

Valorisasi Bonggol Pisang dengan Polyol dan Kitosan Sebagai Bahan Baku Bioplastik

Valorization of Banana Stumps with Polyol and Chitosan as Bioplastic Raw Materials

Nila Tanyela Berghuis*, Rafkita Shelly, Stanislaus Axel Ajipratama, M. Hasbi Ar-Raihan, Oktaviani Wulandari, Ayu Silvia Fitri

Program Studi Kimia, Universitas Pertamina, Jl. Teuku Nyak Arief, Simprug, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

*E-mail: nila.tanyela@universitaspertamina.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v5i2.171>

Received: 31 March 2022, Revised: 6 May 2022, Accepted: 13 May 2022, Online: 30 Nov 2022

Abstrak

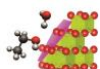
Bonggol pisang yang melimpah namun masih kurang dimanfaatkan merupakan salah satu limbah dari proses pemanenan pisang. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa bonggol pisang mengandung hingga 76% pati. Untuk mengatasi masalah lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan plastik sekali pakai, kami menggunakan pati dari bonggol pisang sebagai bahan baku bioplastik. Untuk meningkatkan kinerja bioplastik, dilakukan percobaan dengan penambahan gliserol, sorbitol, dan kitosan. Spektrum FTIR dari kedua film bioplastik menunjukkan bahwa aditif tidak mengubah gugus fungsi bioplastik karena memberikan daerah serapan yang sama dengan intensitas yang bervariasi. Hasil analisis termogravimetri menunjukkan bioplastik gliserol lebih cepat hancur (231,85°C) dibandingkan bioplastik sorbitol (278,75°C). Tes penyerapan air mengungkapkan bahwa bioplastik gliserol lebih tahan air daripada bioplastik sorbitol. Berdasarkan hasil uji biodegradasi, bioplastik sorbitol lebih cepat terurai dibandingkan bioplastik gliserol. Uji kuat tarik bioplastik berbasis sorbitol menghasilkan nilai 2,233 N/m², lebih besar dari nilai bioplastik berbasis gliserol sebesar 1,830 N/m². Hasil ini menunjukkan potensi bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik.

Kata kunci: *biodegradable, bonggol pisang, plastik berbasis bahan alam, pati, plasticizer.*

Abstract

Banana stumps, which are plentiful yet still underutilized, are one of the waste products of the banana harvesting process. Recent research indicates that banana stumps contain up to 76 percent starch. To address environmental issues brought on by the use of disposable plastics, we used starch from banana stumps as bioplastics feedstock. To enhance the performance of bioplastics, experiments with the addition of glycerol, sorbitol, and chitosan were conducted. FTIR spectra of the two bioplastic films indicate that additives do not alter the functional groups of bioplastics because they give equal absorption areas with just varying intensities. The result of the thermogravimetric analysis showed glycerol bioplastics disintegrated more quickly (231.85°C) than sorbitol bioplastics (278.75°C). The water absorption test reveals that glycerol bioplastics are more water-resistant than sorbitol bioplastics. According to the results of the biodegradation test, sorbitol bioplastics break down more quickly than glycerol bioplastics. The tensile strength test of sorbitol-based bioplastics yielded a value of 2.233 N/m², which is greater than the glycerol-based bioplastics' value of 1.830 N/m². These results show the banana stump's potential as a feedstock for the manufacturing of bioplastics.

Keywords: *banana stump, bio-based plastics, biodegradable plastics, starch, plasticizer.*



1 Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu barang penting yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia saat ini. Karakteristiknya yang ringan, fleksibel, kuat, murah, tidak berkarat dan termoplastik membuat plastik diminati berbagai sektor, namun plastik juga dapat menyebabkan permasalahan kesehatan ketika masuk ke dalam tubuh manusia [1], menjadi mikroplastik, membahayakan hewan dan juga mencemari lautan [2]. Pada tahun 2012, Bank Dunia menyebutkan Indonesia menghasilkan 85 ribu ton sampah setiap harinya, nilai ini diperkirakan akan meningkat menjadi 150 ribu ton sampah setiap harinya pada 2025. Berdasarkan data yang dihimpun Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2020, terjadi peningkatan komposisi sampah plastik dibandingkan sebelumnya yaitu dari 26,01% menjadi 17,12% [3]. Dari keseluruhan jumlah tersebut, jumlah plastik yang sudah didaur ulang di Indonesia masih dibawah 10% [4]. Oleh karena itu, dibutuhkan produk pengganti yang dapat mengatasi permasalahan ini, namun tetap dapat memenuhi kebutuhan masyarakat.

Pisang merupakan tanaman yang banyak ditemukan di daerah tropis bagian Asia Selatan [5]. Namun, pohon pisang yang telah melewati masa panen tidak dapat lagi berkembang biak dan menyisakan bagian bonggol. Bonggol pisang memiliki kandungan pati sekitar 76% [6] tergantung varietasnya [7]. Pati merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin yang mudah terdegradasi secara alami. Dengan kandungan pati yang besar, bonggol pisang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bioplastik. Dalam pengembangannya, bioplastik berbasis pati ini cenderung bersifat hidrofilik dan rentan terhadap serangan mikroba sehingga dapat mempengaruhi kekuatan mekaniknya [8]. Untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari bioplastik maka perlu ditambahkan bahan aditif. Bahan aditif yang biasa digunakan adalah gliserol, sorbitol, dan kitosan. Gliserol memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan bioplastik internal pada ikatan intramolekuler sehingga suhu transisi gelas (T_g) menurun dan polimer menjadi lebih fleksibel [9].

Sorbitol bersifat tidak beracun, tidak mudah menguap, mudah terdegradasi, mudah ditemukan dan *food grade*. Penambahan sorbitol dapat meningkatkan *tensile strength* dan *modulus young* dari bioplastik yang dihasilkan [10]. Untuk meningkatkan ketahanan bioplastik terhadap serangan mikroba, kitosan menjadi salah satu bahan aditif yang akan digunakan pada penelitian

ini. Kitosan merupakan bioplastik dari yang berasal dari kitin [11] dan memiliki sifat antimikroba sehingga dapat menghambat mikroorganisme pembusuk. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis bioplastik dari pati bonggol pisang dengan penambahan gliserol, sorbitol dan kitosan sebagai bahan aditif. Bioplastik yang dihasilkan akan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan TGA, lalu dilakukan uji biodegradasi dan daya serap air untuk mengetahui karakteristik mekanik dari bioplastik. Diharapkan penambahan gliserol, sorbitol dan kitosan pada bioplastik yang disintesis dari pati bonggol pisang ini dapat menghasilkan produk bioplastik yang *biodegradable* dengan daya tahan yang cukup kuat.

2 Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan.

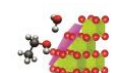
Peralatan gelas standar bermerk IWAKI, cawan petri, blender dan oven. Sedangkan bahan yang digunakan adalah pati dari bonggol pisang, Kitosan komersil, gliserol p.a dan sorbitol p.a dari Merck.

2.2 Prosedur

Prosedur kerja yang dilakukan dalam proses pembuatan bioplastik ini, yaitu sintesis bioplastik dari bonggol pisang dengan polyol dan kitosan, kemudian dilakukan karakterisasi untuk bioplastik hasil sintesis.

2.2.1 Sintesis Bioplastik.

Bonggol pisang dibersihkan bagian luarnya dan dipotong kecil-kecil, lalu diblender dengan ditambahkan sedikit air. Bubur bonggol pisang disaring dan didiamkan selama 12 jam, Setelah didiamkan selama 12 jam akan terbentuk endapan berupa pati. Endapan tersebut disaring, sementara airnya dibuang, Pati ditimbang sebanyak 4 gram dan dilarutkan ke dalam 50 mL akuades. Campuran dipanaskan dan diaduk selama 30 menit pada suhu 80°C untuk menghasilkan larutan pati. Dalam pembuatan larutan kitosan, sebanyak 0,7 gram kitosan ditimbang dan dilarutkan dengan 100 mL asam asetat 1%. Campuran dipanaskan pada suhu 40°C selama 30 menit dan diaduk hingga homogen. Dicampurkan larutan pati, larutan kitosan, dan 5 mL polyol (sorbitol atau gliserol). Campuran dipanaskan pada suhu 80°C selama 1 jam dan diaduk hingga homogen. Setelah homogen, campuran didinginkan hingga suhu ruang, Produk dicetak di cawan petri untuk dikeringkan menggunakan oven selama 30 menit pada suhu 55°C, selanjutnya dikeringkan kembali di bawah



sinar matahari. Jika produk bioplastik telah kering, dilakukan karakterisasi.

2.2.2 Karakterisasi Bioplastik

Karakterisasi yang dilakukan untuk bioplastik hasil sintesis pada penelitian ini antara lain uji degradasi, uji daya serap air, *Thermogravimetric Analysis* (TGA), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dan uji *tensile strength*.

3 Hasil dan Diskusi

Proses sintesis bioplastik yang dilakukan tanpa zat aditif dimulai dengan melarutkan 4 gram pati ke dalam 50 mL air pada suhu 70-80°C. Setelah 30 menit pemanasan, larutan pati akan tergelatinisasi dan warnanya menjadi lebih pekat. Campuran pati dan air yang sudah membentuk gel didinginkan pada suhu ruang. Kemudian, gel pati dituangkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan dengan menggunakan oven. Hasil sintesis menunjukkan bahwa bioplastik tanpa zat aditif memiliki kualitas kekuatan yang sangat rendah karena teksturnya rapuh. Larutan bioplastik dengan aditif kitosan dan gliserol tergelatinisasi pada waktu yang sama dengan bioplastik dengan pati namun memiliki tekstur yang lebih lengket dan berbau khas plastik. Hasil bioplastik memiliki struktur elastis namun cukup rapuh walaupun tidak serapuh bioplastik tanpa aditif, sintesis bioplastik dengan aditif kitosan dan sorbitol memiliki tahap yang sama dengan aditif gliserol, dimana ditambahkan 2 gram aditif gliserol ke dalam larutan bioplastik. Pada larutan bioplastik dengan aditif kitosan dan sorbitol, warna larutan memiliki warna coklat pucat dan tergelatinisasi

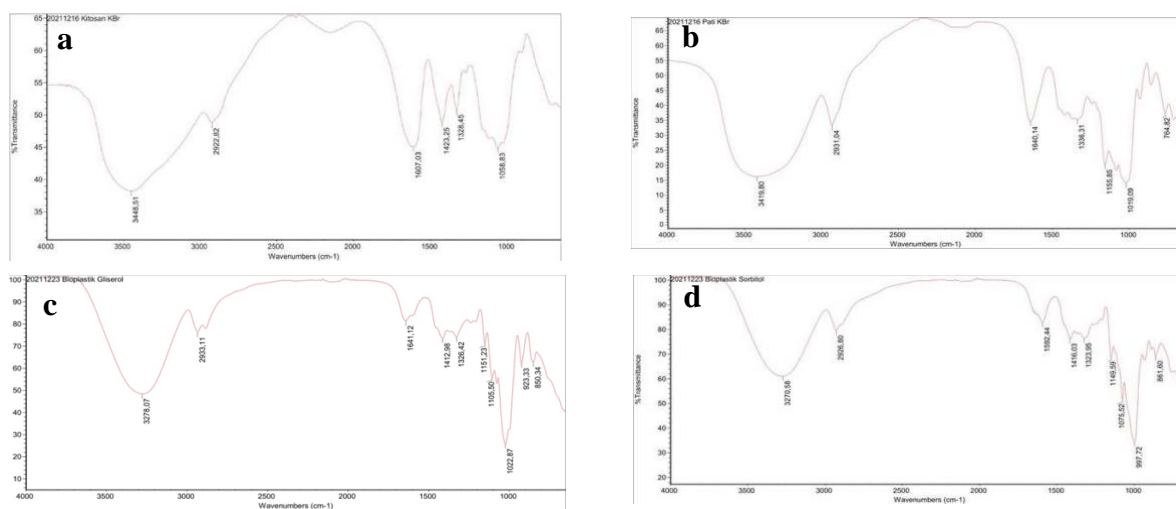
pada waktu yang lebih lama dibandingkan bioplastik tanpa aditif dan bioplastik dengan aditif kitosan dan gliserol. Tekstur sampel bioplastik lebih halus dan merata, dan terlihat mengkilap seperti plastik konvensional. Struktur bioplastik lebih kokoh dibandingkan dua sampel bioplastik sebelumnya walaupun tidak terlalu elastis. Sampel bioplastik hasil sintesis ditampilkan pada Gambar 1.



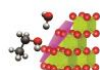
Gambar 1. Hasil sintesis bioplastik (dari kiri ke kanan) bioplastik tanpa aditif, bioplastik dengan aditif sorbitol dan kitosan, bioplastik dengan aditif gliserol dan kitosan.

3.1 Karakterisasi Senyawa Kompleks

Dalam penelitian ini dilakukan uji menggunakan FTIR (*Fourier-transform infrared spectroscopy*) terhadap sampel kitosan, pati bonggol pisang, bioplastik dengan *plasticizer* gliserol (BG), dan bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol (BS). Uji ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di setiap sampel, mengetahui pengaruh penambahan *plasticizer* terhadap gugus fungsi di bioplastik, dan untuk menghitung derajat deasetilasi sampel kitosan.



Gambar 2. Spektrum FTIR: (a) Kitosan; (b) Pati Bonggol Pisang; (c) Bioplastik Gliserol (BG); (d) Spektrum FTIR Bioplastik Sorbitol (BS)



Analisa FTIR dari kitosan (Gambar 2.a) menunjukkan serapan pada panjang gelombang $3419,80\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus NH dan juga OH *stretching*. Selanjutnya *peak* pada panjang gelombang $2922,82\text{ cm}^{-1}$ menandakan adanya gugus CH *symmetric*, pada *peak* di panjang gelombang 1607 cm^{-1} mengindikasikan gugus C=O, panjang gelombang $1423,25\text{ cm}^{-1}$ dan $1326,45\text{ cm}^{-1}$ menandakan CH₂ *bending* dan CH₃ *symmetrical* [12]. Sedangkan analisa FTIR pati bonggol pisang (Gambar 2.b) menunjukkan bahwa adanya serapan pada panjang gelombang $3419,80\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus OH, selanjutnya pada panjang gelombang $2931,04\text{ cm}^{-1}$ terdapat *peak* yang menunjukkan adanya gugus CH *stretching*. Pada panjang gelombang $1640,14\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C=O yang merupakan struktur karbohidrat pati [13]. Kemudian *peak* pada panjang gelombang $1336,31\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya CH aldehida serta serapan pada $1155,85\text{ cm}^{-1}$ dan $1019,09\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya gugus CO.

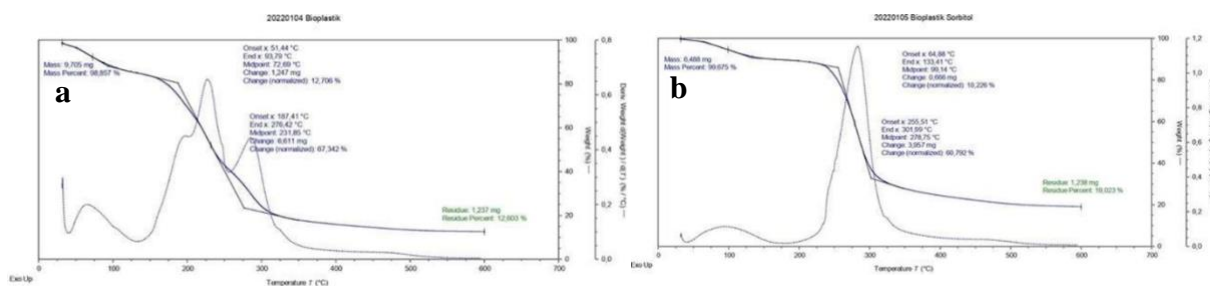
Hasil spektrum FTIR sampel bioplastik dengan *plasticizer* gliserol (BG) dan bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol (BS) tertera pada Gambar 4. dan Gambar 5. Berdasarkan hasil spektrum tersebut terlihat bahwa spektrum FTIR Bioplastik BG dan BS memiliki kemiripan pada puncak gugus fungsi yang muncul dengan spektrum FTIR pati murni yang tertera pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *plasticizer* gliserol maupun sorbitol tidak menambahkan gugus fungsi baru pada bioplastik [14]. Artinya tidak ada interaksi kimia yang signifikan antara pati dan *plasticizer* yang dapat mengubah gugus fungsi pada bioplastik. Perbedaan yang terlihat antara spektrum FTIR bioplastik sorbitol dan gliserol yaitu pada intensitas setiap puncaknya [15].

Analisis puncak pada spektrum FTIR yaitu spektrum FTIR bioplastik dengan *plasticizer* menunjukkan adanya serapan pada panjang gelombang $3278,07\text{ cm}^{-1}$ pada gliserol dan $3270,08\text{ cm}^{-1}$ pada gliserol yang mengindikasikan

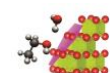
adanya gugus OH *stretching* yang berasal dari pembentukan ikatan hidrogen di ujung rantai polimer pati dan *plasticizer*. Selain itu, terdapat serapan pada panjang gelombang $2933,11\text{ cm}^{-1}$ pada gliserol dan $2926,80\text{ cm}^{-1}$ pada sorbitol yang menunjukkan adanya serapan dari C-H *stretching*. Terdapat juga serapan pada panjang gelombang $1022,87\text{ cm}^{-1}$ dan $1105,50\text{ cm}^{-1}$ pada gliserol. Sedangkan pada sorbitol yaitu pada panjang gelombang $997,72\text{ cm}^{-1}$ dan $1075,52\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan serapan dari gugus fungsi C-O yang berasal dari cincin anhidrat glukosa pada pati [15]. Serapan pada daerah *finger print* yaitu tampak pada panjang gelombang $1326,42\text{ cm}^{-1}$ dan $1412,98\text{ cm}^{-1}$ pada gliserol dan $323,95\text{ cm}^{-1}$ dan $1416,03\text{ cm}^{-1}$ pada sorbitol merupakan serapan dari C-H *bending* [16].

3.2 Hasil Uji Thermogravimetric analysis (TGA)

Bioplastik dengan tambahan *plasticizer* dianalisis dengan TGA untuk melihat suhu degradasi dari bioplastik. Pada Gambar 6. terlihat bahwa bioplastik gliserol mengalami 2 kali dekomposisi yaitu dekomposisi pertama terjadi pada suhu $51,44^\circ\text{C} - 93,79^\circ\text{C}$. Titik tengahnya yaitu pada suhu $72,89^\circ\text{C}$ dengan persen kehilangan massa sebesar 12,706% atau massa yang hilang sebesar 1,247 mg. Pada dekomposisi pertama ini menandakan kehilangan air dan zat volatil yang terkandung dalam bioplastik. Dekomposisi kedua terjadi pada suhu $187,41^\circ\text{C} - 276,42^\circ\text{C}$ dengan titik tengah yaitu di $231,85^\circ\text{C}$. Persentase perubahan massa pada dekomposisi kedua ini yaitu sebesar 67% atau massa yang hilang sebesar 6,611 mg. Pada dekomposisi kedua ini persentase kehilangan massanya lebih besar hal ini karena adanya dekomposisi dari pati [17]. Setelah dekomposisi kedua ini, bioplastik tidak mengalami dekomposisi lagi (tetap stabil) hingga suhu 600°C dengan massa residu sebesar 1,237 mg. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa bioplastik ini tidak bisa digunakan untuk suhu diatas 200°C .



Gambar 3. Hasil Analisa TGA: (a) Bioplastik Gliserol (BG); dan (b) Bioplastik Sorbitol (BS)



Pada bioplastik dengan penambahan *plasticizer* berupa sorbitol, juga terjadi dua proses dekomposisi, yaitu pada 64,88°C-133,41°C dengan massa yang hilang sebanyak 10,226%. Pada proses ini terjadi penguapan zat mudah menguap seperti asam asetat serta dekomposisi berupa penguapan air [18]. Selanjutnya pada 255,51°C-301,99°C terjadi dekomposisi pati dengan massa yang hilang sebanyak 60,792%. Perbedaan hasil analisa TGA dari bioplastik gliserol (BG) dan bioplastik sorbitol (BS) yaitu pada dekomposisi kedua. Bioplastik gliserol lebih cepat terdekomposisi pada saat dekomposisi kedua yaitu di suhu 231,85°C. Sedangkan dekomposisi kedua pada bioplastik sorbitol yaitu 278,75°C. Hal ini berarti adanya tambahan *plasticizer* sorbitol membuat bioplastik sedikit lebih tahan terhadap suhu dibandingkan gliserol.

3.2.1 Uji Daya Serap Air

Parameter kualitas bioplastik dapat dipengaruhi oleh daya serap air. Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan bioplastik terhadap air. Semakin tinggi daya serap air, maka semakin rendah kualitas ketahanan dari bioplastik tersebut. Pengukuran uji daya serap air dilakukan dengan cara mengukur % absorpsi air. Daya serap air tertinggi terjadi pada sampel bioplastik pati dengan penambahan kitosan dan sorbitol yaitu 144,04%. Hasil uji daya serap bioplastik secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1. Pemanasan yang belum sempurna dapat menjadi salah satu faktor penyebab tingginya daya serap sampel. Faktor lainnya disebabkan oleh kandungan gugus polar yang bersifat hidrofilik di dalam pati, yaitu gugus hidroksil (OH) sehingga bioplastik tanpa zat aditif telah memiliki daya serap air. Dengan penambahan zat aditif, seperti kitosan dan sorbitol akan semakin meningkatkan daya serap air pada bioplastik. Hal ini dikarenakan kitosan dan sorbitol juga memiliki banyak gugus hidroksil (OH) yang bersifat hidrofilik [19]. Kemudian, jika di dalam larutan pati masih mengandung senyawa karbon lainnya maka dapat menyebabkan daya serap air semakin tinggi. Bioplastik dengan daya serap rendah dapat diperoleh jika rasio pati : kitosan : *plasticizer* yang digunakan sesuai [20].

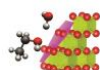
Tabel 1. Hasil uji daya serap air pada sampel bioplastik

Sampel Bioplastik	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	% Absorpsi Air
Pati	0,17	0,24	39,91
Pati + kitosan + sorbitol	0,36	0,88	144,04
Pati + kitosan + gliserol	1,79	2,9	62,01

3.3 Uji Degradasi

Pada penelitian ini uji degradasi dilakukan untuk melihat apakah bioplastik dari bonggol pisang dapat terdegradasi secara alami di alam sehingga tidak menjadi sumber pencemaran lingkungan. Uji degradasi dilakukan dengan mengubur sampel bioplastik kedalam media tanah dengan kedalaman 3 cm, setelah itu dидiamkan selama 7 hari lalu diperhatikan perubahan yang terjadi.

Kondisi bioplastik setelah pengujian tertera pada Gambar 4. Pada bioplastik tanpa aditif, tekstur bioplastik yang tadinya keras dan rapuh menjadi lebih lunak dan lentur dan beberapa bagian sudah terlepas dan terdegradasi di tanah. Sedangkan bioplastik dengan aditif kitosan dan gliserol memiliki performa yang lebih baik, strukturnya masih cukup elastis dan tekstur permukaannya masih seperti plastik, dengan tingkat degradasi yang tidak terlalu dramatis, hanya sedikit bagian yang terpisah dan terdegradasi dari bioplastik. Pada bioplastik dengan aditif kitosan dan sorbitol, beberapa bagian sudah terlepas dari bagian utama dan terdegradasi di media tanah, tekstur bioplastik juga masih menyerupai kondisi awal namun ukuran dari bioplastik menjadi lebih kecil seperti mengkerut. Sehingga dengan pengamatan kualitatif didapatkan bioplastik dengan aditif kitosan dan gliserol memiliki performa degradasi yang terbaik dikarenakan tetap menunjukkan adanya degradasi namun tidak terlalu signifikan dalam jangka waktu 7 hari. Hal ini setelah dibandingkan dengan literatur dimana performa degradasi jangka pendek yang baik adalah sekitar 28 hari [21].





Gambar 4. Bioplastik setelah uji degradasi, (dari kiri ke kanan) bioplastik tanpa aditif, bioplastik dengan aditif kitosan dan gliserol, bioplastik dengan aditif kitosandan sorbitol.

3.4 Uji Kuat Tarik

Bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol dan gliserol diuji kekuatan tariknya dengan menggunakan metode konvensional. Bioplastik dipotong menjadi kotak dengan ukuran untuk bioplastik sorbitol 2x3 cm dan bioplastik gliserol 1,5x2,5 cm. Kemudian bioplastik tersebut diuji dengan ditarik dan berat maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik akan tertera pada alat timbangan. Berikut pada Tabel 2 tertera data hasil pengamatan dan perhitungan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap jenis bioplastik. Analisis *tensile strength* digunakan untuk menguji gaya yang diperlukan untuk memutuskan bioplastik tersebut dan melihat sejauh mana sampel bioplastik dan terbentang. Data analisis *tensile strength* dapat digunakan untuk berbagai aplikasi di industri untuk mengembangkan produk plastik berbasis bio [22].

Tabel 2. Data Hasil Uji *Tensile Strength*

Sampel	Berat maksimum (kg)	Tensile Strength (10^{-3} N/m^2)	Rata-rata
BG 1	0,075	1,961	
BG 2	0,070	1,830	1,830
BG 3	0,065	1,699	
BS 1	0,130	2,124	
BS 2	0,145	2,369	2,233
BS 3	0,135	2,206	

Dilihat dari data yang didapatkan (Tabel 2) dapat disimpulkan bahwa bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol menghasilkan nilai *tensile strength* yang lebih tinggi yaitu sebesar 2,233 N/m^2 dibandingkan gliserol yaitu sebesar 1,83 N/m^2 . Hal ini sejalan dengan hasil dari penelitian

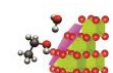
[15]. Dengan konsentrasi yang sama namun berbeda jenis *plasticizer* yaitu sorbitol dan gliserol didapatkan bahwa film yang terplastisasi sorbitol menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang terplastisasi gliserol. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan berat molekul gliserol (92 g/mol) dan sorbitol (182 g/mol) yang mana molekul sorbitol kurang baik dalam memfasilitasi interaksi antara rantai molekul patidan sorbitol karena ukurannya yang lebih besar begitu sebaliknya pada [15]. Berdasarkan penelitian bahwa sampel bioplastik dengan konsentrasi *plasticizer* rendah akan memiliki nilai *tensile strength* yang tinggi dibandingkan dengan yang konsentrasi *plasticizer* lebih banyak. Hal ini karena adanya *plasticizer* akan mengganggu ikatan hidrogen yang dominan antara pati dengan pati (ikatan intramolekul) sehingga bioplastik akan lebih mudah untuk diputus. Namun hasil *tensile strength* yang didapatkan ini masih belum memenuhi dengan nilai *tensile strength* dari bioplastik ataupun plastik komersial. Oleh karena itu masih perlu banyak perbaikan untuk meningkatkan sifat-sifat dari bioplastik bonggol pisang sesuai dengan aplikasinya.

4 Kesimpulan

Pada penelitian ini didapatkan film bioplastik dengan bahan aditif kitosan dengan gliserol (BG) dan juga kitosan dengan sorbitol (BS). Hasil FTIR kedua film bioplastik memberikan daerah serapan yang serupa hanya berbeda intensitas dan menunjukkan bahan aditif tidak merubah gugus fungsi bioplastik. Hasil TGA kedua film bioplastik menunjukkan bioplastik gliserol lebih cepat terdekomposisi ($231,85^\circ\text{C}$) dibandingkan dengan bioplastik sorbitol ($278,75^\circ\text{C}$). Hasil uji daya serap air menunjukkan bioplastik gliserol lebih kedap air dibandingkan dengan bioplastik sorbitol walau keduanya tidak memenuhi standar yang ada. Hasil uji biodegradasi menunjukkan bioplastik sorbitol lebih banyak terdegradasi dibandingkan dengan bioplastik gliserol. Hasil uji *tensile strength* menunjukkan bioplastik dengan sorbitol menghasilkan nilai yang lebih tinggi yaitu sebesar 2,233 N/m^2 dibandingkan bioplastik gliserol yaitu sebesar 1,830 N/m^2 .

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada Universitas Pertamina atas pendanaan Hibah Internal Dosen



dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan Proyek Multidisiplin.

Daftar Pustaka

- [1] North EJ, Halden RU. 2013. Plastics And Environmental Health: The Road Ahead. *Rev Environ Health* [Internet] 28(1):1–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23337043>
- [2] Parker L. 2019. The World's Plastic Pollution Crisis Explained [Internet]. National Geographic. Available from: <https://education.nationalgeographic.org/resource/worlds-plastic-pollution-crisis-explained>
- [3] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Komposisi Sampah [Internet]. Available from: <https://sipsn.menhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>.
- [4] Kementerian Dalam Negeri. 2019. Riset: Daur Ulang Sampah Indonesia Di Bawah 10 Persen [Internet]. Available from: <https://litbang.kemendagri.go.id/website/riiset-daur-ulang-sampah-indonesia-di-bawah-10-persen/>
- [5] Vu HT, Scarlett CJ, Vuong Q V. 2018. Phenolic Compounds Within Banana Peel And Their Potential Uses: A Review. *J Funct Foods* [Internet] 40:238–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.006>
- [6] Nafianto I. 2019. Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fullica*). *Integr Lab J* 7(1):75–89.
- [7] Sani W. 2015. Analisis Kandungan Pati Pada Bonggol Pisang [Internet]. Universitas Syiah Kuala; Available from: <https://etd.unsyiah.ac.id/index.php?p=baca&bacaID=12965&page=1>
- [8] Lum YH, Shaaban A, Mitan NMM, Dimin MF, Mohamad N, Hamid N, et al. 2013. Characterization Of Urea Encapsulated By Biodegradable Starch-PVA-Glycerol. *J Polym Environ* [Internet] 21(4):1083–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-012-0552-0>
- [9] Jamarani R, Erythropel HC, Nicell JA, Leask RL, Marić M. 2018. How Green Is Your Plasticizer? *Polymers (Basel)* [Internet] 10(8):834. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30960759>
- [10] Tamara T, Sumari, Nazriati, Arni S. 2020. Properties Of Cassava Starch-Based Bioplastics And CMC With Sorbitol As A Plasticizer. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* [Internet] 456(1):12077. Available from: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/456/1/012077>
- [11] Mahatmanti FW, Sugiyo W, Sunarno W. 8AD. Sintesis Jitosa Dan Pemanfaatannya Sebagai Anti Mikrobial Ikan Segar. *Saintek J Sains dan Teknol* 2(2020):101–11.
- [12] Fernandes Queiroz M, Melo KRT, Sabry DA, Sasaki GL, Rocha HAO. 2014. Does The Use Of Chitosan Contribute To Oxalate Kidney Stone Formation? *Mar Drugs* [Internet] 13(1):141–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25551781>
- [13] Nahwi NF. 2016. Analisis Pengaruh Penambahan Plastisizer Gliserol Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Raja, Tongkol Jagung Dan Bonggol Enceng Gondok [Internet]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim; Available from: <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/3740>
- [14] Kawijia K, Atmaka W, Lestariana S. 2017. Study Of Characteristics Whole Cassava Starch Based Edible Film With Citric Acid Cross-Linking Modification. *J Teknol Pertan* [Internet] 18(2):143–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.02.14>
- [15] Ng JS, Kiew PL, Lam MK, Yeoh WM, Ho MY. 2021. Preliminary Evaluation Of The Properties And Biodegradability Of Glycerol- And Sorbitol-Plasticized Potato-Based Bioplastics. *Int J Environ Sci Technol* [Internet] 19(3):1545–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s13762-021-03213-5>
- [16] Chapain K, Shah S, Shrestha B, Joshi R, Raut N, Pandit R. 2021. Effect Of Plasticizers On The Physicochemical Properties Of Bioplastic Extracted From Banana Peels. *J Inst Sci Technol* [Internet] 26(2):61–6. Available from:



- http://dx.doi.org/10.3126/jist.v26i2.41423
- [17] Marichelvam, Jawaid, Asim. 2019. Corn And Rice Starch-Based Bio-Plastics As Alternative Packaging Materials. *Fibers* [Internet] 7(4):32. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/fib7040032>
- [18] Amin MR, Chowdhury MA, Kowser MA. 2019. Characterization And Performance Analysis Of Composite Bioplastics Synthesized Using Titanium Dioxide Nanoparticles With Corn Starch. *Heliyon* [Internet] 5(8):e02009–e02009. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31497660>
- [19] Afif M, Wijayanti N, Mursiti S. 2018. Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Biji Alpukat-Kitosan Dengan Plasticizer Sorbitol. *Indones J Chem Sci* [Internet] 7(2):102–9. Available from: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- [20] Biha AA, Johannes AZ, Pingak RK, Bukit M, Sutaji HI. 2021. Kajian Sifat Fisis Bioplastik Pati Jagung Dengan Penambahan Graphene Oxide Berbahan Dasar Tongkol Jagung Asal Kabupaten Subang. *J Fis Fis Sains dan Apl* 6(1):44–8.
- [21] Adhikari D, Mukai M, Kubota K, Kai T, Kaneko N, Araki KS, et al. 2016. Degradation Of Bioplastics In Soil And Their Degradation Effects On Environmental Microorganisms. *J Agric Chem Environ* [Internet] 05(01):23–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.4236/jacen.2016.51003>
- [22] Sudhakar MP, Magesh Peter D, Dharani G. 2020. Studies On The Development And Characterization Of Bioplastic Film From The Red Seaweed (*Kappaphycus Alvarezii*). *Environ Sci Pollut Res* [Internet] 28(26):33899–913. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-10010-z>

