

Pengaruh Variasi Massa Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Pati Umbi Talas Berpenguat Nano Serat Pinang

Nurul Hasanah*, Alimin Mahyudin

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 27 Januari 2022
Direvisi: 11 Februari 2022
Diterima: 12 Februari 2022

Kata kunci:

biodegradabilitas
elongasi
elastisitas
kuat tarik

Keywords:

biodegradability
elongation
elasticity
tensile strength

Penulis Korespondensi:

Nurul Hasanah
Email:
[@hasanahnurul453@gmail.com](mailto:hasanahnurul453@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi massa gliserol terhadap sifat mekanik film plastik pati umbi talas berpenguat nano serat pinang. Variasi massa gliserol berturut-turut yaitu 0,5 g, 0,75 g, 1,0 g, 1,25 g dan 1,5 g serta satu sampel tanpa pati. Sifat mekanik yang diuji yaitu kuat tarik, elongasi, dan elastisitas. Karakterisasi sampel meliputi *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel nano serat pinang, *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi film plastik, dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat topografi dan morfologi film plastik. Hasil PSA didapatkan ukuran nano serat berturut-turut 187 nm, 110 nm, dan 79 nm dengan distribusi partikel 25%, 50%, dan 75%. Hasil FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=O dan C-O merupakan gugus fungsi *hidrofilik* yang mengindikasikan film plastik mampu terdegradasi. Pengujian SEM memperlihatkan adanya gumpalan pada permukaan film. Uji kuat tarik diperoleh nilai terendah 5,518 MPa dan tertinggi 9,015 MPa. Nilai ini telah memenuhi standar *Japanese Industrial Standard* (JIS 2-1702) tentang nilai kuat tarik plastik *biodegradable*. Uji elongasi diperoleh nilai terendah 44,714% dan tertinggi 50,142%. Nilai ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang elongasi plastik. Semakin tinggi massa gliserol, maka nilai elastisitas yang diperoleh akan semakin rendah.

This study aims to find out the effect of glycerol mass variation on the mechanical properties of plastic film taro starch with areca nut nanofiber. Successive variations in glycerol mass are 0.5g, 0.75g, 1.0g, 1.25g, 1.5g, and one sample without starch. The mechanical properties tested are tensile strength, elongation, and elasticity. Characterization includes Particle Size Analyzer (PSA) was carried out to determine the size of the areca fiber nanoparticles, Fourier Transform Infrared (FTIR) to determine the functional groups of the plastic film, and Scanning Electron Microscope (SEM) was to see the topography and surface morphology of the film. PSA testing obtained nanofiber sizes of 187 nm, 110 nm, and 79 nm with particle size distributions of 25%, 50%, and 75%. FTIR results show the existence of the C=O function group and C-O is a hydrophilic function group that indicates the plastic film is capable of degrading. The SEM testing showed that the surface of the film. The tensile strength test obtained the highest of 9.015 MPa and the lowest of 5.518 MPa. The results obtained have met the Japanese Industrial Standard (JIS 2-1702) of the strong value of biodegradable plastic attraction. Elongation test obtained the lowest value of 44.714% and the highest of 50.142%, this value have met the Indonesian National Standard (SNI) on plastic elongation. The elasticity test obtained the highest value of 17.797 MPa and the lowest of 16.668 MPa. The higher mass of glycerol, the lower the elasticity value obtained.

Copyright © 2022 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Proses penguraian plastik sintetik membutuhkan waktu yang panjang yaitu dalam kurun waktu 400-600 tahun. Beberapa penelitian telah menghasilkan teknologi pembuatan plastik berbahan alami yang dapat terdegradasi dalam waktu singkat, temuan ini disebut plastik *biodegradable* atau bioplastik. Bahan dasar yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan plastik *biodegradable* adalah tanaman yang memiliki kandungan senyawa pati karena memiliki keunggulan seperti transparan, fleksibel, tanpa rasa, tanpa bau, tahan terhadap O₂, semipermeabel terhadap CO₂, dan mampu terdegradasi tanpa pembentukan residu beracun (Chowdhury and Das, 2013). Salah satu sumber pati yang dapat digunakan menjadi bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati umbi talas karena mengandung sumber karbohidrat yang tinggi.

Dalam proses pembuatan plastik *biodegradable*, perlu ditambahkan *plasticizer* atau pemlastis. Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan adalah gliserol. Gliserol memiliki sifat *higroskopis* yaitu dapat menyerap air dengan mudah, dan dapat terurai dengan mudah di alam. Gliserol dapat digunakan sebagai *plasticizer* untuk memperbaiki sifat fisik film serta meningkatkan sifat fleksibilitas suatu film. Penelitian tentang pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar umbi talas dan gliserol diantaranya penelitian tentang pengaruh kitosan dan *plasticizer* gliserol dalam pembuatan plastik *biodegradable* dari pati talas. Pada komposisi 1 g kitosan dan 2 mL gliserol diperoleh hasil terbaik yaitu nilai kuat tarik sebesar 2,45 KPa dan nilai ketahanan air 64,79% (Hilwatullisan and Hamid, 2019).

Pembuatan plastik dari bahan pati dapat meningkatkan biodegradasi plastik, tetapi cenderung menghasilkan sifat mekanik yang lemah. Dibutuhkan tambahan untuk meningkatkan sifat mekanik film plastik. Salah satu bahan yang potensial untuk digunakan sebagai *filler* pada film plastik pati adalah serat pinang karena memiliki sifat mekanik yang tinggi dan juga ramah lingkungan. Kulit buah pinang mengandung 34,18% selulosa, 20,83% hemiselulosa, 31,6% berat lignin (Chandra *et al.*, 2016). Kandungan selulosa yang cukup tinggi ini belum dimanfaatkan sepenuhnya, padahal kandungan serat dan selulosa yang tinggi dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal antara lain sebagai bahan plastik *biodegradable*. (Tamiogy *et al.*, 2019) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai *filler* pada pembuatan bioplastik. Hasil terbaik penelitian didapatkan ketika menggunakan konsentrasi NaOH 20% dengan penambahan gliserol 1,5 g. Densitas yang diperoleh sebesar 0,315 g/mL, daya serap air 120,57%, kuat tarik 17,75 MPa, dan elongasi 5,44%. Bioplastik dengan penambahan gliserol yang tinggi menunjukkan struktur yang retak.

Pada penelitian kali ini telah dibuat film plastik *biodegradable* menggunakan pati talas dengan penambahan *plasticizer* gliserol berpenguat nano serat sabut pinang. Dalam setiap sampel nya telah divariasikan massa gliserol. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *solution casting*. Karakterisasi yang dilakukan yaitu karakterisasi *Particle Syze Analyzer* (PSA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengujian yang telah dilakukan yaitu uji sifat mekanik yang meliputi uji kuat tarik, uji elongasi, dan uji elastisitas.

II. METODE

2.1 Isolasi selulosa serat pinang

Serat dipisahkan dari kulit pinang kemudian dipotong menjadi bagian kecil. Selanjutnya serat direndam menggunakan larutan NaOH 5% selama 2 jam. Sebanyak 5 g serat dibungkus dengan kertas saring kemudian dimasukkan kedalam *soxhlet*. Tambahkan N-Heksana dan etanol dengan perbandingan (1:1). Proses ekstraksi pada suhu 85° C selama 6 jam. Sebanyak 3 g serat dimasukkan kedalam *beaker glass* lalu ditambahkan 6 mL NaClO₂ 25% dan CH₃COOH 1,5 mL untuk proses *bleaching* kemudian dipanaskan pada *water bath* dengan suhu 95° C selama 1 jam. Setelah 1 jam ditambahkan kembali 6 mL NaClO₂ 25% dan CH₃COOH 1,5 mL setiap satu jam sekali dengan total 4 jam. Serat hasil *bleaching* di netralkan menggunakan aquades. Selanjutnya di hidrolisis asam menggunakan H₂SO₄ 2% selama 2 jam pada suhu 95° C. Netralkan dengan aquades, kemudian disonikasi menggunakan *ultrasonic cleanner* pada suhu 75° C selama 5 jam. Kemudian dihomogenkan menggunakan *homogenizer* selama 30 menit.

2.2 Pembuatan Film Plastik *Biodegradable*

Pati talas sebanyak 1,5 g, nano serat 1 g, dan gliserol dilarutkan dalam 10 mL aquades, 1 g PVA dilarutkan dalam 15 mL aquades, 1 g kitosan dan asam asetat konsentrasi 1% dilarutkan dalam aquades sebanyak 20 mL kemudian dipanaskan di *hot plate magnetic stirer* dengan suhu 85°C selama 30 menit. Semua komponen film plastik pati, nano serat, gliserol, PVA, dan kitosan dicampurkan kedalam gelas kimia 100 mL. Proses pengadukan menggunakan *magnetic stirer* kecepatan 300 rpm pada *hot plate* dengan temperatur suhu 85° C sampai larutan mencapai keadaan gelatinisasi. Larutan dituangkan pada cetakan kaca, didinginkan pada suhu kamar selama 30 menit. Kemudian dikeringkan pada *oven* dengan suhu 55° C selama 4 jam. Setelah kering, film plastik dидiamkan pada suhu kamar selama 12 jam, lalu dilepaskan dari cetakan kaca. Pembuatan film plastik dilakukan dengan variasi massa gliserol 0,5 g , 0,75 g , 1,0 g, 1,25 g, dan 1,5 g.

2.3 Uji Kuat Tarik

Uji tarik merupakan salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk menentukan kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan akan ditarik sampai bahan tersebut putus. Secara matematis dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\alpha = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dengan α adalah kuat tarik (N/cm²) F adalah gaya tarik tegak lurus terhadap permukaan (N) A adalah luas bidang film plastik yang ditarik (cm²)

2.4 Uji Elongasi

Elongasi merupakan keadaan dimana film plastik putus setelah mengalami perubahan panjang yang sebenarnya pada saat mengalami regangan. Persen elongasi dapat ditentukan dengan membandingkan panjang film setelah putus dengan panjang film mula-mula. Secara matematis dapat ditentukan menggunakan Persamaan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

dengan ε adalah elongasi, ΔL adalah perubahan panjang dan L_0 adalah panjang awal sampel.

2.5 Uji Elastisitas

Elastisitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk awal setelah gaya yang diberikan pada benda dihentikan. Elastisitas dapat ditentukan dengan cara membandingkan kuat tarik dengan pemanjangan. Secara matematis Elastisitas dapat ditentukan menggunakan Persamaan:

$$E = \frac{\alpha}{\varepsilon} \quad (3)$$

dengan E adalah elastisitas, α adalah kuat tarik (N/cm²), dan ε adalah elongasi.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Karakterisasi PSA

Karakterisasi PSA dilakukan terhadap nano serat pinang yang bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dari nano serat pinang. Hasil pengukuran partikel dengan menggunakan PSA dapat dilihat pada Tabel 1.

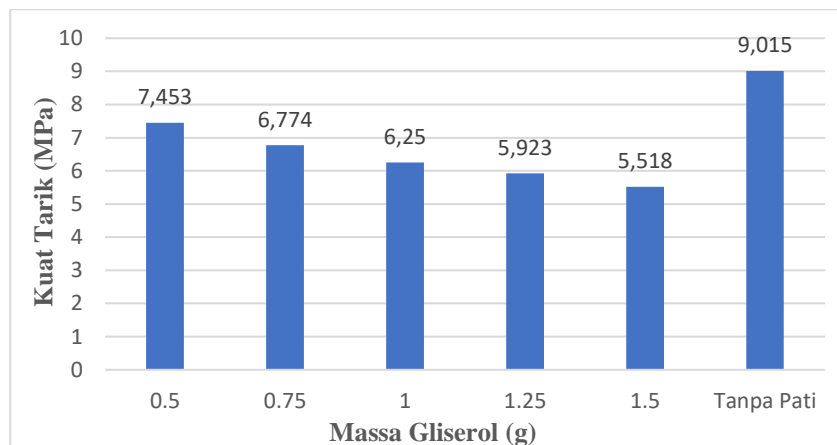
Tabel 1 Distribusi partikel nano serat pinang

No	Diameter of <i>Cumulative</i> (%)	
	<i>Cumulative</i> (%)	Diameter (nm)
1	25	187
2	50	110
3	75	79

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa distribusi partikel nano serat pinang dengan populasi penyebaran partikel 75 % memiliki ukuran partikel 79 nm. Hasil yang diperoleh sudah sesuai dengan teori bahwa suatu bahan bisa dikatakan berukuran nano jika memiliki ukuran dibawah 100 nm Semakin kecil ukuran partikel nano serat pinang, maka akan menghasilkan luas permukaan yang lebih besar dan mudah terdispersi pada film plastik biodegradable. Selain itu, ukuran partikel yang kecil juga akan menghasilkan film plastik *biodegradable* dengan sifat mekanik yang baik.

3.2 Uji Kuat Tarik

Tujuan dari uji kuat tarik untuk mengetahui pengaruh variasi gliserol terhadap kuat tarik yang dihasilkan pada sampel film plastik. Berdasarkan hasil uji dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh data yang dapat dilihat pada Gambar 1:

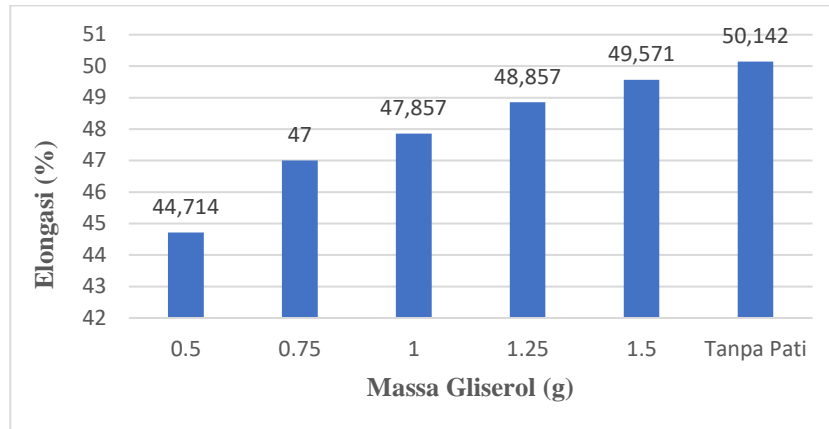


Gambar 1 Pengaruh variasi massa gliserol terhadap nilai kuat tarik

Nilai kuat tarik semakin meningkat seiring dengan menurunnya massa gliserol. Sebagai plasticizer, gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas plastik. Molekul plasticizer akan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer yang mengakibatkan penurunan kuat tarik dan peningkatan nilai elongasi (Gontard et al., 1993). Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh ketika film plastik dibuat tidak menggunakan pati, yaitu 9,015 MPa. Penambahan pati umbi talas dapat meningkatkan biodegradabilitas tetapi menurunkan nilai kuat tarik. Ketika film plastik dibuat tanpa pati, maka nilai kuat tariknya akan semakin tinggi. Hasil penelitian ini sudah memenuhi JIS 2-1707 yaitu nilai kuat tarik minimum untuk film plastik adalah 4 MPa. Hasil penelitian ini juga sudah jauh lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian (Hilwatullisan and Hamid, 2019) tentang pengaruh kitosan dan plasticizer gliserol dalam pembuatan plastik biodegradable dari pati talas. Mereka memperoleh nilai kuat tarik sebesar 2,45 KPa.

3.3 Uji Elongasi

Uji elongasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi massa gliserol terhadap kemampuan film plastik biodegradable dalam menahan sejumlah beban sebelum film plastik *biodegradable* putus. Berdasarkan hasil pengukuran elongasi diperoleh data seperti Gambar 2:

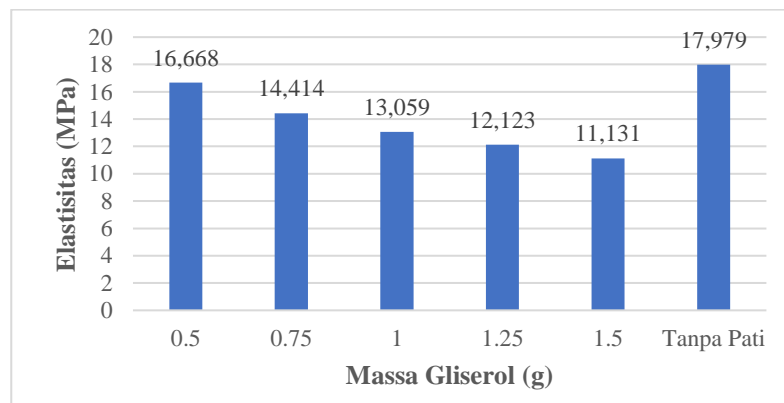


Gambar 2 Pengaruh variasi massa gliserol terhadap nilai elongasi

Elongasi akan meningkat seiring dengan penambahan massa gliserol. Nilai elongasi tertinggi diperoleh ketika film plastik dibuat tanpa menggunakan pati yaitu sebesar 50,142%. Hasil penelitian ini sudah lebih baik daripada penelitian (Tamiogy *et al.*, 2019) nilai elongasi yang diperoleh 1,60-13,88%. Elongasi berbanding lurus dengan peningkatan massa gliserol. Semakin tinggi massa gliserol maka akan semakin tinggi nilai elongasi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan *plasticizer* meningkatkan kecepatan respon viskoelastis dan mobilitas molekuler rantai polimer plastik. Hasil penelitian ini sudah memenuhi SNI plastik yaitu nilai elongasi plastik minimal 21%.

3.4 Hasil Elastisitas

Uji elastisitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi massa gliserol terhadap kemampuan film plastik biodegradable kembali ke bentuk awal setelah gaya yang diberikan pada film plastik biodegradable dihentikan. Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh yang data seperti pada Gambar 3.

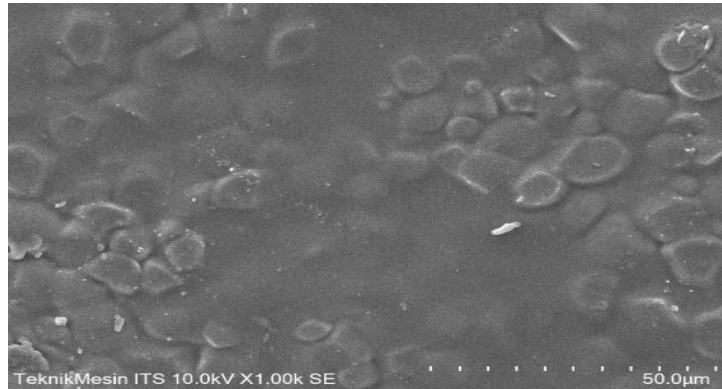


Gambar 3 Pengaruh variasi massa gliserol terhadap elastisitas film plastik

Nilai elastisitas akan semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Pada konsentrasi gliserol 0,5g diperoleh nilai elastisitas sebesar 16,668 MPa sedangkan pada saat konsentrasi gliserol 1,5 g nilai elastisitas nya hanya 11,131 MPa. Menurut (Nahwi, 2016) gliserol dapat meningkatkan nilai elongasi film plastik tetapi juga akan menurunkan nilai kuat tarik dan elastisitas. Nilai elastisitas tertinggi diperoleh ketika sampel film plastik dibuat tanpa menggunakan pati. Hal ini disebabkan karena *plasticizer* meningkatkan kecepatan respon viskoelastis dan mobilitas molekuler rantai polimer plastik. Hasil penelitian ini sudah jauh lebih baik dari penelitian yang dilakukan oleh (Sinaga, 2020) dengan nilai elastisitas sebesar 0,58-1,82 MPa.

3.5 Analisa Hasil SEM

Karakterisasi SEM dilakukan terhadap film plastik dengan tujuan untuk melihat struktur morfologi dan topografi permukaan sampel film plastik *biodegradable*. Berdasarkan hasil karakterisasi diperoleh data seperti pada Gambar 5

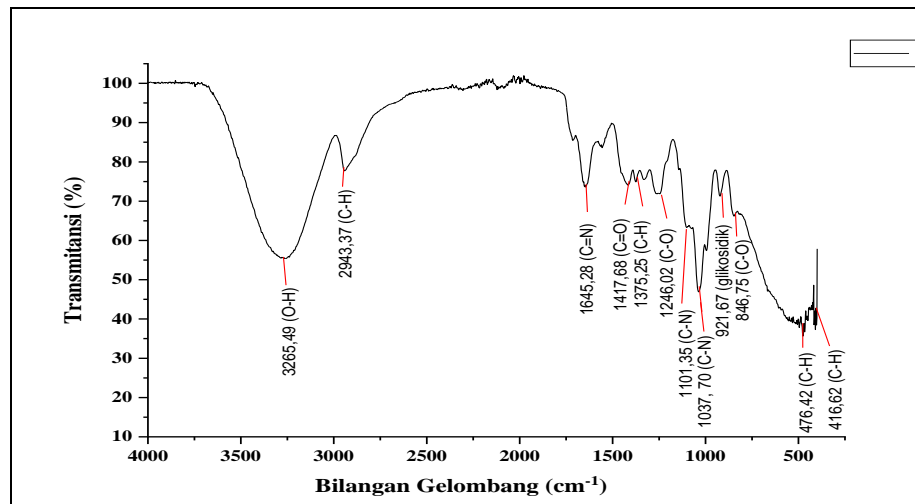


Gambar 4 Hasil karakterisasi SEM perbesaran 1000 ×

Gambar 5 adalah penampakan visual dari permukaan film plastik dengan konsentrasi massa gliserol sebesar 0,5%. Pada perbesaran 1000 × terlihat adanya gumpalan pada permukaan plastik yang menandakan bahwa hasil sintesis dari komponen penyusun dari film plastik belum tercampur rata atau masih kurang homogen. Hal ini dapat terjadi karena proses pengadukan yang kurang baik, atau larutan sudah diangkat dari *hotplate* sebelum mencapai keadaan gelatinisasinya. Bintik-bintik putih yang terlihat pada gambar adalah kitosan yang tidak larut dalam asam asetat.

3.6 Uji FTIR

Karakterisasi FTIR dilakukan terhadap film plastik dengan tujuan untuk menentukan gugus fungsi yang terdapat pada film plastik *biodegradable*. Puncak-puncak transmisi yang berkaitan dengan energi vibrasi film plastik pati talas dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 Hasil spektrum FTIR

Hasil analisis data menunjukkan adanya serapan gugus hidroksil (O-H) dari regangan alkohol pada puncak bilangan gelombang 3265,49 cm^{-1} , puncak vibrasi melebar, menandakan gugus O-H yang terdapat dalam sampel film plastik sangat banyak. Gugus O-H merupakan kandungan dari pati talas dan gliserol. Ikatan C-H dari bilangan gelombang 2943,37 cm^{-1} yang menandakan adanya selulosa dan gliserol pada sampel film plastik. Bilangan gelombang 1645,28 cm^{-1} menunjukkan ikatan rangkap dua C=N. Bilangan gelombang 1417,68 cm^{-1} menunjukkan terjadi ikatan rangkap dua C=O yang merupakan struktur karbohidrat pada pati. Bilangan gelombang 921,97 cm^{-1} terjadi ikatan glikosidik yang

menunjukkan adanya asam asetat pada film plastik. Pada penelitian ini, asam asetat digunakan untuk melarutkan kitosan. Pada bilangan gelombang $846,75\text{ cm}^{-1}$ berkaitan dengan gugus C-O yang menandakan adanya senyawa yang dapat berikatan dengan air atau bersifat hidrofilik. Adanya gugus C-O dan C=O pada plastik yang disintesis menandakan bahwa film plastik memiliki kemampuan biodegradabilitas (Darni and Utami, 2009).

IV. KESIMPULAN

Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang digunakan maka nilai elongasi dan akan meningkat tetapi nilai kuat tarik dan elastisitas akan semakin menurun. Uji kuat tarik diperoleh nilai tertinggi 9,015 MPa dan nilai terendah sebesar 5,518 MPa. Nilai ini telah memenuhi standar kuat tarik plastik *biodegradable* JIS 2-1702. Uji elongasi diperoleh nilai elongasi terendah 44,714% dan tertinggi 50,142%. Nilai ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang elongasi plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, J., George, N. and Narayanankutty, S.K. (2016), "Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre", *Carbohydrate Polymers*, Elsevier, Vol. 142, pp. 158–166.
- Chowdhury, T. and Das, M. (2013), "Effect of antimicrobial on mechanical, barrier and optical properties of corn starch based self-supporting edible film", *International Journal of Food Studies*, Vol. 2 No. 2.
- Darni, Y. and Utami, H. (2009), "Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum", *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, Vol. 7 No. 2.
- Gontard, N., Guilbert, S. and CUQ, J. (1993), "Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film", *Journal of Food Science*, Wiley Online Library, Vol. 58 No. 1, pp. 206–211.
- Hilwatullisan, H. and Hamid, I. (2019), "Pengaruh Kitosan dan Plasticizer Gliserol Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Talas", *Prosiding Seminar Nasional Peran Sektor Industri Dalam Percepatan Dan Pemulihan Ekonomi Nasional*, Vol. 2, pp. 221–227.
- Nahwi, N.F. (2016), "Analisis pengaruh penambahan plastisizer gliserol pada karakteristik edible film dari pati kulit pisang raja, tongkol jagung dan bonggol enceng gondok", Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Sinaga, A.S. (2020), "Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati dan Serat Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)", Universitas Sumatera Utara.
- Tamiogy, W.R., Kardisa, A., Hisbullah, H. and Aprilia, S. (2019), "pemanfaatan selulosa dari limbah kulit buah pinang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik", *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, Vol. 14 No. 1, pp. 63–71.