

Aplikasi Pengisi Batang Sorgum pada Sintesis Bioplastik dengan Plasticizer PEG-400 dan Asam Palmitat

Yuli Darni¹⁾, Dita Synthauli E²⁾, Erna Sartika Sinambela³⁾, Herti Utami⁴⁾

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Indonesia

¹⁾yuli.darni@eng.unila.ac.id

²⁾ditaevania.de@gmail.com

³⁾erna_sartika@ymail.com

⁴⁾herti.utami@eng.unila.ac.id

Abstract

Plastics are used for human use, creating side effects on the environment. The low level of degradation in the plastic makes the environment must accommodate so much plastic waste that causes pollution so that innovation is needed in the manufacture of plastics that can decompose in nature. This study discusses the use of sorghum stalk as a filler in the manufacture of bioplastic. Sorghum starch and chitosan as a bioplastic raw material with a palmitic acid and PEG-400 as a plasticizer. The purpose of this study was determined the effect of sorghum stalk as a filler (packing material) into mechanical properties of bioplastic. Bioplastic produced is expected to resemble a commercial LDPE plastic. Starch-chitosan formulations used in this study was 63 : 35 (w/w), the size of the starch and chitosan was 63 micron sieve, stirring time about 35 minutes and stirring velocity about 375 rpm this research was also conducted various concentration of plasticizer (10,15, 23, 27, 33, 35 wt%). Some analysis of the mechanical test (tensile strength, percent elongation, and modulus young), water resistance, density and FTIR has determined the characteristics of bioplastic. The best result in this research is bioplastic with 1 gr filler formulation at 10% plasticizer concentration with modulus young value characteristic about 126,145 MPa, the tensile strength of 7,028 MPa, extension percent about 5,517%, density about 0,9 gr/mL, the water absorption of 38,88%. The bioplastic characteristic already meet the LDPE plastic standard.

Keywords: Bioplastics, Filler, Sorghum, PEG-400, Palmitic Acid

Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kegunaan plastik meliputi banyak hal, antara lain kebutuhan rumah tangga, sebagai pelindung alat-alat listrik, dan banyak digunakan sebagai kemasan makanan. Plastik memiliki sifat yang ringan, mudah dibentuk dan kuat. Namun, disisi lain plastik merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar untuk lingkungan. Plastik yang banyak digunakan sehari-hari memiliki tingkat degradasi yang rendah, sehingga dibutuhkan waktu lama untuk menguraikan plastik tersebut. Akibat dari rendahnya tingkat degradasi plastik adalah menumpuknya sampah plastik yang dapat mencemari lingkungan. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan adanya alternatif pembuatan plastik yang dapat dengan mudah terurai di alam. Plastik ini diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama dan dapat terurai secara biologis atau yang dikenal dengan plastik *biodegradable* [1]. Bioplastik yang telah dibuat, diuji sifat fisik dan mekaniknya dan dibandingkan dengan sifat fisik dan mekanik plastik komersial LDPE (*Low Density Polyethylene*), sehingga diharapkan bioplastik yang dibuat dapat digunakan sebagai substitusi plastik komersial namun ramah lingkungan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sifat fisik dan mekanik dari bioplastik sedikit demi sedikit diperbaiki dengan penambahan *plasticizer* gliserol untuk menambah sifat plastisnya dan biopolimer kitosan untuk meningkatkan kekuatan tarik dan memperbaiki ketahanan air dari bioplastik [2]. Jenis pati yang digunakan adalah pati sorgum. Kitosan dipilih sebagai biopolimer karena bersifat hidrofobik sehingga diharapkan bioplastik yang dihasilkan memiliki penyerapan air yang kecil. *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol karena gliserol merupakan golongan polyol yang bila bereaksi dengan kitosan dapat menghasilkan film plastik yang kuat dan fleksibel [3]. Hasil terbaik dari penelitian tersebut diperoleh pada formulasi pati dan kitosan 6,5:3,5 (gr/gr) dengan konsentrasi gliserol 10%, kecepatan pengaduk 375 rpm. Berdasarkan analisis

yang dilakukan diperoleh persen penyerapan air 96,79%, kuat tarik 20,9364 MPa, persen perpanjangan 29,35% dan *modulus young* 71,61 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka bioplastik yang dihasilkan belum mampu menyerupai sifat fisik dan kimia plastik komersial. Karena itu dilakukan penelitian lebih lanjut dimana dalam penelitian ini divariasikan dua variabel, yaitu konsentrasi *plasticizer* (10%, 15%, 23%, 27%, 33%, dan 35%) dan penambahan *Filler* (0,25 gr, 0,5 gr, dan 1 gr). Dalam penelitian ini *plasticizer* yang digunakan adalah PEG-400 serta asam palmitat. Variasi konsentrasi *plasticizer* dilakukan untuk memperoleh sifat mekanik yang menyerupai plastik komersial LDPE. Variasi penambahan *filler* dilakukan untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan *barrier properties* pada pati. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada hasil optimum penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu waktu pengadukan 35 menit [4], ukuran pati 63 mikron [5], formulasi pati-kitosan adalah 65:35 (gr/gr), suhu gelatinisasi 95 °C dan kecepatan pengadukan 375 rpm [2].

Metode Penelitian

Alat dan Bahan Baku

Bahan

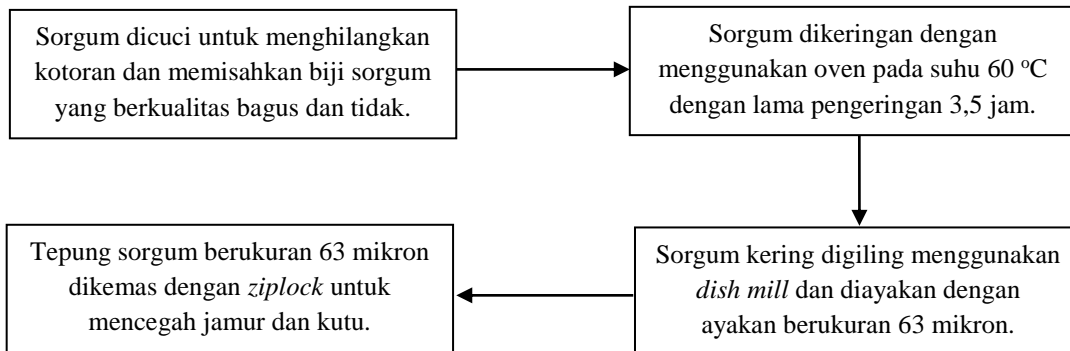
- Tepung sorgum yang berasal dari B2TP-BPPT Lampung Tengah
- Kitosan
- PEG-400
- Asam palmitat
- Aquades
- Asam asetat.

Alat

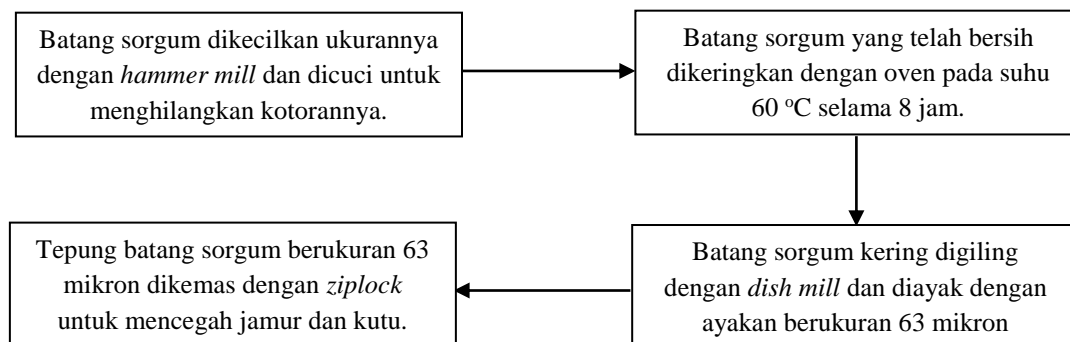
- Ayakan 63 Mikron
- Mortar
- Gelas Ukur (500, 200, 100, 50, dan 10)
- *Water Bath*
- *Stirrer*
- *Drying Oven*
- *Digital Balance*
- Cetakan
- *Zipbag Lock*
- *Stopwatch*

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Sorgum



Pembuatan Pengisi Batang Sorgum



Pembuatan Bioplastik

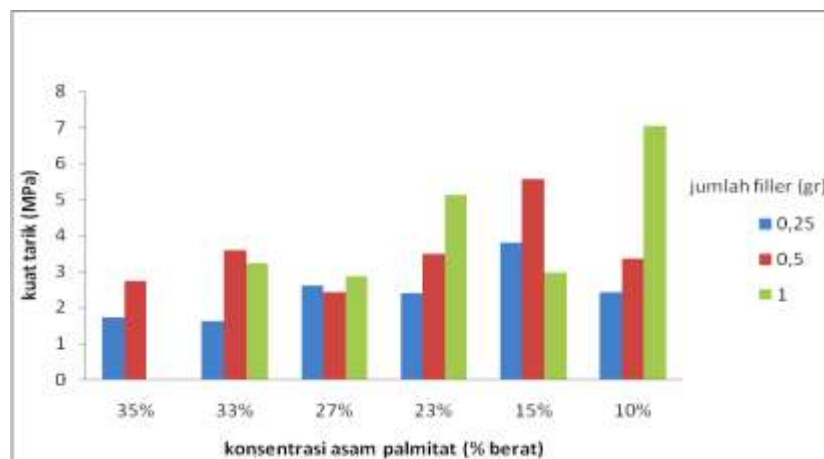
- Pati ditimbang sebanyak 6,5 gram dan kitosan sebanyak 3,5 gram.
- PEG-400, asam palmitat, asam asetat, dan aquades diukur sesuai volume masing-masing.
- Pati dilarutkan dengan aquades dalam gelas beaker 500 ml, dan kitosan dilarutkan dengan asam asetat.
- PEG-400, asam palmitat, dan larutan kitosan dicampurkan ke dalam larutan pati dan diaduk dengan motor pengaduk dan jenis pengaduk turbin dengan temperatur pengadukan 95 °C selama 35 menit.
- Campuran bioplastik kemudian dicetak ke dalam piringan seng sebanyak 50 ml pada masing-masing piring ditaruh dalam oven dengan temperatur 60 °C selama 12 jam.
- Bioplastik dari oven didinginkan, kemudian bioplastik dilepaskan dari cetakan dan disimpan dalam *zip bag lock*. Plastik siap untuk dianalisis.

Hasil Dan Pembahasan

Pengaruh Konsentrasi Plasticizer (PEG-400 dan asam palmitat) dan Penambahan Filler terhadap Sifat Mekanik Bioplastik

Kuat tarik

Kuat tarik adalah salah satu uji untuk mengetahui tegangan maksimum suatu bahan. Kuat tarik pada bioplastik dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer*. Pada Gambar 1 dapat dilihat pengaruh dari konsentrasi *plasticizer* dan penambahan *filler* terhadap kuat tarik yang dimiliki bioplastik.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* asam palmitat dan penambahan *filler* terhadap kekuatan tarik bioplastik

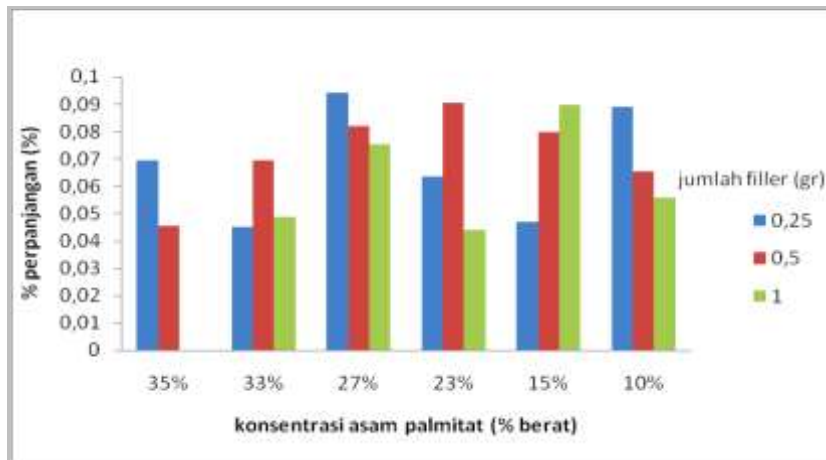
Besarnya kuat tarik dari bioplastik dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer*-nya. Berdasarkan Gambar 1, nilai tertinggi dari kuat tarik pada bioplastik terdapat pada konsentrasi *plasticizer* 10% dan penambahan *filler* 1 gram dengan nilai 7,028168 MPa. Kuat tarik tersebut mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi asam palmitat. Dari Gambar 1 dapat kita lihat bahwa semakin banyak asam palmitat maka semakin rendah kuat tariknya. Hal ini dikarenakan sifat asam palmitat yang mampu menurunkan gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga menyebabkan polimer lebih elastis dan menurunkan kuat tarik bahan tersebut [7].

Biopolimer lain yang mampu meningkatkan sifat mekanik bioplastik adalah selulosa dan gelatin. Salah satu kandungan dari *filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah selulosa. Penambahan *filler* juga mempengaruhi kuat tarik dari bioplastik ini. Hal ini terlihat dari Gambar 1, semakin banyak *filler* yang ditambahkan ke dalam bioplastik maka semakin meningkat juga kuat tarik dari bioplastik tersebut.

Untuk membuat bioplastik yang dapat menggantikan plastik konvensional LDPE, maka kuat tarik yang dimiliki bioplastik tersebut harus memenuhi standar kuat tarik plastik konvensional LDPE yaitu 20,67-51,675 MPa. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa kuat tarik terbesar diperoleh pada konsentrasi *plasticizer* 10% dan penambahan *filler* 1 gram sebesar 7,028168 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tarik bioplastik ini menyamai plastik konvensional LDPE.

Persen Perpanjangan

Persen perpanjangan merupakan besarnya keelastisan bioplastik saat ditarik hingga putus. Pengaruh dari konsentrasi *plasticizer* dan penambahan *filler* terhadap persen perpanjangan dapat dilihat pada Gambar 2.



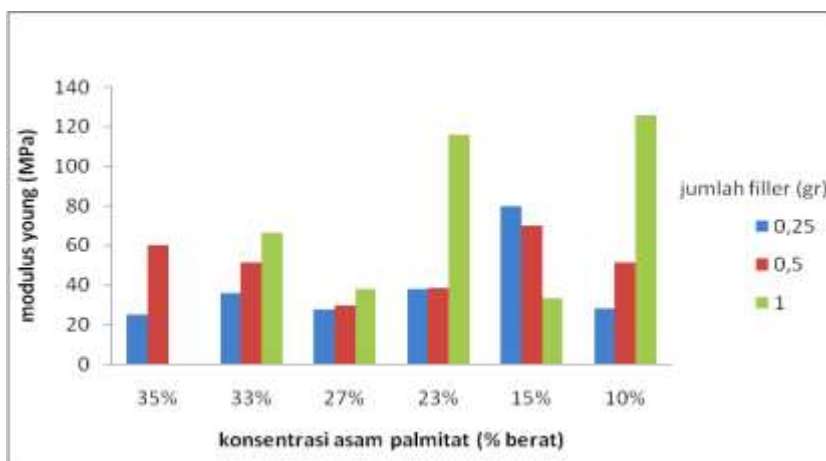
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* asam palmitat dan penambahan *filler* terhadap persen perpanjangan bioplastik

Persen Perpanjangan (*Elongation at break*) menunjukkan keuletan suatu bahan bioplastik. Persen perpanjangan tertinggi terdapat pada konsentrasi *plasticizer* 27%, yaitu sebesar 9,412%. *Range* perpanjangan plastik konvensional LDPE adalah 225–600%. Jika dilihat dari *range* perpanjangan plastik konvensional LDPE ini maka semua sampel bioplastik yang dihasilkan masih jauh dibawah rata-rata plastik konvensional.

Penambahan *plasticizer* juga mempengaruhi persen perpanjangan, dalam penelitian ini *plasticizer* yang digunakan adalah asam palmitat dengan pelarut PEG-400. Salah satu sifat dari PEG-400 yaitu sebagai proteksi yang baik untuk menghilangkannya air dari bioplastik. Hal ini menjadi salah satu faktor yang membuat persen perpanjangan dari bioplastik sangat rendah.

Modulus young

Modulus young diperoleh dari perbandingan antara kekuatan tarik (*tensile strength*) terhadap persen perpanjangan (*elongation at break*). *Modulus young* sering dikatakan sebagai ukuran kekakuan suatu bahan. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* dan penambahan *filler* terhadap *Modulus young* bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* asam palmitat dan penambahan *filler* terhadap *modulus young* bioplastik

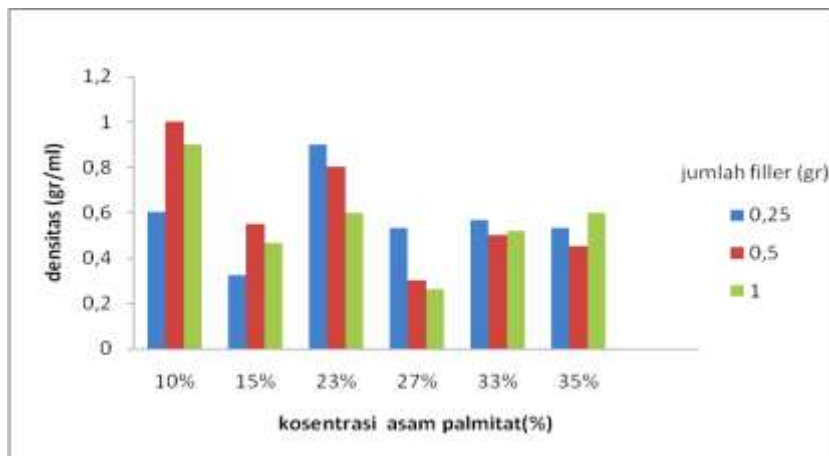
Dari Gambar 3. terlihat bahwa nilai *modulus young* nya cenderung mengalami penurunan pada saat penambahan konsentrasi *plasticizer*, tetapi adanya penambahan *filler* membuat *modulus young* nya cenderung naik. Pada konsentrasi *plasticizer* 10% dan formulasi *filler* 1 gram, *modulus young* mencapai nilai

tertinggi yaitu 126,145 MPa. Nilai tersebut memenuhi standar *modulus young* LDPE yaitu 100-250 MPa. Untuk nilai *modulus young* terendah terdapat pada formulasi *filler* 0,25 gram, konsentrasi *plasticizer* 35% dengan nilai 24,76795 MPa. Dari data bioplastik ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan *filler* pada bioplastik terbukti meningkatkan nilai *modulus young* bioplastik.

Pengaruh Konsentrasi *Plasticizer* (PEG-400 dan Asam Palmitat) dan Penambahan *Filler* terhadap Sifat Fisik Bioplastik

Densitas

Densitas atau kerapatan dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume bahan. Densitas atau kerapatan merupakan sifat fisik suatu polimer. Semakin rapat suatu bahan, maka sifat mekaniknya semakin baik sehingga film plastik yang dihasilkan mempunyai kekuatan tarik (*tensile strength*) yang baik. Densitas bioplastik ini ditentukan dengan menggunakan metode kenaikan fluida dalam gelas ukur. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* dan penambahan *filler* terhadap densitas dapat dilihat pada Gambar 4.

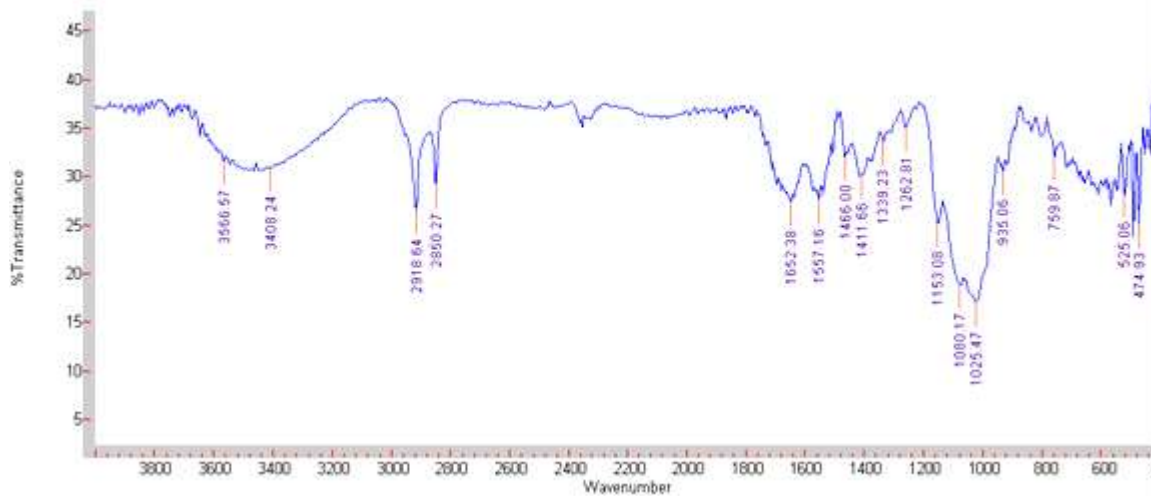


Gambar 4. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* asam palmitat dan penambahan *filler* terhadap densitas bioplastik

Rentang densitas untuk plastik konvensional LDPE adalah 0,91–0,925 gr/ml [8]. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa pada konsentrasi *plasticizer* 10% dengan penambahan *filler* 0,5 gram sebagai run terbaik yang memiliki densitas 1 gr/ml, lebih tinggi dari range minimum untuk plastik LDPE. Namun pada penelitian ini hasil yang menjadi titik acuannya yaitu pada konsentrasi *plasticizer* 10% dan penambahan *filler* 1 gram, dengan hasil densitasnya sebesar 0,9 gr/ml. Nilai densitas pada konsentrasi ini mendekati nilai densitas untuk plastik LDPE.

Analisis Gugus Fungsi

Analisis gugus fungsi bioplastik dilakukan untuk mengidentifikasi struktur bioplastik baik yang mengandung senyawa organik maupun senyawa anorganik. Analisa gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red Spectrofotometer* (FTIR). Hasil analisa gugus fungsi pada bioplastik dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Hasil FTIR pada bioplastik dengan konsentrasi *plasticizer* 35% dan 1 gr *filler*

Tabel 1. Hasil analisis FTIR pada bioplastik

10% PEG, 0,5 gr <i>filler</i>		23% PEG-400, 0,5 gr <i>filler</i>		35% PEG-400, 1 gr <i>filler</i>	
Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Identifikasi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	identifikasi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Identifikasi
2850-3000	C – H	2850-3000	C – H	3580-3650	O – H
1652,52	C=C	1500-1560	N – H	3408,24	N – H
1500-1560	N – H				
1350-1470	CH ₂ dan CH ₃	1350-1470	CH ₂ dan CH ₃	2850-3000	C – H
1040-1100	C=O	1040-1100	C=O	1652,38	C=C
650-770	O – H	720	CH ₂	1200-1020	C – OH

Hasil analisis FTIR pada Gambar 5 dapat dilihat komposisi gugus fungsi yang terdapat pada bioplastik seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, kita dapat melihat bahwa kitosan memiliki dua gugus penting yaitu gugus hidroksil dan amina. Gugus hidroksil (OH) terdapat pada puncak daerah 3580-3650. Puncak pada daerah 2850–3000 cm⁻¹ menunjukkan serapan dari C – H. Untuk gugus amina (N-H bend) menunjukkan serapan pada daerah 1500-1560 cm⁻¹ dan terdapat ikatan O – H bend yang ditunjukkan pada daerah 650-770 cm⁻¹. Pada gambar tersebut juga terdapat gugus CH₂ dan CH₃ ditunjukkan pada daerah 1350-1470 cm⁻¹, gugus C=O pada daerah 1040-1100 cm⁻¹.

Berdasarkan Gambar 5, gugus fungsi yang terdapat pada hasil analisis sampel bioplastik merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati, kitosan, asam asetat, PEG-400, dan asam palmitat). Dan dari sini juga terlihat bahwa tidak ditemukan gugus fungsi yang baru dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik seperti sifat bahan penyusunnya sehingga mampu menyerap banyak air.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan *filler* meningkatkan sifat fisik dan mekanik bioplastik yang dihasilkan, namun penambahan *plasticizer* dapat menurunkan % perpanjangan. Hasil bioplastik terbaik yang diperoleh pada penelitian ini yaitu bioplastik dengan formulasi *filler* 1 gram pada konsentrasi *plasticizer* 10%. Pada bioplastik tersebut diperoleh nilai *modulus young* sebesar 126,145 MPa, kuat tarik sebesar 7,028168 MPa, persen perpanjangan sebesar 5,5715%, densitas 0,9 g/mL, daya serap terhadap air 38,88 %. Bioplastik yang dihasilkan pada dasarnya sudah memenuhi standar plastik LDPE yaitu dengan kuat tarik sebesar 7,028168 MPa, *modulus young* sebesar 126,145 MPa, daya serap 38,88% dan densitas 0,9 g/ml. Namun, bioplastik memiliki kekurangan yaitu persen perpanjangan yang tidak memenuhi standar plastik LDPE.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Sabirin, M.Si. selaku Ketua Bidang Teknologi Diversifikasi B2TP-BPPT Desa Negara Bumi Hilir, Kecamatan Anak Tuha, Lampung Tengah yang telah membantu dalam penyediaan bahan baku pati sorgum dan batang sorgum guna memperlancar penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] -, 2017. Bioplastik, <http://monruw.wordpress.com>, 3 Desember 2011.
- [2] Manalu, Santika. 2013. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer terhadap Karakteristik Material Bioplastik yang Ramah Lingkungan. *Seminar Nasional Material*. ISBN: 978-602-19915-1-0.
- [3] -, 2017. Gliserol, <http://en.wikipedia.org/wiki/glisierol>, 4 Desember 2011.
- [4] Putri, L. S., 2012, Studi Optimasi Waktu dan Bilangan Reynold terhadap Sifat Fisik dan Mekanik dalam Pembuatan Bioplastik, Laporan Penelitian Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [5] Anggraini, A. S., 2011, Pengaruh Ukuran Partikel Sorgum Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat mekanik Pada Sintesa Bioplastik, Laporan Penelitian Teknik Kimia, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [6] Yang, Li. 1997. *Physicochemical Properties of Biodegradable/Edible Films Made With Gellan Gum*, University of Nova Scotia, Canada.
- [7] Rosato, D. 2004. *Plastic Product Material & Process Selection Handbook*, Elsevier.