

Pengaruh Penambahan MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) Dari Ampas Tebu (*Sugar Cane Baggase*) Sebagai Microfiller Pada Sintesa Bioplastik

Lidia Magdalena Napitupulu^{(1)*}, Edwin Azwar⁽¹⁾, Yuli Darni⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung,
Bandar Lampung 35145

*E-mail koresponden: lidiamagdalenanapitupulu@gmail.com

Diterima (30 Agustus 2017), Direvisi (13 September 2017)

Abstract. The study aims to produce bioplastic and to know the effect of addition of MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) from bagasse (*Sugar Cane Baggase*) as filler. Effect of sorgum starch ratio - MFC with Variation of sorgum starch and MFC; 5: 5, 6: 4, 7: 3, 8: 2, 9: 1 and 10: 0 g / gr based on the total dry weight of the mixture, of the mechanical, physical and biodegradability properties of the bioplastics was evaluated. Isolation of MFC from bagasse done by using Sodium Hydroxide and Sodium Chlorite extraction at 100 °C and room temperature for 3 hours. which is then using Disk Refiner as much as 7 times the process. Bioplastics was synthesized at 916 rpm stirring speed, sorgum starch size 63 µm and MFC size 10 µm, total mixing time at water batch 60 minutes at 80°C, stirring for 35 minutes, gelatinization temperature 95°C, and the drying temperature is 60°C for 8 hours. The best results in this study are tensile strength were 11.71 KPa in the ratio 7: 3, Elongation at break were 32.85% 7: 3, modulus young were 26.56 Kpa at the ratio 8: 2, and bioplastic density were 0.802 (gr / ml) on the ratio 6: 4. Bioplastic films that have been created can be degraded between 14-28 days. However, the value of tensile strength, elongation at break, modulus young, and density is not yet resembled a commercial plastic LDPE as a plastic bag.

Keyword: Bioplastics, Sugar Cane Bagasse, LDPE, sorgum starch, MFC (*Microfibrillated Cellulose*)

Abstrak. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan bioplastik dan mengetahui pengaruh penambahan MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) dari ampas tebu (*Sugar Cane Baggase*) sebagai filler. Pengaruh rasio pati sorgum – MFC dengan Variasi perbandingan pati sorgum dan MFC yaitu; 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 dan 10:0 gr/gr berdasarkan berat kering total campuran, terhadap sifat mekanik, fisik dan biodegradabilitas bioplastik telah di evaluasi. Isolasi MFC dari ampas tebu dilakukan dengan ekstraksi menggunakan Natrium Hidroksida dan Natrium Klorit pada suhu 100 °C dan suhu ruangan selama 3 jam, serta menggunakan Disk Refiner sebanyak 7 kali proses. Bioplastik disintesis pada kecepatan pengadukan 916 rpm, pati sorgum ukuran 63 µm dan MFC ukuran 10 µm, waktu total pencampuran di water batch 60 menit dengan suhu 80°C, pengadukan selama 35 menit, suhu gelatinisasi 95°C, dan temperatur pengeringan adalah 60°C selama 8 jam. Hasil terbaik pada penelitian ini adalah kuat tarik 11,71 KPa pada rasio 7:3, persen perpanjangan 32,85 % pada rasio 7:3, modulus young 26,56 Kpa pada rasio rasio 8:2, dan densitas bioplastik 0,802(gr/ml) pada rasio 6:4. Bioplastik yang telah dibuat dapat terdegradasi antara 14-28 hari. Namun nilai kuat tarik, perpanjangan, modulus young, dan densitas ini belum menyerupai plastik komersial LDPE sebagai kantong plastik.

Kata kunci: Bioplastik, Ampas Tebu (*Sugar Cane Baggase*), LDPE, Pati Sorgum, MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*)

PENDAHULUAN

Polimer sintesis sebagai contoh LDPE (*Low Density Polyethylene*) yang berbasis minyak bumi sering digunakan sebagai bahan dasar pembuat tempat makanan, botol-botol plastik dan plastik

kemasan karena sifat termo – mekaniknya yang sangat baik dan ketersediaannya yang murah. Namun sifatnya yang susah terdegradasi di alam menimbulkan para peneliti untuk mencari alternatif lain seperti biopolimer sebagai pengganti polimer sintetik. Salah satu jenis

biopolimer yang terdapat di alam adalah pati.

Pati adalah salah satu kandidat yang paling menjanjikan di masa depan untuk bahan biokomposit karena biayanya yang rendah, dapat diperbaharui, memiliki sifat biodegradabilitas dan memiliki sifat termoplastik [1]. Jika pati tersebut digabungkan dengan penguat/filler akan membentuk suatu biokomposit. Beberapa macam filler yang dapat diisi ke dalam matriks pati adalah montmorillonite, hectorite, kaolinite [2]. Adanya filler atau bahan penguat dalam biopolimer seperti pati akan memberikan pengaruh pada sifat-sifat komposit yang terbentuk [3]. Filler atau bahan penguat akan meningkatkan sifat-sifat mekanik dan *barrier properties* dari pati. Selain dari pada jenis filler tersebut, terdapat juga filler alami seperti selulosa, chitosan, kitin dan lainnya yang sangat melimpah di alam dan merupakan material yang kuat. Filler yang digunakan dalam penelitian ini adalah selulosa dengan ukuran mikro yang biasanya disebut dengan *Micro Fibrilated Cellulose*. *Micro fibrilated Cellulose* adalah struktur komponen dasar selulosa yang terbentuk selama biosintesis. MFC dapat dipandang sebagai suatu bahan selulosa yang mengubah dan memperbesar luas permukaan selulosa dan cukup terdegradasi [4]. MFC diperoleh dari selulosa pulp yang sudah mengalami proses refiner dan proses homogenizer sampai ukurannya skala mikro [5]. *Micro fibrilated Cellulose* ini merupakan material baru yang dapat digunakan sebagai filler (bahan penguat) pada polimer [6] karena *Micro fibrilated Cellulose* memiliki sifat seperti tinggi kekuatan, fleksibilitas dan tinggi aspek rasio inilah yang menyebabkan *Micro fibrilated Cellulose* digunakan sebagai filler untuk memperkuat bioplastik.

Pada penelitian ini selulosa yang digunakan berasal dari isolasi ampas tebu

(*sugar cane baggase*) dan di proses lebih lanjut sehingga diperoleh selulosa dengan ukuran mikro yang disebut dengan MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*). *Micro fibrilated Cellulose* ini memiliki sifat yang jauh lebih baik dibandingkan dengan selulosa murni. Dengan melakukan variasi MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) sebagai filler tersebut diharapkan akan diperoleh biokomposit yang mempunyai sifat mekanik, morfologi dan biodegradabilitas yang optimal.

Sumber pati yang digunakan adalah sorgum. Sorgum merupakan alternatif yang menjanjikan sebagai sumber penghasil pati karena sorgum mengandung pati sebesar 80,42%. Pati sorgum juga mempunyai kadar amilosa 28% dan amilopektin 72% [7]. Kadar amilosa tersebut diharapkan dapat memberikan sifat mekanik yang optimal dan kadar amilopektin yang memberikan sifat lengket yang optimal. Selain pati dan penguatnya, gliserol juga diperlukan sebagai bahan plasticizer yang akan memacu proses pencetakan dan fleksibilitas biokomposit.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan *Micro Fibrillated Cellulose* (MFC) sebagai filler pada bioplastik dan untuk mendapatkan konsentrasi *Micro Fibrilated Cellulose* (MFC) terbaik sebagai filler pada bioplastik serta untuk mengetahui sifat mekanik, morfologi, dan biodegradabilitas bioplastik.

METODE PENELITIAN

Ekstraksi Micro Fibrillated Cellulose dari ampas tebu (*sugar cane baggase*)

Ekstraksi Micro Fibrillated Cellulose dari ampas tebu (*sugar cane baggase*) di adopsi dari penelitian yang dilakukan [5] dengan jenis bahan baku yang berbeda yaitu ampas tebu.

Serat ampas tebu (sugar cane baggase) yang diperoleh dikecilkan ukurannya dengan cara disaring dengan ukuran saringan 10 mesh. Serat ampas tebu yang tertahan pada saringan ukuran 10 mesh kemudian di masukkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 24 jam. Kemudian sebanyak 500 gram berat kering serat ampas tebu (sugar cane baggase) dimasak di dengan larutan NaOH 4 %. Perbandingan bahan dan larutan NaOH yang ditambahkan adalah 1:10 (berat/volume). Ekstraksi ini dilakukan dengan menggunakan digester pada temperatur 100°C selama 3 jam. Selanjutnya dibiarkan semalaman agar suhu dan tekanan digester menurun sehingga aman untuk pengambilan serat ampas tebu (sugar cane baggase) tersebut. Serat ampas tebu (sugar cane baggase) hasil digester berwarna kehitaman, di keluarkan dari dalam digester kemudian dipisahkan dari cairan pemasaknya dengan penyaringan menggunakan kain saring. Ampas tebu yang sudah lunak kemudian di cuci dengan Air mengalir sampai pH nya netral. Dimana pengukurannya menggunakan kertas indikator pH . Selanjutnya ampas tebu yang sudah lunak dengan pH netral diperas sampai airnya keluar sehingga ampas tebu dalam keadaan lembab.

Hasil ekstraksi yang berupa ampas tebu yang sudah lunak yang pH nya telah netral selanjutnya ditambahkan larutan NaClO_2 10 % dan dibiarkan pada suhu kamar selama 3 jam sambil sesekali diaduk. Perbandingan ampas tebu yang lunak dengan larutan NaClO_2 10 % adalah 1:10 (berat/volume). Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kain saring dan diambil ampas tebu yang sudah bebas hemiselulosa. Kemudian dicuci dengan aquades sampai pH nya netral, dimana pengukuran pH menggunakan kertas indikator pH.

Hasil ekstraksi yang telah mengalami penghilangan hemiselulosa selanjutnya dilarutkan dalam air sampai diperoleh konsentrasi larutan 5%. Kemudian ampas tebu di giling menggunakan *Disk Refiner* sebanyak 7 kali proses. Selanjutnya di saring menggunakan kain saring. Pulp yang dihasilkan kemudian dioven sampai diperoleh berat konstan dan disimpan.

Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik diadopsi dari penelitian yang dilakukan [8] dengan jenis bahan baku yang berbeda yaitu ampas tebu (sugar cane bagasse) dan variasi rasio pati sorgum : MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) dan tinjauan selama pelaksanaan penelitian di laboratorium. MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) hasil ekstraksi serta pati sorgum ditimbang sesuai dengan variasi yang diinginkan yaitu 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 dan 10:0 gr/gr berdasarkan berat kering total campuran. Larutan pati serta larutan MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) dibuat dengan penambahan aquades sesuai dengan jumlah volume yang telah dihitung larutan pada gelas ukur yang terpisah, selanjutnya Larutan pati sorgum – MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) pada formulasi pati sorgum - MFC (*Micro Fibrilated Cellulose*) divariasikan pada 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1, dan 10:0 gr/gr dan di masukan ke dalam water bath selama 40 menit pada suhu 100°C . Kemudian gliserol ditambahkan dengan konsentrasi 25% ke dalam larutan yang dilanjutkan dengan pemanasan di water bath hingga total waktu di dalam water bath 60 menit. Selanjutnya, Larutan bioplastik dipanaskan di dalam hot plate selama 35 menit dengan $T_{\text{Gelatinasi}} = 95^{\circ}\text{C}$ dan diaduk pada kecepatan 916 rpm. Larutan bioplastik diangkat dari hot plate dan didiamkan sampai mencapai suhu kamar.

Larutan 25 ml ,dituangkan ke dalam cetakan yang telah dilapisi wax, kemudian cetakan dimasukkan ke dalam oven pada temperatur 60°C selama 8 jam. Setelah di keringkan dalam oven, cetakan diangkat dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam. Setelah 24 jam, film bioplastik dilepaskan dari cetakan dan disimpan dalam zip bag lock. Bioplasik yang dihasilkan lalu dianalisis sifat mekaniknya dengan menggunakan *autograph*, analisis biodegradabilitas dengan menggunakan ASTM D6400, Analisis bentuk morfologi dengan uji *SEM*, uji densitas dan uji kelarutan serta analisis gugus fungsi dengan uji FTIR.

Karakterisasi Mekanik

Pada penelitian ini sifat mekanik bahan ditentukan melalui kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*), persen pemanjangan (*elongation at break*) dan *modulus young*. Sifat mekanik diuji dengan *autograph*.

Kelarutan Terhadap Air

Kelarutan film bioplastik terhadap air dilakukan dengan melarutkan bioplastik dengan ukuran $3 \times 3 \text{ cm}^2$ ke dalam botol yang mengandung 30 ml air pada temperatur kamar. Kemudian dihitung waktu kelarutannya didalam air sambil sesekali diaduk.

Densitas

Densitas bioplastik dapat diketahui dengan cara meletakkan bioplastik yang telah dihitung massanya pada gelas ukur yang terdapat air 5 ml . Setelah 15 menit, kemudian volume air yang baru dapat dicatat untuk menghitung volume plastik sebenarnya.

Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM adalah suatu instrumen penghasil berkas elektron pada permukaan spesimen target dan mengumpulkan serta menampilkan sinyal-sinyal yang diberikan oleh material target, untuk mengetahui struktur morfologi dari bioplastik yang dihasilkan.

Gugus Fungsi dengan FTIR

Analisis IR atau FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat pada suatu sampel.

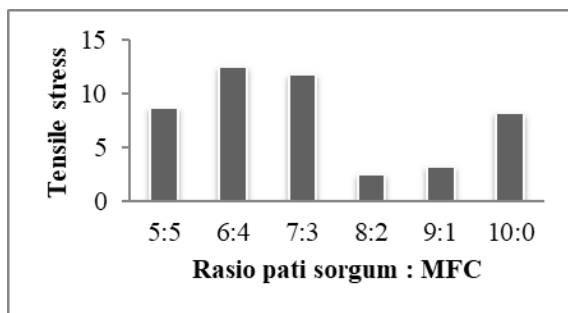
Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas menggunakan ASTM D6400, Sampel berupa film dengan ukuran $3 \times 3 \text{ cm}$ ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dengan asumsi komposisi tanah yang sama. Sampel ini akan diperiksa setelah 7 , 14, 21 dan 28 hari kemudian untuk mengetahui degradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mekanik

Uji sifat mekanik yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tarik, persen perpanjangan dan modulus young dari sampel bioplastik yang dihasilkan sehingga dapat diketahui pengaruh rasio pati sorgum:MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terhadap sifat mekanik bioplastik dan juga untuk mengetahui rasio pati sorgum : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terbaik. Hasil analisis kuat tarik pada produk bioplastik dapat dilihat pada **Gambar 1**. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kuat tarik tertinggi terdapat pada rasio pati sorgum : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6:4 sebesar 12,51 Kpa.



Gambar 1. Pengaruh Rasio Pati : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) (gr/gr) Terhadap Kuat Tarik Bioplastik

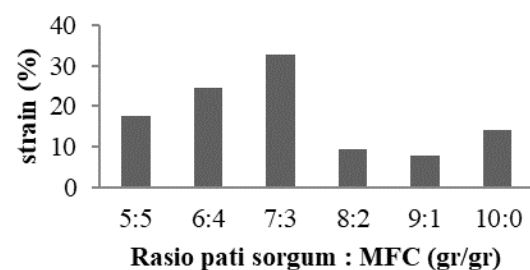
Dari **Gambar 1** terlihat bahwa nilai kuat tarik tanpa MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) lebih tinggi dari nilai kuat tarik dengan penambahan 1 gr dan 2 gr MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*).

Kuat tarik terlihat meningkat secara signifikan pada penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) diatas 2 gr. Namun saat penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 5 gr, kuat tarik kembali menurun. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 1 gr dan 2 gr MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) tidak dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik. Namun dengan bertambahnya konsentrasi MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) pada larutan bioplastik, kuat tarik semakin meningkat dan saat penambahan konsentrasi MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terbanyak sebesar 5 gr, kuat tarik kembali menurun serta memiliki nilai yang tidak jauh berbeda seperti film bioplastik tanpa penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*). Nilai kuat tarik terbesar, terdapat pada penambahan konsentrasi MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 4 gr.

Hal ini terjadi karena perbedaan struktur pada MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) dan amilosa menghasilkan sifat yang berbeda. Struktur yang dimiliki oleh MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) membuatnya memiliki gaya tarik intermolekuler dan kristalinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan amilosa [9]

namun monomer penyusunnya sama sehingga membuatnya lebih *compatible* ketika menyatu. Kuatnya gaya intermolekuler dalam MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) membuatnya sulit berinteraksi dengan komponen lain, selain itu penggabungan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) dengan pati terbatas karena selulosa sulit untuk menyebar (terdispersi). Sehingga pada penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terbanyak pada larutan bioplastik, nilai kuat tarik menurun karena semakin kuat gaya intermolekuler dalam MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) membuatnya sulit berinteraksi dengan komponen lain.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh konsentrasi penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terhadap strain atau persen perpanjangan film bioplastik. Persen perpanjangan tertinggi terdapat pada rasio pati : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 7:3 sebesar 32,85 %. Film bioplastik tanpa MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) memiliki nilai strain yang lebih tinggi dari pada film bioplastik dengan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 1 gr dan 2 gr. Namun jika dibandingkan dengan film bioplastik dengan konsentrasi penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 3 gr, 4 gr, dan 5 gr, film bioplastik tanpa MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) memiliki nilai strain yang lebih rendah.



Gambar 2. Pengaruh Rasio Pati : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) (gr/gr) Terhadap Perpanjangan Bioplastik.

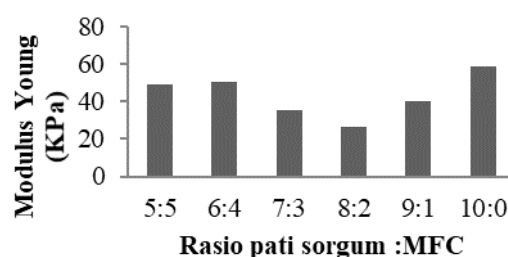
Gugus fungsional dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan gugus -O-, -N, dan -S, membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen lebih panjang dari ikatan kovalen tetapi ikatannya lebih lemah [10] semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk menyebabkan rantai semakin panjang. Oleh karena itu terjadi peningkatan perpanjangan saat penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) diatas konsentrasi pati - selulosa 8:2. Namun perpanjangan kembali menurun ketika penambahan selulosa 5 gr, hal ini menunjukkan terdapat titik jenuh pembentukan ikatan hidrogen sehingga MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) sulit untuk menyebar (terdispersi).

Gambar 3 menunjukkan nilai *modulus young* tanpa MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) memiliki nilai lebih tinggi dari nilai *modulus young* dengan penambahan 1 gr MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*), ini menunjukkan penambahan 1 gr dan 2 gr MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) menurunkan nilai *modulus young* film bioplastik. Penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) diatas 2 gr terus meningkatkan nilai *modulus young*, namun tidak lebih besar dari nilai *modulus young* tanpa penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*). Dan saat penambahan konsentrasi selulosa yaitu 5 gr, *modulus young* film bioplastik tersebut kembali menurun. Penurunan nilai *modulus young* setelah penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) dikarenakan ikatan hidrogen yang terbentuk membuat rantai semakin panjang, sehingga terjadi peningkatan perpanjangan saat penambahan selulosa.

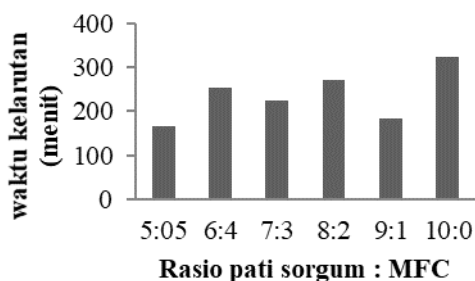
Kelarutan Terhadap Air

Gambar 4 menunjukkan bahwa film bioplastik tanpa MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) memiliki waktu kelarutan yang

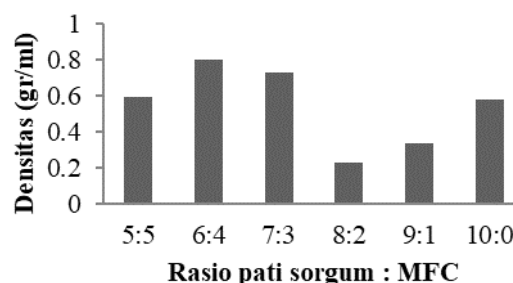
lebih lama dari film bioplastik dengan penambahan MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*). Ini dikarenakan film bioplastik memiliki gugus hidroksil (O-H) yang berasal dari komponen penyusunnya. faktor utama polimer dapat terdegradasi secara alamiah adalah karena polimer mengandung gugus hidroksil (-OH). sehingga dapat dikatakan bioplastik tidak akan mencemari lingkungan, dikarenakan dapat terdegradasi.



Gambar 3. Pengaruh Rasio Pati : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) Terhadap Moudulus Young film bioplastik



Gambar 4. Pengaruh Rasio Pati sorgum : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) (gr/gr) terhadap waktu kelarutan bioplastik dalam air



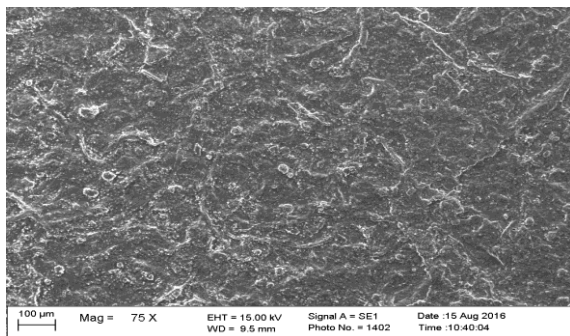
Gambar 5. Pengaruh Rasio Pati : MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) (gr/gr) terhadap densitas bioplastik

Gambar 5 menunjukkan Pengaruh rasio pati sorgum: MFC terhadap densitas film bioplastik dengan MFC 3 gr dan 3 gr memiliki nilai densitas tertinggi. Densitas atau kerapatan jika memiliki nilai yang tinggi akan mempengaruhi sifat mekanik. Semakin rapat film bioplastik maka semakin sedikit jumlah pori atau rongga pada film bioplastik tersebut, sehingga akan semakin tinggi sifat mekaniknya. Hal ini berkesinambungan dengan nilai kuat tarik yang semakin tinggi saat MFC 3 gr dan 4 gr. Walaupun film bioplastik dengan konsentrasi selulosa 3 gr dan 4 gr memiliki nilai densitas tertinggi, akan tetapi nilai tersebut belum memenuhi nilai densitas standar LDPE.

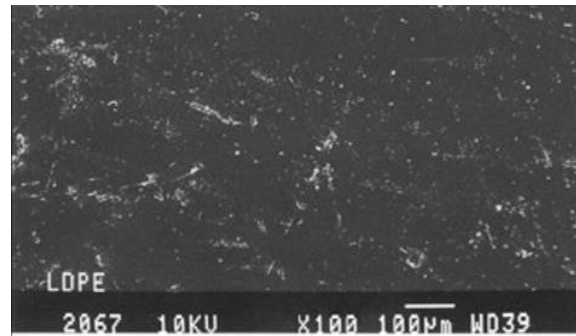
Densitas

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Analisis SEM (*scanning Electron Microscopy*) dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi dari sampel bioplastik. Dapat terlihat perbedaan pada bioplastik dengan rasio pati - MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6:4 (gr/gr) pada **Gambar 6** dengan LDPE pada **Gambar 7**, dimana terlihat morfologi LDPE terlihat lebih merata dibandingkan bioplastik dengan rasio pati - MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6:4 (gr/gr) dikarenakan kurang homogenya larutan bioplastik.



Gambar 6. SEM bioplastik dengan rasio pati sorgum - (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6 : 4 (gr/gr)



Gambar 7. SEM LDPE

Morfologi film bioplastik yang dihasilkan pada masing-masing rasio pati-MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) terlihat juga sangat tidak merata, ini disebabkan karena kurang homogenya larutan bioplastik, karena MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) bersifat tidak larut dalam pelarut organik sehingga menghasilkan permukaan plastik yang tidak homogen selain itu ukuran dari MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) yang juga beragam dan ukurannya yang berbeda dengan pati.

Serat-serat MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) berinteraksi membentuk belitan dan sulit menyebar secara merata dalam campuran pati [11]. Akibat dari interaksi ini pati sulit menyatu dan akibatnya pati kebanyakan berada di bagian pinggir dari bioplastik. Semakin banyak konsentrasi MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) pada rasio pati: MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*), mengakibatkan morfologi semakin tidak merata.

Gugus Fungsi dengan FTIR

Analisis gugus fungsi bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Berdasarkan hasil pengujian gugus fungsi sampel bioplastik pada berbagai rasio pati-selulosa, diperoleh informasi beberapa peak yang muncul. Kemunculan banyak peak ini menunjukkan bahwa dalam bioplastik terdapat banyak jenis gugus fungsi. **Gambar 8** merupakan hasil dari analisis FTIR pada rasio pati :MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6 : 4 (gr/gr).

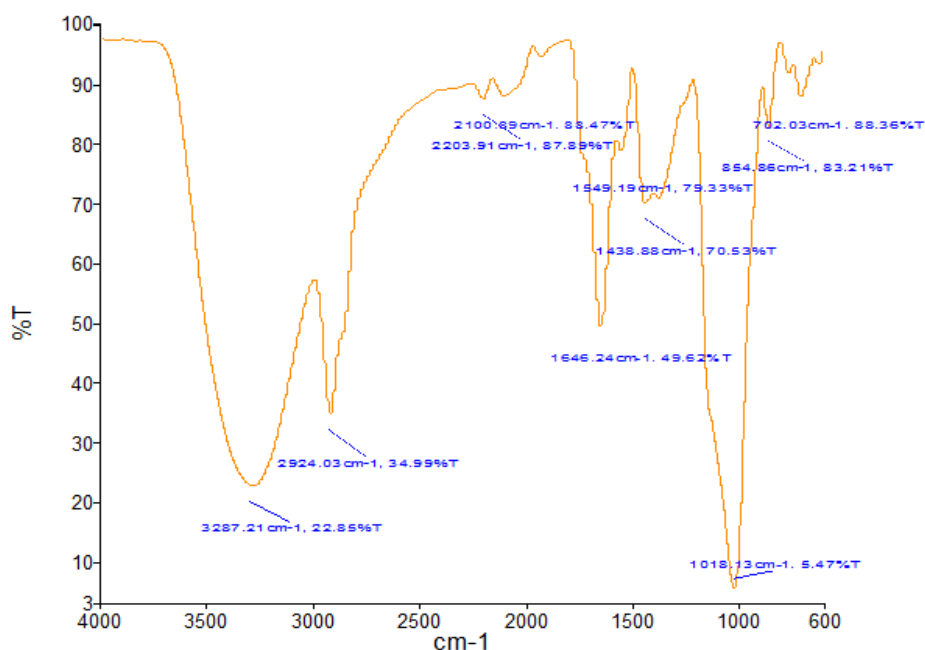
Gambar 8 memperlihatkan hasil identifikasi gugus fungsi pada film bioplastik yang terbentuk pada spektrum

serapan IR meliputi O-H, C=C, C-H, C-O, dan *Phenyl group*. Sedangkan hasil identifikasi gugus fungsi pada rasio pati-selulosa 10 : 0 (gr/gr) pada spektrum serapan IR menunjukkan ikatan polimerik O-H, C-H, C=C, dan C-O, dan *phenyl group*. Pada rasio pati-selulosa 9:1 (gr/gr), 8:2 (gr/gr), dan 5: 5 (gr/gr) menunjukkan ikatan polimerik O-H, C=C, C-H, C-O, dan *Phenyl group*, pada rasio pati-selulosa 7 : 3 (gr/gr) menunjukkan ikatan polimerik O-H, C=O, C=C C-H, C-O, dan *Phenyl group*. Sedangkan pada rasio pati-selulosa 6 : 4 (gr/gr) menunjukkan ikatan polimerik O-H, C=C, C-H, C-O, dan *Phenyl group*. Dari hasil analisis tersebut terlihat bahwa gugus fungsi yang terdapat pada hasil analisis sampel bioplastik merupakan gabungan dari

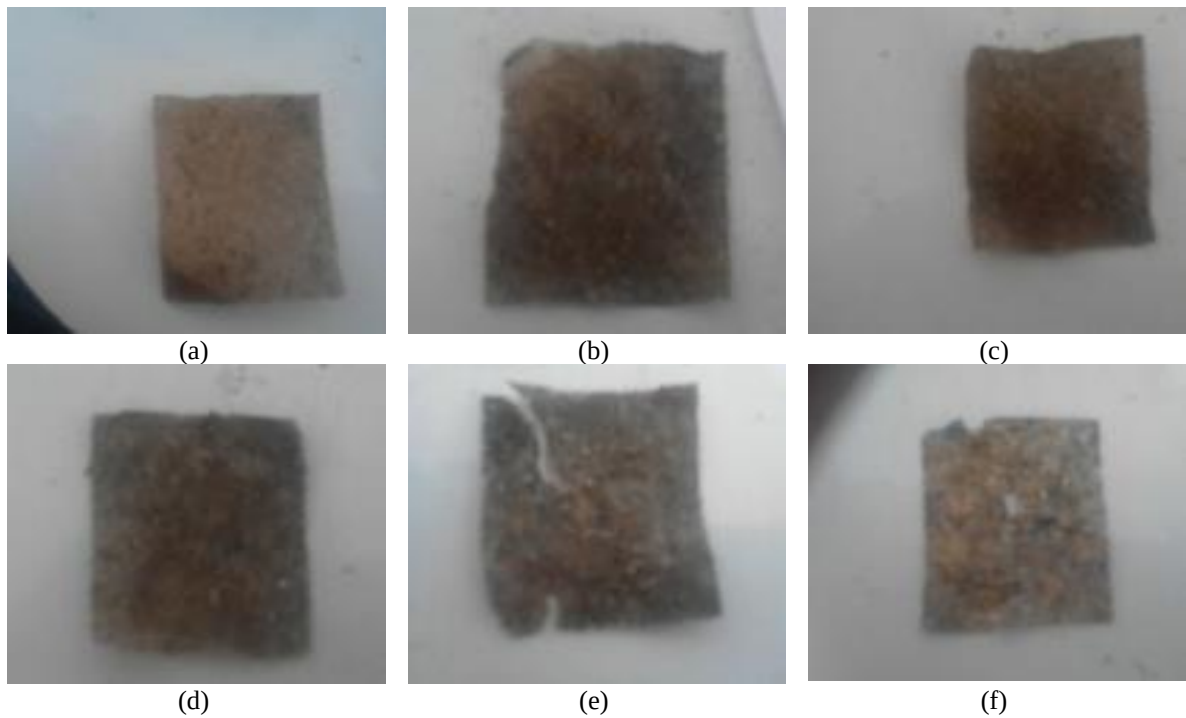
gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati, selulosa dalam bentuk MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*), gliserol). Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik tersebut dihasilkan dari proses *blending* / pencampuran fisik karena tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan hal inilah yang menyebabkan film bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik seperti sifat bahan penyusunnya sehingga mampu menyerap banyak air.

Biodegradabilitas

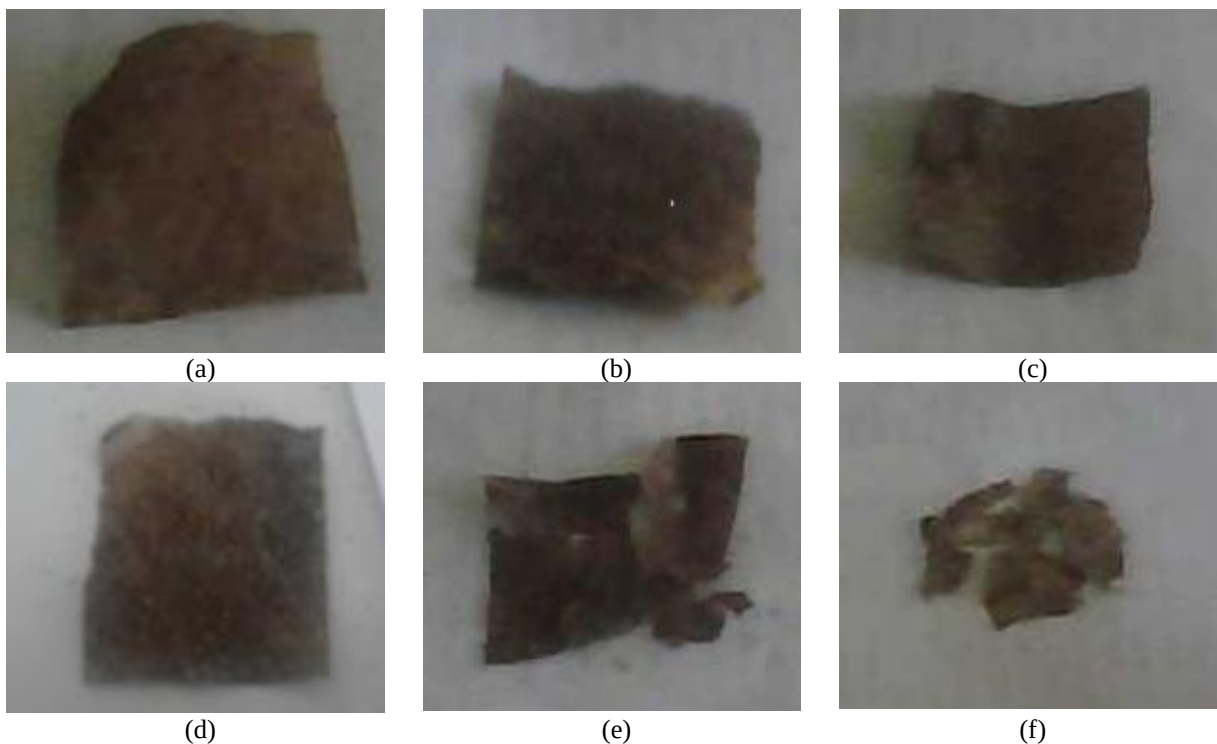
Proses degradasi film bioplastik pada media tanah dapat dilihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**.



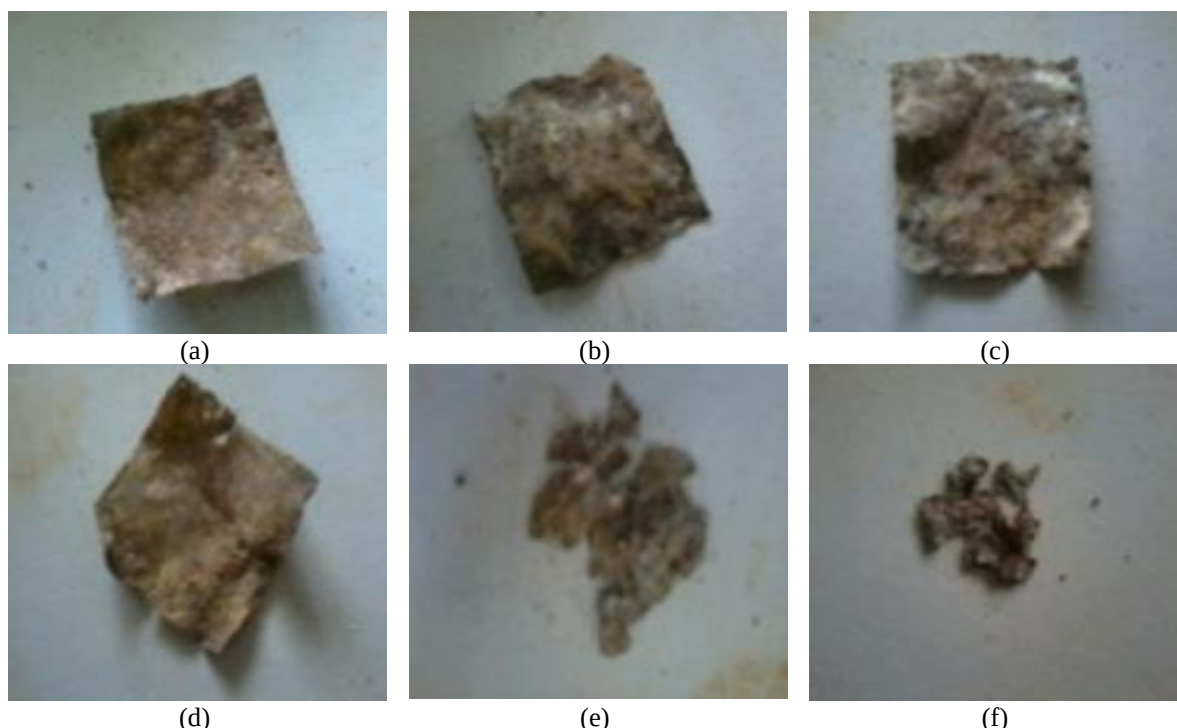
Gambar 8. Spektrum FTIR bioplastik dengan rasio pati sorgum- MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6 : 4 (gr/gr)



Gambar 9. uji *biodegradable* setelah 7 hari pada film bioplastik (a) rasio pati-MFC 5: 5(gr/gr), (b) rasio pati-MFC 6 : 4 (gr/gr), (c) rasio pati- MFC 7: 3 (gr/gr), (d) rasio pati- MFC 8: 2 (gr/gr), (e) rasio pati- MFC 9 :1 (gr/gr), (f) rasio pati- MFC 10 : 0 (gr/gr)



Gambar 10. uji *biodegradable* setelah 14 hari pada film bioplastik (a) rasio pati- MFC 5:5 (gr/gr), (b) rasio pati- MFC 6:4 (gr/gr), (c) rasio pati- MFC 7:3 (gr/gr), (d) rasio pati- MFC 8:2 (gr/gr), (e) rasio pati- MFC 9:1 (gr/gr), (f) rasio pati- MFC 10:0 (gr/gr)



Gambar 11. uji *biodegradable* setelah 28 hari pada film bioplastik (a) rasio pati- MFC 5:5 (gr/gr), (b) rasio pati- MFC 6:4 (gr/gr), (c) rasio pati- MFC 7:3 (gr/gr), (d) rasio pati- MFC 8:2 (gr/gr), (e) rasio pati- MFC 9:1 (gr/gr), (f) rasio pati- MFC 10:0 (gr/gr)

Berdasarkan **Gambar 11**, pada hari ke 14, film bioplastik pada rasio pati-MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 10 : 0 dan 9:1 (gr/gr) mengalami degradasi namun pada film bioplastik yang lain masih dalam keadaan utuh hanya mulai sedikit rapuh. Pada hari ke 21 dan 28 film bioplastik pada rasio pati-selulosa 10:0,9:1, dan 8:2 (gr/gr) mengalami pengecilan ukuran, sedangkan pada film bioplastik yang lain masih dalam keadaan utuh hanya mulai rapuh dan berjamur. Ini menandakan sudah mulai terjadi proses degradasi pada rasio pati-MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 8:2, 7:3, 6:4, 5:5 (gr/gr). Degradasi terjadi karena bioplastik yang terbentuk mengandung gugus karbonil dan juga ester, gugus tersebut menandakan bahwa bioplastik ini mampu terdegradasi dengan baik didalam tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Kondisi terbaik untuk kuat tarik dan persen perpanjangan didapat pada rasio pati sorgum – MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 7:3 (gr/gr). Dengan peningkatan kuat tarik sampai dengan 11,71 Kpa. Dan peningkatan perpanjangan sampai dengan 32,85. Sedangkan kondisi terbaik pada modulus young dan densitas bioplastik didapat pada rasio pati sorgum – MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 10 : 0 (gr/gr) yaitu 58,73 Kpa dan pada rasio pati sorgum – MFC (*Micro Fibrillated Cellulose*) 6 : 4 (gr/gr) yaitu 0,802 (gr/ml). Film Bioplastik yang telah dibuat dapat terdegradasi antara 14-28 hari. Berdasarkan hasil-hasil penelitian diatas bioplastik yang dihasilkan belum menyerupai plastik komersial LDPE sebagai kantong plastik karena tidak

mencapai parameter-parameter standart plastik LDPE.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. S. Sakanaka, F. Yamashita, and M. V. E. Grossmann, "Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect," *J. Carbohydr. Polym.*, vol. 60, pp. 283–289, 2005.
- [2] R. Zhao, Æ. P. Torley, and Æ. P. J. Halley, "Emerging biodegradable materials : starch- and protein-based bio-nanocomposites," *J. Mater Sci.*, pp. 3058–3071, 2008.
- [3] A. B. Moghaddam, T. Nazari, J. Badraghi, and M. Kazemzad, "Synthesis of ZnO Nanoparticles and Electrodeposition of Polypyrrole / ZnO Nanocomposite Film," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 4, pp. 247–257, 2009.
- [4] G. Siqueira, J. Bras, and A. Dufresne, "Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications," *Polymers (Basel)*, vol. 2, no. 4, pp. 728–765, 2010.
- [5] B. S. Subyakto, Euis Hermiati, Dede Heri Yuli Yanto, Fitria, Ismail Budiman, Ismadi, Nanang Masruchin, "Proses Pembuatan Serat Selulosa Berukuran Nano dari Silsal (Agave Sisalana) dan Bambu Betung (Dendrocalamus Asper)," *Ber. Selulosa*, 2009.
- [6] L. Suryanegara, A. N. Nakagaito, and H. Yano, "Microfibrillated cellulose reinforced semi-crystalline polylactic acid composites : Thermal and mechanical properties."
- [7] Suarni, "Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan," *J. Litbang Pertan.*, vol. 23, no. 4, pp. 145–151, 2004.
- [8] Y. Darni, T. M. Sitorus, and M. Hanif, "Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik Thermoplastic Processing of Sorghum and Cellulose to Produce Bioplastics," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung.*, vol. 10, no. 2, pp. 55–62, 2014.
- [9] G. Odian, *Principles Of Polymerization*, Fourth Edi. State Island, New York: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004.
- [10] P. Manning, *Chemical Bonding*. New York: Chelsea House, 2009.
- [11] W. Ban, J. Song, D. S. Argyropoulos, and L. A. Lucia, "Influence of natural biomaterials on the elastic properties of starch-derived films: An optimization study," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 45, no. 2, pp. 627–633, 2006.

