solubility*, dan uji SEM. Hasil yang diperoleh berdasarkan penelitian ini variasi prosedur yang kedua merupakan variasi prosedur terbaik dalam memperoleh selulosa dari limbah batang jagung. Hasil uji kemampuan degradasi pada variasi pertama terdegradasi lebih cepat karena jumlah selulosa yang sedikit sehingga aktivitas bakteri, jamur, dan pathogen pembusuk bekerja dengan baik. Hasil uji *volatility mass fraction* variasi pertama menunjukkan tingkat volatilitas tertinggi karena jumlah selulosa yang sedikit sehingga meningkatkan permeabilitas penguapan molekul air. Uji *swelling degree* pada variasi yang pertama menghasilkan persentase yang lebih rendah karena sifat higroskopis yang dimiliki selulosa akan menyebabkan pengikatan molekul-molekul air dari lingkungannya lebih sedikit. Uji *water solubility* setiap variasi memperlihatkan hasil yang hampir sama karena jumlah dari MMT yang sama dari setiap variasi.

ABSTRACT

This study aims to isolate the cellulose contained in corn stalk waste with three variations of different procedures and to determine which variation of the procedure is best for producing cellulose as evidenced by the FTIR test. The best cellulose yields were used in the manufacture of biodegradable plastic films which were varied again with the addition of starch, glycerol, distilled water, and MMT. The plastic films that have been made were characterized by biodegradable ability test, volatility mass fraction test, swelling degree test, water solubility test, and SEM test. From the results of this study, the second variation of the procedure is the best variation of the procedure in obtaining cellulose from corn stalk waste. The results of the degradation ability test in the first variation degraded faster due to the small amount of cellulose so that the activity of bacteria, fungi, and spoilage pathogens worked well. The results of the volatility mass fraction test for the first variation showed the highest level of volatility due to the small amount of cellulose, thus increasing the evaporation permeability of water molecules. The swelling degree test in the first variation resulted in a lower percentage because the hygroscopic nature of cellulose will cause less binding of water molecules from the environment. The water solubility test for each variation showed almost the same results because the amount of MMT was the same for each variation.

Kata kunci/Keyword : Plastik biodegradabel, limbah batang jagung, montmorillonite, biodegradable plastic, corn stalk waste.

INFO ARTIKEL

Received: 15 Oct 2022;

Revised: 05 Nov 2022;

Accepted: 02 Dec 2022

* corresponding author: supranhidayat0309@gmail.com

<https://doi.org/10.22437/jisic.v14i2.20599>

PENDAHULUAN

Plastik konvensional yang berasal dari minyak bumi merupakan masalah serius bagi polusi global karena, ketika dibuang ke lingkungan, diyakini akan tetap ada selama ratusan tahun. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya fosil, diusulkan bahan bioplastik sebagai alternatif yang aman (Acquavia, M.A. et al., 2021).

Jagung merupakan jenis tanaman yang memiliki nilai strategis dan mempunyai peranan penting setelah tanaman padi. Batang jagung merupakan limbah yang dihasilkan oleh buah jagung setelah di petik kemudian batangnya dibiarkan begitu saja dan biasanya tidak dimanfaatkan oleh para petani/masyarakat melainkan langsung dibakar setelah dibiarkan mengering dengan sendirinya, sementara di dalam batang jagung tersebut mengandung selulosa yang cukup tinggi. Kandungan selulosa pada batang jagung tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan plastik biodegradabel yang mudah terurai di dalam tanah (Sinaga, M. et al., 2018). Dari banyak penelitian, satu penelitian bagus menunjukkan bahwa lignoselulosa mungkin terbukti menjadi salah satu alternatif yang paling berguna untuk sumber ramah lingkungan terbarukan (Febrianti, T., 2017)

Ekstraksi selulosa pada batang jagung dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil rendemen yang cukup tinggi dan juga memiliki karakteristik kimia dan fisika yang dapat diaplikasikan ke dalam proses pengolahan industri dan juga makanan (Asmoro, N. W., 2017). Tongkol jagung mengandung serat selulosa sehingga bisa dijadikan polimer alami sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* (Susanti, A., 2019). Penelitian sebelumnya menggunakan proses *sonikasi* yaitu pemanfaatan pelarut asam lewis yakni $FeCl_3$ dan juga Al_2O_3 yang ditambahkan dengan HCl. Kombinasi asam lewis dengan bantuan

gelombang iradiasi ultrasonik dapat menghancurkan tiap dinding sel tanaman sehingga mampu menguraikan hemiselulosa, selulosa, dan lignin (Kanani, N., 2020). Selain itu, Batang jagung juga merupakan salah satu limbah biomassa pertanian yang sangat banyak di Indonesia. Biasanya batang jagung dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kompos, dan bahan bakar. Sementara proses ekstraksi batang jagung pada suhu tinggi diketahui dapat menyebabkan degradasi terhadap komponen-komponen yang sangat sensitif terhadap panas (Fachry, A.R., Et al).

Sementara itu plastik menempati urutan kedua penghasil sampah domestik sebesar 5,4 juta ton per tahun di Indonesia setelah Cina. Saat ini plastik yang digunakan di pasaran adalah polimer sintetik yang terbuat dari bahan dasar minyak bumi yang tidak dapat di degradasi oleh mikroorganisme dalam waktu singkat. Salah satu plastik sintetik adalah polipropilen (PP). Polipropilen adalah jenis termoplastik yang terbuat dari monomer polipropilen dan memiliki sifat kaku, tidak berbau, tahan terhadap pelarut kimia, asam dan basa (Emadian, O, & Demirel., B, 2019). Plastik polipropilen yang dicampurkan dengan serbuk batang jagung menghasilkan sebuah plastik bidegradabel yang sangat kompatibel dengan plastik komersial dan dapat terdegradasi lebih mudah daripada plastik biasa (Anggono, A.D., 2019).

Permasalahan utama adalah pada saat petani jagung panen hasil jagungnya, maka batang jagung yang ditinggalkan menjadi limbah tersendiri dan banyak petani yang membakar batang jagung tersebut sehingga menghasilkan polusi udara, sementara limbah batang jagung tersebut banyak mengandung senyawa kimia salah satunya selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membuat plastik biodegradabel dengan memanfaatkan serat selulosa limbah batang jagung yang diperoleh dari limbah pertanian sebagai serat alami yang diperoleh dengan metode ekstraksi lalu mencampurkannya dengan Montmorillonit (MMT) dengan metode *solution cating*, sehingga diperoleh film plastik biodegradabel.

Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah batang jagung dan memberikan informasi kepada masyarakat khususnya petani jagung tentang kandungan senyawa kimia yang terdapat dalam limbah batang jagung yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan plastik biodegradabel

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan adalah oven, blender, cawan petri, alat soklet, hot plate, gelas ukur, gelas beaker, Erlenmeyer, spatula, pipet tetes, kertas saring, corong, alat Shimadzu IR Tracer 100 dan Hitachi TM300.

Bahan

Bahan yang digunakan berupa selulosa yang berasal dari limbah batang jagung yang diperoleh dari petani jagung di Desa Bangun Sari, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang. Montmorillonit yang digunakan adalah Montmorillonit komersial diproduksi oleh Sigma Aldrich. Sementara bahan lain yang digunakan antara lain akuades, H_2O_2 2%, $NaOCl$ 2%, gliserol 99%, HNO_3 2%, $NaOH$ 5%.

Prosedur Penelitian

Preparasi Sampel Limbah Batang Jagung

Dalam preparasi sampel batang jagung dilakukan pencacahan kemudian digiling untuk mempermudah proses penghalusan. Pertama batang jagung ditimbang untuk

menentukan kadar air awal lalu dijemur selama 3 hari dan dilakukan selama 8 jam/hari. Kemudian batang jagung dilakukan penimbangan kembali untuk menentukan kandungan air setelah penjemuran. Selanjutnya dilakukan pencacahan untuk memperkecil ukuran batang jagung lalu dimasukkan ke dalam alat penggilingan hingga batang jagung tadi menjadi serbuk. Serbuk batang jagung selanjutnya diayak untuk mendapatkan serbuk yang berukuran 80 mesh kemudian serbuk tersebut diletakkan dalam tempat penampungan (Susanti, A., 2021).

Isolasi Selulosa

Isolasi selulosa dibuat dalam tiga campuran variasi prosedur untuk memperoleh senyawa selulosa batang jagung. Sebanyak 10 gr serbuk batang jagung dengan ukuran 80 mesh ditambahkan $NaOH$ 5% sebanyak 800 ml, dikocok pada suhu kamar selama 1 jam kemudian di dekantasi. Kemudian difiltrasi dengan menggunakan kain katun. Selanjutnya residu ditambahkan $NaOCl$ 2% sebanyak 180 ml, dipanaskan, diaduk selama 1 jam pada suhu $70^\circ C$. Kemudian difiltrasi dengan menggunakan kain katun. Selanjutnya residu ditambahkan HNO_3 2% dengan perbandingan 1 : 2 yang dipanaskan, lalu diaduk selama 1 jam dengan temperatur $80^\circ C$. Kemudian difiltrasi dengan menggunakan kain katun. Dilakukan ulang prosedur pertama dengan penambahan HNO_3 2% sebanyak dua kali lipat. Begitu juga variasi kedua dilakukan prosedur yang sama dengan menambahkan $NaOCl$ 2% dan HNO_3 2% sebanyak dua kali lipat. Sementara pada variasi ketiga dilakukan prosedur yang sama dengan menambahkan $NaOCl$ 2% dan H_2O_2 2% menggunakan rasio 1:1. Selanjutnya ditambahkan HNO_3 2%. Residu yang diperoleh dari hasil tersebut di oven untuk

mendapatkan serbuk selulosa yang kering (Sinaga, M. et al. 2018).

Pembuatan Film Plastik Biodegradabel

Film dibuat dari campuran antara isolasi selulosa, pati, gliserol, akuades dan Montmorillonit (MMT) yang dibuat dalam berbagai variasi sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 1. Variasi Pembuatan Film Pelastik Biodegradabel

Isolasi selulosa	Pati	Gliserol	Akuades	MMT
0,5 gr	5 gr	1,5 ml	98,5 ml	1 gr
1 gr	5 gr	1,5 ml	98,5 ml	1 gr
1,5 gr	5 gr	1,5 ml	98,5 ml	1 gr
2 gr	5 gr	1,5 ml	98,5 ml	1 gr
2,5 gr	5 gr	1,5 ml	98,5 ml	1 gr

Kelima variasi di atas dilakukan prosedur yang sama yaitu dengan cara dicampur dalam waktu 1 jam pada suhu ruang dengan kekuatan putaran 400 rpm, lalu dicetak dengan menggunakan cetakan terbuat dari kaca yang telah dilapisi menggunakan aluminium foil, lalu dikeringkan dalam oven pada 70°C selama lebih kurang 1 jam. Film yang dihasilkan dilepas dari cetakan lalu dipotong menjadi ukuran 1 x 1 cm lalu dibalut dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam desikator lalu dianalisis.

Uji Morfologi

Analisis FTIR

Analisis ini adalah untuk melihat gugus fungsi yang terdapat dalam bahan. Bahan dianalisis menggunakan alat Shimadzu IR Tracer 100 dengan berbagai panjang gelombang antara 4500 cm⁻¹ – 350 cm⁻¹ (Tamiogy, W. R., 2019).

Analisis SEM (*Scanning Electron Microscop*)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui bentuk permukaan hasil pencampuran sampel. Sampel di analisis dengan menggunakan alat Hitachi TM300. Sampel dipasang pada holder dan dilapisi plat dengan tebal 2,5 – 2,8 nm dalam keadaan vakum (Tamiogy, W. R. 2019).

Uji Kemampuan Degradasi

Uji ini untuk melihat kemampuan plastik biodegradabel dapat terurai di lingkungan. Uji sampel ini dilaksanakan pada kondisi aerob dengan metode *soil burial*. bahan dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm kemudian sampel ditanam dengan tanah sampai seluruh sampel ditutupi oleh tanah lalu dibiarkan di udara bebas, kemudian dilakukan pengamatan dengan cara penimbangan sampel sebelum pengujian dan sesudah pengujian. Lalu dihitung fraksi massa residu menggunakan rumus 1.

$$\text{Fraksi massa residu (\%)} = \frac{\text{massa sampel setelah penimbangan}}{\text{massa sampel sebelum penimbangan}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Uji *Volatility Mass Fraction*

Film berukuran 1 x 1 cm ditimbang, kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 105°C selama lebih kurang 24

jam lalu ditimbang ulang dan dihitung presentase *volatility mass fraction* menggunakan rumus 2.

$$\text{Volatility mass fraction (\%)} = \frac{(W_{\text{sebelum}} - W_{\text{sesudah}})}{W_{\text{sebelum}}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Uji Swelling Degree dan Water Solubility

Uji *swelling degree* adalah untuk melihat kemampuan sampel untuk menghisap air. Sampel dipotong pada ukuran 1 x 1 cm lalu ditimbang. Sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 ml dan sudah terisi 30 ml akuades lalu dibungkus menggunakan

aluminium foil. Sampel didiamkan selama 24 jam pada temperatur ruang, setelah itu sampel di ambil lalu ditimbang kembali dan dihitung presentase *swelling degree*.

$$\text{Swelling Degree (\%)} = \frac{(W_{\text{sesudah}} - W_{\text{sebelum}})}{W_{\text{sebelum}}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Sampel dari hasil *swelling degree* dikeringkan menggunakan oven dengan temperatur 50°C selama lebih kurang 24 jam

kemudian ditimbang ulang lalu dihitung persentase *water solubility*.

$$\text{Water Solubility (\%)} = \frac{(W_{\text{sebelum}} - W_{\text{akhir}})}{W_{\text{akhir}}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Serbuk Batang Jagung

Dalam proses pencampuran bahan, ukuran daripada serbuk batang jagung sangat mempengaruhi banyaknya selulosa yang dihasilkan. Dimana berdasarkan laju reaksinya, serbuk yang lebih kecil mempengaruhi kecepatan pencampurannya dibandingkan dengan ukuran yang lebih besar. Hasil uji terhadap serbuk batang jagung dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Serbuk Batang Jagung

Kandungan	Persentase
Selulosa	42,6%
Hemiselulosa	21,3%
Lignin	8,2%

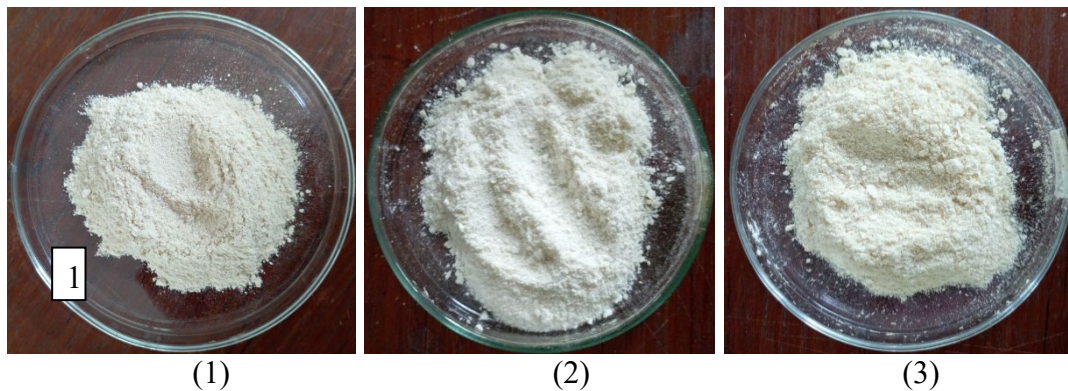
Pada tabel 2 menunjukkan jumlah dari beberapa bahan kimia yang terkandung dalam serbuk batang jagung, dapat diketahui

bahwa persentase selulosa yang terdapat di dalamnya sebanyak 42,6% sehingga serbuk batang jagung ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradabel.

Isolasi Selulosa

Isolasi selulosa dilakukan agar memperoleh selulosa yang terdapat dalam serbuk batang jagung menggunakan cara melarutkan senyawa hemiselulosa dan juga ligninnya. Prosedur isolasi selulosa menggunakan tiga prosedur untuk mendapatkan prosedur yang paling baik dalam memperoleh selulosa. Variasi yang paling baik dapat diamati dengan cara melihat spectrum FTIR dari ketiga variasi tersebut yang menunjukkan adanya gugus fungsi selulosa dan juga dengan melihat warna dari serbuk yang dihasilkan setelah melalui proses pengeringan. Dimana hasil yang paling putih

menunjukkan warna dari selulosa yang lebih banyak.



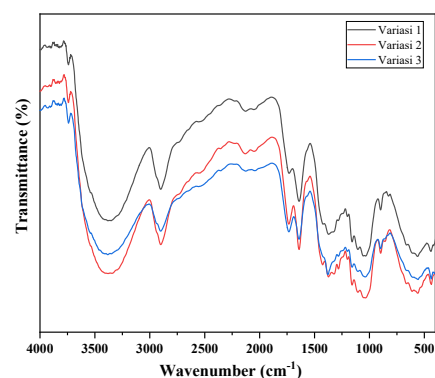
Gambar 1. Hasil dari Isolasi Selulosa pada tiga variasi

Pada gambar 1 dapat dilihat adanya sedikit perbedaan warna selulosa yang dihasilkan pada ketiga variasi tersebut. Jika dilihat secara seksama maka pada variasi yang kedua akan terlihat warna yang lebih putih bersih dibandingkan dengan variasi pertama dan ketiga yang sedikit lebih cokelat. Hal ini dikarenakan pada variasi kedua proses penghilangan hemiselulosa berhasil yaitu saat penambahan NaOH 5%. Kemudian dilakukannya pemanasan hingga hemiselulosa lepas. Selanjutnya selama penghilangan lignin diduga juga berhasil saat penambahan HNO₃ 2%. Sifat asam kuat dari HNO₃ yang dapat merusak serat amorf selulosa lalu pada pemanasan 80°C dapat memecahkan lignin hingga kecil yang selanjutnya lepas dari selulosa. Dalam proses penghilangan hemiselulosa dan penurunan jumlah lignin digunakan waktu optimum proses pengadukan dan pemanasan sekaligus yaitu selama 1 jam. Sedangkan untuk variasi yang pertama dan kedua yang memiliki warna putih agak kecoklatan dimungkinkan masih adanya kandungan lignin didalamnya (Kunusa, W. R., 2017.).

Uji Morfologi Analisis FTIR Isolasi Selulosa

Semua variasi disajikan pada dua absorbansi. Yang pertama di panjang gelombang rendah yaitu kisaran 860,25-1734,01 cm⁻¹, kedua dengan panjang gelombang yang tinggi yaitu antara 2048.40-3930.93 cm⁻¹. Grafik absorbansi dapat dilihat

pada gambar 3. Grafik absorbansi di panjang gelombang 2900,94 cm⁻¹ yang merupakan ciri khas selulosa. Banyaknya kandungan selulosa pada variasi yang kedua dapat dilihat besarnya absorbansi yang lebar pada panjang gelombang 3000-3739.97 cm⁻¹. Lebar nya grafik absorbansi dihasilkan di panjang gelombang itu menunjukkan bahwa terdapat ikatan intrapolimer yaitu ciri khas selulosa. Masih ada juga terdapat sedikit hemiselulosa yang dapat dilihat pada panjang gelombang 1734,01 cm⁻¹ yaitu adanya ikatan C=O.



Gambar 2. Spektrum FTIR untuk ketiga variasi isolasi selulosa

Adanya kehadiran lignin dapat dilihat pada variasi pertama dan ketiga dengan adanya gugus fungsi aromatik C=C yang muncul di banyak panjang gelombang yaitu 1566,20 cm⁻¹ dan 1641,42 cm⁻¹, aromatik C-H juga hadir di panjang gelombang 896,90 cm⁻¹, metoksi-O-CH₃ juga hadir pada

panjang gelombang 1566,20 cm^{-1} . Sejumlah panjang gelombang dihasilkan dari gugus fungsi khas senyawa lignin maka menunjukkan bahwa variasi yang pertama masih banyak mengandung lignin.

Adanya kehadiran hemiselulosa juga dapat dilihat pada variasi pertama dan ketiga dengan adanya gugus fungsi ikatan C=O yang merupakan ciri khas dari hemiselulosa. Gugus fungsi C=O dapat dilihat pada panjang gelombang 1734,01 cm^{-1} . Sehingga dari hasil uji FTIR menunjukkan bahwa variasi kedua adalah variasi yang paling baik dalam memperoleh selulosa sehingga dapat dijadikan bahan baku dalam proses pembuatan plastik biodegradabel.

Pembuatan Film plastik Biodegradabel

Pada pembuatan film plastik biodegradabel, penggunaan MMT dapat menyebabkan teraglomerasi bahan lain yang berukuran besar dan perlu dilakukan pencampuran dengan kecepatan 400 rpm sehingga mendapatkan campuran yang lebih homogen, kemudian film yang terbentuk dilakukan pengujian.

Uji Kemampuan Degradasi

Dilakukannya pengujian ketahanan degradasi adalah guna melihat kekuatan film plastik biodegradabel atas suhu, kelembapan tanah, mikroba, dan faktor lainnya. Dari hasil uji kemampuan degradasi yang dapat dilihat pada gambar 3, dapat dilihat bahwa dari kelima variasi mengalami degradasi yang baik, dimana pengujian dilakukan selama dua hari. Kelima variasi mengalami degradasi karena selulosa dan gliserol yang bersifat hidrofilik sehingga sangat baik terhadap bahan yang bersifat hidrofobik contohnya seperti pati yang sangat efektif untuk mengurai ikatan hidrogen antara gugus hidroksil yang dapat memperbesar jarak intermolekul (Sofia, A., 2017; Purnavita, S., 2020), kemudian hidrasi kation yang terdapat MMT akan melepaskan sifat hidrofilik yang mana kation natrium mengikat air sehingga menghasilkan jarak terhadap tiap lapisannya.

Variasi pertama terdegradasi lebih cepat dan lebih baik dibandingkan variasi lainnya, karena jumlah selulosa yang terdapat di dalam variasi tersebut yang tidak terlalu banyak sehingga aktivitas bakteri, jamur, dan patogen pembusuk bekerja dengan baik, sementara semakin banyak jumlah selulosa yang terdapat di dalam variasi akan menghambat aktivitas bakteri.

Uji *Volatility Mass Fraction*

Hasil uji pada gambar 3 memperlihatkan persentase *volatility mass fraction* kelima variasi sangat rendah dan pada variasi kelima menunjukkan persentase yang sangat rendah dan variasi pertama menunjukkan persentase tertinggi. Dimungkinkan karena adanya interaksi hidrofobik seperti pati. Selain itu juga pengaruh penambahan MMT yang menyebabkan rendahnya kemampuan penguapan film plastik karena adanya kation natrium yang mengambil air dan menyebabkan struktur film menjadi lebih padat. Kemudian diduga Kristal amorf dalam matriks polimer yang cukup rapat sehingga mengakibatkan berkurangnya kemampuan film plastik biodegradabel dalam menahan dan juga menangkap molekul air.

Persentase pada variasi kelima merupakan variasi yang paling rendah diduga karena adanya jumlah maksimum pada penambahan MMT yang sudah merata sehingga mengembangkan kristalinitas film dimana kristalinitas film dapat mengurangi permeabilitas uap dan juga gas, kristalinitas dapat mempengaruhi volume pada polimer plastik mengakibatkan uap susah untuk masuk ke dalam polimer. MMT dapat membuat suatu struktur polimer yang zig-zag sehingga menjadikan uap gas susah untuk keluar. Variasi pertama menunjukkan tingkat volatilitas tertinggi karena jumlah selulosa yang sedikit sehingga mempengaruhi rendahnya kerapatan kristal amorf yang meningkatkan permeabilitas penguapan molekul air pada film plastik biodegradabel.

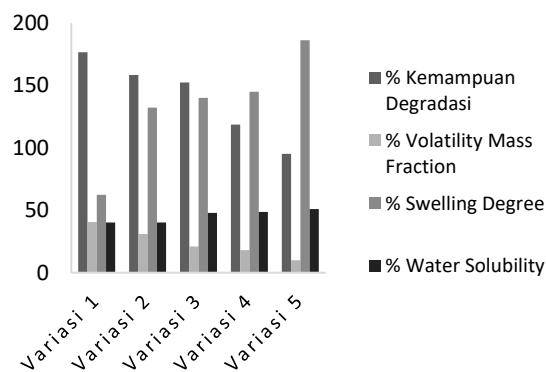
Uji *Swelling Degree* dan *Water Solubility*

Uji *swelling degree* merujuk pada sifat hidrofilik dari suatu bahan yaitu salah satu

indikator pada retensi suatu air dari sebuah film. Kelima variasi dengan adanya MMT akan mengakibatkan munculnya sifat hidrofilik sehingga memiliki nilai persentase yang tinggi hanya saja pada variasi yang pertama dengan jumlah selulosa yang lebih sedikit menghasilkan persentase yang lebih rendah karena sifat higroskopis yang dimiliki selulosa akan menyebabkan pengikatan molekul-molekul air dari lingkungannya baik melalui absorpsi ataupun adsorpsi, sementara keempat variasi lainnya dimana variasi kedua yang mengandung 1 gram selulosa, variasi ketiga mengandung 1,5 gram selulosa, variasi keempat mengandung 2 gram selulosa dan variasi kelima mengandung 2,5 gram selulosa, menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah selulosa yang terdapat di dalam film plastik biodegradabel akan menyebabkan semakin meningkatnya persentase *swelling degree*nya hal ini disebabkan oleh sifat higroskopis dari selulosa dimana semakin banyak selulosanya maka daya serap molekul-molekul air akan semakin tinggi baik melalui absorpsi ataupun adsorpsi.

Uji *Water Solubility* dilakukan untuk melihat kemampuan stabilitas dan ketahanan air dari film plastik biodegradabel akibat hal tersebut merupakan dasar dari ketahanan terhadap kelembapan eksternal dari film plastik. Dari kelima variasi yang menggunakan bahan baku selulosa akan menghasilkan sifat kaku dan juga gaya antar molekul setiap rantainya yang cukup tinggi hasilnya dari selulosa sehingga tidak dapat larut di dalam air akibat adanya tiga gugus hidroksil pada struktur kimia selulosa sehingga dapat memungkinkan struktur selulosa dapat membentuk beberapa ikatan hidrogen. Sementara dengan adanya MMT yang merupakan sebuah material, mempunyai sifat hidrofilik yang dapat mengurangi kemampuan gaya intermolekul pada film plastik biodegradabel. Nilai persentase dari setiap variasi memperlihatkan hasil yang hampir sama hal ini dimungkinkan karena jumlah dari MMT yang sama dari setiap variasi yang dapat menurunkan gaya intermolekul dari setiap variasi, hanya saja jika diperhatikan lebih detail, nilai persentase dari variasi pertama lebih rendah dari yang

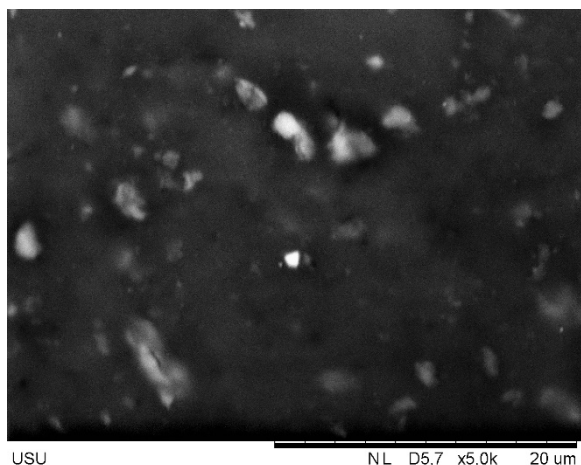
lainnya yaitu sebesar 40,219% sementara variasi kedua dan seterusnya berturut-turut adalah 40,225%, 47,943%, 48,639%, 50,963%. Hal ini dimungkinkan karena jumlah selulosa yang lebih sedikit sehingga sedikit pula molekul air yang masuk ke dalam film untuk mengikat molekul-molekul air ataupun membentuk ikatan hidrogen.



Gambar 3. Hasil Uji Kemampuan Degradasi, *Volatility Mass Fraction*, *Swelling Degree*, dan *Water Solubility* setiap variasi pada film plastik biodegradabel

Uji Morfologi Analisis SEM (*Scanning Electron Microscop*)

Analisis SEM permukaan film plastik biodegradabel yang dapat dilihat pada gambar 4 yaitu film plastik biodegradabel dengan variasi 0,5 gram selulosa, 5 gram pati, 1,5 ml gliserol, 98,5 ml aquadest, dan 1 gram MMT dan pembesaran 5000x. Gambar tersebut memiliki sedikit rongga, hal ini memperlihatkan bahwa selulosa yang terdapat pada film tidak saling mengikat dengan gliserol, kemudian terlihat juga adanya butiran-butiran putih yang merupakan MMT yang bercampur membentuk ikatan rantai polimer, hal ini lah yang dapat menyebabkan kemampuan *swelling degree* yang rendah karena jumlah selulosa yang lebih sedikit dan tidak berikatan dengan gliserol secara sempurna yang akan menyebabkan pengikatan molekul-molekul air dari lingkungannya baik melalui absorpsi ataupun adsorpsi lebih sedikit.



Gambar 4. Hasil Uji SEM (*Scanning Electron Microscop*) variasi 1 dengan jumlah selulosa sebanyak 1 gram pada perbesaran 5000x.

KESIMPULAN

Limbah batang jagung sangat mampu untuk bahan baku dalam membuat plastik biodegradabel sebab terdapatnya selulosa cukup besar yaitu 42,6%. Produk dari isolasi selulosa yang paling baik adalah variasi isolasi yang kedua hal tersebut dapat

DAFTAR RUJUKAN

- Sinaga, M. et al. (2018). The preparation of all-cellulose nanocomposite film from isolated cellulose of corncobs as food packaging. *Oriental Journal of Chemistry*, 34, 562-567.
- Fachry, A.R., Et al. (2019). *Pembuatan bietanol dari limbah tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam klorida dan waktu fermentasi*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- Emadian., O, & Demirel, B. (2019), *Waste manage*. 59(1), 526–536.
- Acquavia, M.A., et al. (2021). Natural polymeric materials: a solution to plastik pollution from the agro-food sector. *Polymer*, 13(158).
- Anggono, A.D. (2019). Development of Biodegradable Plastic Made From Recycling of Polypropylene (PP) with Corn Stalks Powder. *Materials Science and Engineering*, 673.
- Susanti, A. (2019). Pembuatan plastik biodegradable dari tongkol jagung: studi kasus desa dawuhan mangli, kecamatan sukowono, jember, indonesia. *Warta Pengabdian*, 13(4), 193-198.
- Febrianti, T. (2017). Engineering of cassava stem cellulose as a filler for manufacturing plastik biodegradable. *World Chemical Engineering Journal*, 1(5), 58-64.
- Kanani, N. (2020). Preparasi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan bantuan gelombang iradiasi ultrasonik. *Industrial Research Workshop and National Seminar*.
- Susanti, A. (2021). Fabrication and characterization of biodegradable plastik based on mixture of starch and cellulose from corn waste. *Eksergik*, 18(2), 49-55.

dibuktikan dengan hasil dari uji FTIR. Kemudian hasil uji kemampuan degradasi pada variasi pertama terdegradasi lebih cepat dan lebih baik dibandingkan variasi lainnya, karena jumlah selulosa yang terdapat di dalam variasi tersebut yang tidak terlalu banyak sehingga aktivitas bakteri, jamur, dan pathogen pembusuk bekerja dengan baik. Hasil uji *volatility mass fraction* variasi pertama menunjukkan tingkat volatilitas tertinggi karena jumlah selulosa yang sedikit sehingga mempengaruhi rendahnya kerapatan kristal amorf yang meningkatkan permeabilitas penguapan molekul air. Uji *swelling degree* pada variasi yang pertama menghasilkan persentase yang lebih rendah karena sifat higroskopis yang dimiliki selulosa akan menyebabkan pengikatan molekul-molekul air dari lingkungannya lebih sedikit. Uji *water solubility* setiap variasi memperlihatkan hasil yang hampir sama hal ini dimungkinkan karena jumlah dari MMT yang sama dari setiap variasi yang dapat menurunkan gaya intermolekulnya.

- Tamiogy, W. R. (2019). Pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai filler pada pembuatan biopelastik. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 14(1), 63-71.
- Asmoro, N. W. (2017). *Ekstraksi selulosa batang tanaman jagung (zea mays) metode basa*. Universitas Veteran Bangun Nusantara.
- Kunusa, W. R. (2017). Kajian tentang isolasi selulosa mikrokristalin (sm) dari limbah tongkol jagung. *Jambura Journal of Education Chemistry*. 12(1), 105-108.
- Sofia, A. (2017). Komparasi biopelastik kulit labu kuning-kitosan dengan *plastikizer* dari berbagai variasi sumber gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 6(2). 1-7.
- Purnavita, S. 2020. Penambahan gliserol terhadap karakteristik biopelastik dari komposit pati aren dan glukomanan. *Metana*, 16, 19-25.