

Bioplastik Berbahan Dasar Tepung Tapioka dengan Modifikasi Gliserin dan Serat Bambu

Herman Yoseph Sriyana*, Berliana Putri Indrasmara

Politeknik Katolik Mangunwijaya, Jl. Sriwijaya No. 104 Semarang, Semarang, Jawa Tengah, 50241

*Penulis korespondensi: herman.polteka@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v10.n2.40331>

Abstrak: Plastik konvensional yang saat ini sering digunakan berasal dari polimer minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui dan sulit terurai oleh mikroorganisme sehingga mencemari lingkungan. Bioplastik adalah plastik yang terbuat dari bahan alam yang mampu terurai oleh mikroorganisme menghasilkan air dan gas karbon dioksida. Bioplastik merupakan solusi untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh plastik yang tidak mudah terurai. Tepung tapioka dengan kandungan pati yang tinggi sebesar 98% berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bioplastik dari tepung tapioka dengan modifikasi gliserin dan serat bambu. Gliserin dan serat bambu ditambahkan dengan tujuan meningkatkan karakteristik bioplastik. Meliputi ketahanan air, ketebalan, biodegradasi, morfologi, tensile strength, dan elongation. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini meliputi jumlah penambahangliserin (0,0%; 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%) dan penambahan serat bambu (0,0%; 0,5%; 1,0%; 1,5%; 2,0%). Variabel terikat pada penelitian ini meliputi uji ketahanan air, ketebalan, morfologi, biodegradasi, *tensile strength*, dan *elongation*. Hasil penelitian menunjukkan bioplastik karakteristik terbaik diperoleh pada penambahan gliserin 2% dan penambahan serat bambu 2%, meliputi karakteristik ketahanan air 100%, ketebalan, 0,84 mm, morfologi homogen, biodegradasi 6 hari, *tensile strength* 5,93 mPa, dan *elongation* 224,41%. Karakteristik bioplastik yang dihasilkan sudah memenuhi persyaratan dengan karakteristik bioplastik dengan standar SNI No 7188.7:2016.

Kata kunci: tepung tapioka, gliserin, serat bambu, bioplastik

Abstract: Conventional plastics that are currently often used are derived from petroleum polymers which are non-renewable and difficult to decompose by microorganisms, thereby polluting the environment. Bioplastics are plastics made from natural materials that can be decomposed by microorganisms to produce water and carbon dioxide gas. Tapioca flour with a high starch content of 98% has the potential as a raw material for making bioplastics. This study aims to determine the bioplastic characteristics of tapioca flour with modified glycerin and bamboo fiber. Glycerin and bamboo fiber were added with the aim of improving the characteristics of the bioplastic. Includes water resistance, thickness, biodegradation, morphology, tensile strength, and elongation. The independent variables used in this study included the addition of glycerin (0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%) and the addition of bamboo fiber (0.0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%). The dependent variables in this study included tests of water resistance, thickness, morphology, biodegradation, tensile strength, and elongation. The results showed that the best bioplastic characteristics were obtained with the addition of 2% glycerin and the addition of 2% bamboo fiber, including the characteristics of 100% water resistance, thickness, 0.84 mm, homogeneous morphology, 6 days biodegradation, *tensile strength* 5.93 mPa, and 224 *elongation*, 41%. The characteristics of the bioplastics produced have met the requirements for the characteristics of bioplastics with the standard SNI No 7188.7:2016.

Keywords: *tapioca flour, glycerin, bamboo fiber, bioplastic*

PENDAHULUAN

Tepung tapioka merupakan pati murni yang diperoleh dari ekstraksi penggilingan singkong (Dewi dkk. 2018). Salah satu keunggulan dari tepung tapioka dibandingkan dengan bahan dasarnya (singkong) yaitu lebih tahan 1-2 tahun penyimpanan apabila dikemas dengan baik (Mustapa dkk. 2017).

Penelitian tentang bioplastik dari tepung tapioka dan tepung maizena, dengan perbandingan 40:10 memiliki kekuatan mekanik, *tensile strength* 0,37 N/mm² dan *elongation* 49,28 % (Haryanto & Titani 2017). Kadar *amilosa* tepung tapioka berkisar antara 12,28% sampai 27,38% dan kadar amilopektin berkisar 72,61% sampai 87,71%. Kadar amilosa

berpengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik (Perez *et al.* 2016). Sedangkan kadar amilopektin akan memberikan sifat lengket yang optimal (Darni dkk. 2009).

Komposit adalah perpaduan dari dua bahan atau lebih untuk menghasilkan material baru yang lebih baik dari material penyusun (Perez *et al.* 2016). Penyusun utama komposit disebut matriks, dan komponen lainnya disebut penyusun struktural internal komposit (Indrawati dkk. 2019). Keunggulan dari komposit yaitu memiliki daya tahan terhadap lingkungan korosif yang baik, rasio kekuatan terhadap berat tinggi, sifat mekanik, insulasi listrik yang baik, serta dapat dibuat dalam berbagai bentuk (Perez *et al.* 2016). Salah satu serat yang digunakan sebagai bahan komposit adalah serat bambu. Serat bambu merupakan material potensial untuk ditambahkan pada pembuatan bioplasstik karena memiliki kisaran diameter seratnya antara 195~361 mm, memiliki rentang kekuatan tarik 114~314 MPa, modulus elastisitas antara 3,2~7 GPa dan regangan 3,3~5,1% (Lu *et al.* 2013).

Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Pengujian biodegradabilitas dari komposit bioplastik dilakukan dengan cara menyimpan di dalam tanah dengan variasi waktu tertentu (Fajriati *et al.* 2017).

Penelitian ini akan membahas pembuatan bioplastik dengan komposit basis bahan dasar tepung tapioka dan serat bambu. Penambahan serat bambu pada bioplastik dari tepung tapioka pada penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan plastik yang memiliki karakteristik ketebalan, biodegradasi, morfologi, tensile strength, dan elongation yang lebih baik yang baik.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung tapioka, serat bambu, gliserin, dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian pembuatan bioplastik ini yaitu gelas ukur, magnetic stirrer, timbangan, beaker glass, termometer, oven, cetakan plastik.

Persiapan Serat Bambu

Serat bambu direndam pada larutan NaOH dengan konsentrasi 0,5 M selama 1 jam, lalu dibersihkan dengan menggunakan air suling sebanyak 100 mL. Untuk proses pengeringan, serat dicuring pada suhu 70°C selama 90 menit.

Pembuatan Bioplastik

Tepung tapioka dan air dicampurkan hingga homogen. Kemudian ditambahkan gliserin (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0%). Pada penelitian selanjutnya jumlah gliserin terbaik digunakan untuk variabel bebas kedua. Penambahan jumlah serat bambu (0,0;

0,5; 1,0; 1,5; 2,0%). Campuran dipanaskan pada thermo reaktor suhu 70°C selama 30 menit hingga membentuk gel. Larutan dituangkan ke dalam cetakan dan diratakan. Lalu didiamkan pada suhu ruang 30°C selama satu hari atau 24 jam. Selanjutnya, sampel didiamkan selama satu hari untuk dilakukan pengujian meliputi uji ketahanan air, ketebalan, morfologi, biodegradasi, tensile strength, dan elongation.

Uji ketahanan air

Uji ketahanan air dilakukan dengan menimbang berat awal sampel (W_0), kemudian dimasukan ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Sampel diangkat dari wadah yang berisi akuades setelah itu baru dilakukan penimbangan. Sampel dimasukkan kembali ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Kemudian sampel diangkat dari wadah dan ditimbang kembali. Prosedur perendaman dan penimbangan dilakukan kembali sampai diperoleh berat akhir sampel konstan (W). Selanjutnya air yang diserap oleh sampel dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \dots (1)$$

Dengan:

W = berat bioplastik basah;

W_0 = berat bioplastik kering

Uji Tensile Strength dan Uji Elongation

Pengujian kuat tarik dan elongation dilakukan di laboratorium Teknologi hasil pertanian Universitas Katolik Soegijapranata Semarang. Uji dilakukan dengan menggunakan standart ASTM D882. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan alat Computer Universal Testing Machine HT-2402 yang otomatis mengeluarkan nilai pembebanan maksimum dan elongation. Plastik yang telah dipotong sesuai ASTM kemudian diukur kuat tarik dan elongationnya.

Sampel dikondisikan pada suhu 23°C dan dibiarkan selama satu minggu setelah pembuatan bioplastik. Kemudian sampel dipasang pada alat uji untuk dilakukan pengujian tarik dan elongation. Pengujian tarik dilakukan dan diamati pengecilan diameter pada sampel.

Uji Ketebalan

Film bioplastik yang dihasilkan dipotong dengan ukuran 2×5 cm diukur ketebalannya dengan menggunakan alat pengukur ketebalan jangka sorong digital dengan ketelitian 0,01 mm. Ketebalan diukur menggunakan micrometer yang dilakukan pada lima tempat berbeda dan hasilnya didapatkan dari rata-rata kelima pengukuran tersebut.

Uji Morfologi

Uji morfologi permukaan plastik menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran $400 \times$.

Uji Biodegradasi

Sampel plastik diuji tingkat biodegradasinya dengan bantuan bakteri EM4. Film bioplastik dipotong dengan ukuran 2×2 cm selanjutnya direndam bakteri EM4 sebanyak 5 ml didalam cawan petri dan diamati secara visual dengan mengamati perubahan yang terjadi menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan gambaran karakteristik bioplastik dengan variabel gliserin (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0%) yang selanjutnya disebut Run A dan hasil terbaik dari variabel pertama dipakai sebagai variabel tetap pada penelitian dengan variabel ke dua yaitu serat bambu (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0%) yang selanjutnya disebut Run B.

Ketahanan Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan.

Gambar 1. menunjukkan bahwa tingkat ketahanan air yang paling tinggi adalah pada penambahan konsentrasi gliserin 2% dan serat bambu 2% yaitu dengan penyerapan air sebesar 100% karena semakin rendah penyerapan air pada suatu plastik maka ketahanan airnya semakin tinggi. Penambahan gliserin dapat menurunkan kekuatan intermolekuler bioplastik diantara rantai polimer dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik. Hasil pengujian tersebut juga menunjukkan hal yang sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Sagnelli *et al.* (2016). Penambahan serat bambu mampu meningkatkan ketahanan terhadap air, hal ini sejalan dengan penelitian Rusli *et al.* (2017), penambahan selulosa bertujuan untuk mengurangi sifat hidrofilik pada pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air. Ditinjau dari struktur kimia, selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat sehingga sulit untuk bergabung

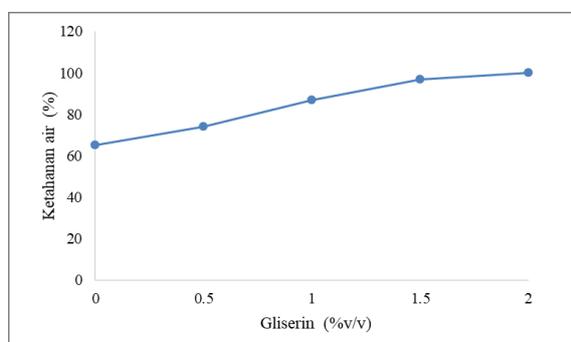
dengan air. Namun penambahan selulosa yang berlebih mampu meningkatkan daya serap selulosa. Hal ini terjadi karena ikatan hidrogen dalam molekul selulosa cenderung untuk membentuk ikatan hidrogen intramolekul termasuk dengan molekul air.

Morfologi

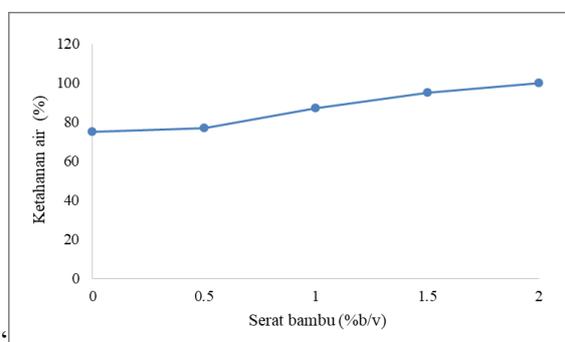
Berdasarkan Gambar 2, morfologi permukaan bioplastik paling halus merata dan homogen dengan semakin banyak rasio gliserin:serat bambu yang ditambahkan. Hal ini sesuai dengan karakteristik selulosa yang mampu berikatan dengan amilopektin tepung pati, adanya ikatan hidrogen intermolekuler yang terjadi antara gugus hidroksil (O-H) dari pati dengan gugus hidroksil (O-H) dan karboksil (COOH) selulosa, sehingga permukaan bioplastik semakin rapat dan homogen. Penambahan gliserin memperlihatkan permukaan bioplastik yang lebih halus dibandingkan tanpa penambahan gliserin. Hal ini sesuai dengan karakteristik gliserin sebagai plasticizer yang hidrofilik sehingga kandungan air membuat semakin homogen dan halus. sesuai dengan penelitian terdahulu bahwa plasticizer membuat bioplastik menjadi lebih fleksibel dengan cara meregangkan ikatan antar molekul penyusun bioplastik (Rusli *et al.* 2017).

Biodegradasi

Dari Gambar 3 terlihat biodegradasi paling cepat terjadi pada penambahan gliserin 2% dan serat bambu 2% yaitu pada hari ke-6. Hal ini disebabkan karena penambahan gliserin juga menambah sifat hidrofilik bioplastik yang dibuat. Proses biodegradasi bermula dari gugus hidroksil O-H dalam matriks pati menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air. Peningkatan penyerapan air terkait dengan karakter hidrofilik pada gliserin sehingga terjadi peningkatan daya tarik-menarik gliserin dengan air. Hal ini sejalan dengan penelitian Darni dkk. (2009), bahwa tingkat biodegradasi campuran kedua biopolimer ini sangat ditentukan oleh tinggi rendahnya kandungan pati dan karakteristik selulosa yang dicampurkan.

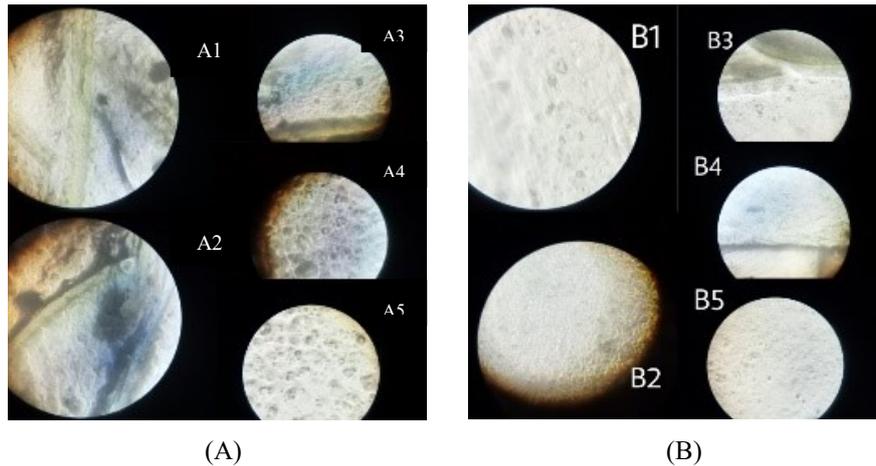


(A)

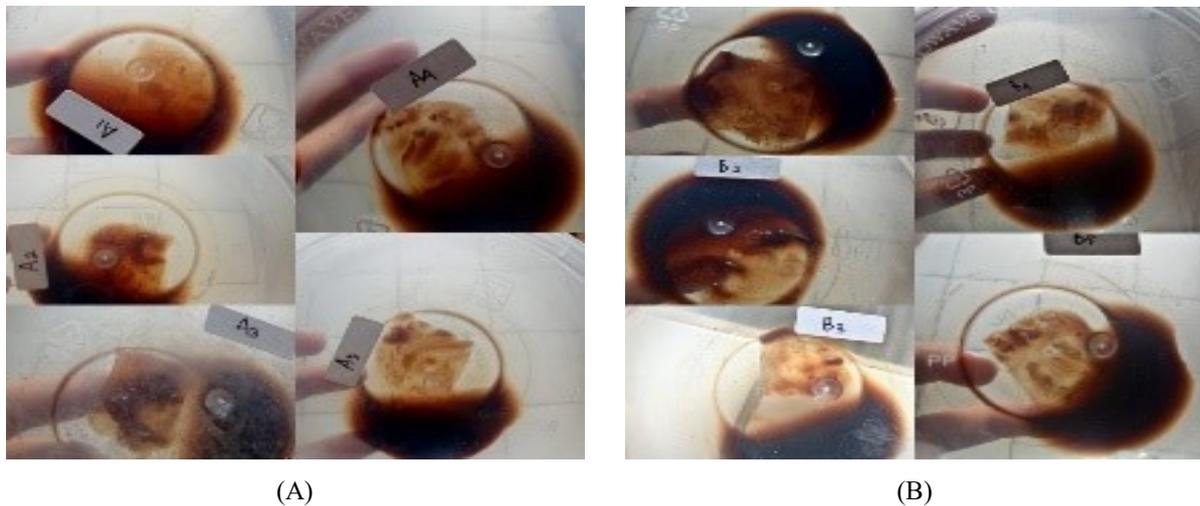


(B)

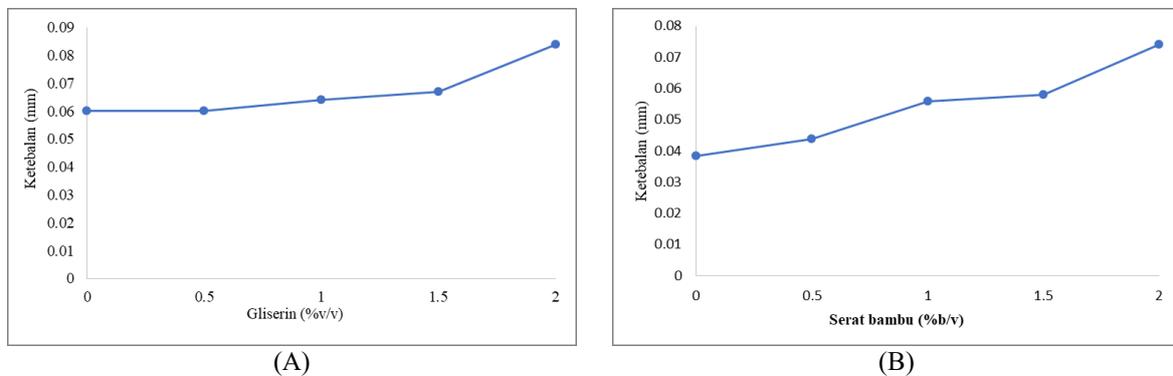
Gambar 1. Ketahanan air bioplastik dengan (A) variasi penambahan jumlah gliserin dan (B) variasi penambahan jumlah serat bambu pada konsentrasi gliserol 2% v/v.



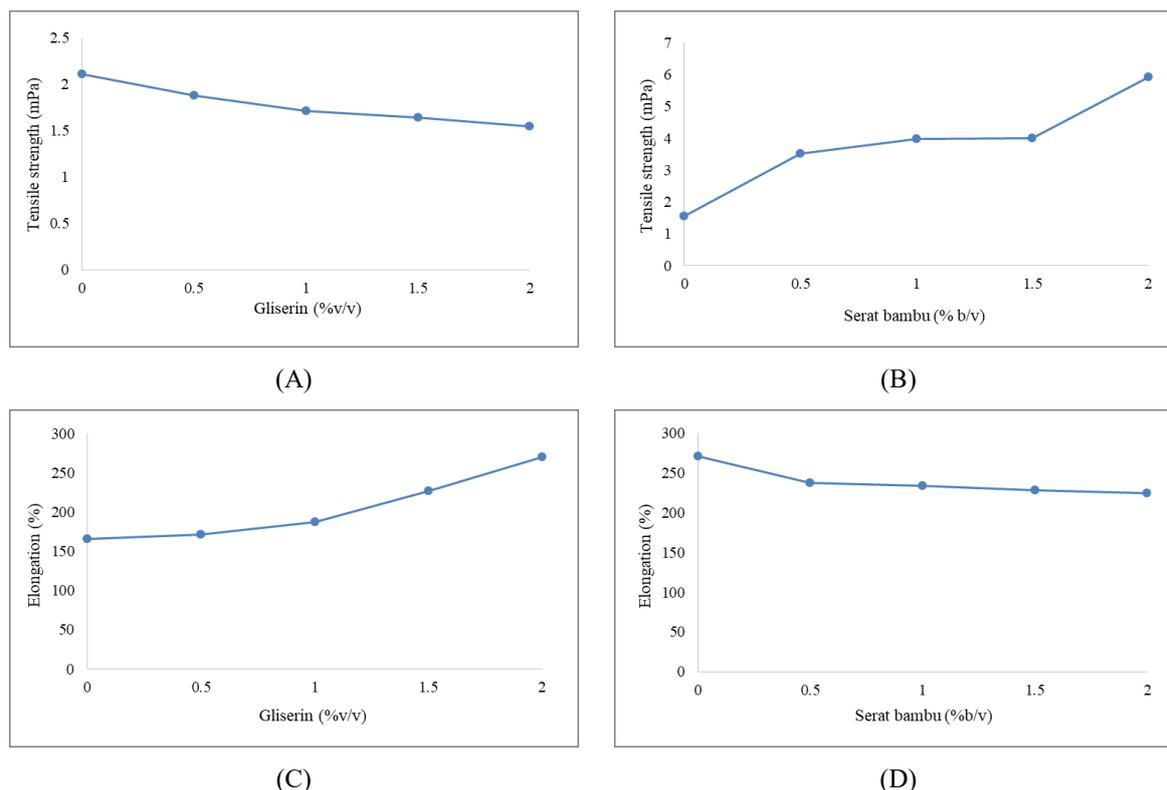
Gambar 2. Morfologi bioplastik yang di amati dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400 ×. Bioplastik yang dibuat dengan (A) variasi penambahan jumlah gliserin dan (B) variasi penambahan jumlah serat bambu pada konsentrasi gliserol 2% v/v.



Gambar 3. Bioplastik yang didegradasi dengan EM4. Bioplastik yang dibuat dengan (A) variasi penambahan jumlah gliserin dan (B) variasi penambahan jumlah serat bambu pada konsentrasi gliserol 2% v/v.



Gambar 4. Ketebalan bioplastik yang dibuat dengan (A) variasi penambahan jumlah gliserin dan (B) variasi penambahan jumlah serat bambu pada konsentrasi gliserol 2% v/v.



Gambar 4. *Tensile strength* (atas) dan *elongation* (bawah) bioplastik yang dibuat dengan (A) dan (C) variasi penambahan jumlah gliserin serta (B) dan (D) variasi penambahan jumlah serat bambu pada konsentrasi gliserol 2% v/v.

Uji Ketebalan

Dilihat dari Gambar 4, ketebalan bioplastik terbesar dihasilkan pada gliserin 2% dan serat bambu 2% yaitu 0,084 mm. Semakin banyak plastisizer gliserin yang ditambahkan semakin besar kemampuan mengikat air hal ini menyebabkan ketebalan bioplastik akan meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Mustapa dkk. (2017), Plastisizer pati bersifat hidrofilik sehingga mempunyai kemampuan mengikat air dan meningkatkan daya serap air bioplastik sehingga matriks bioplastik akan semakin tebal.

Tensile Strength dan Elongation

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan gliserin nilai kekuatan tarik akan semakin menurun. Penambahan gliserin dapat menurunkan kekuatan intermolekuler bioplastik diantara rantai polimer. Tingginya kuat tarik pada variasi selulosa dipengaruhi adanya ikatan hidrogen intermolekuler yang terjadi antara gugus hidroksil (O-H) dari pati dengan gugus hidroksil (O-H) dan karboksil (COOH) selulosa sehingga ikatan tersebut mengakibatkan kekuatan mekanik bioplastik menjadi semakin meningkat (Sagnelli *et al.* 2016). Menurut Perez *et al.* (2016), peningkatan nilai kuat tarik terjadi karena komponen-komponen yang terdistribusi secara sempurna sebagai pengisi dengan menempati ruang-ruang pada kerangka matriks pati. Penambahan serat bambu yang semakin banyak

menyebabkan menyebabkan sifat elongasi semakin menurun, hal ini karena sifat serat bambu yang keras dan kaku menyebabkan bioplastik cenderung kaku. Penambahan gliserin akan meningkatkan mobilitas molekuler rantai polimer sehingga elongasi bioplastik semakin besar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bioplastik dengan karakteristik terbaik didapat pada penambahan gliserin 2% dan penambahan serat bambu 2 % dengan karakteristik bioplastik meliputi ketahanan air 100%, ketebalan 0,84 mm, permukaan rata homogen, biodegradasi 6 hari, *tensile strength* 5,93 mPa, *elongation* 224,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Darni, Y., Utami, H. & Nurasriah, S. (2009). Peningkatan hidrofobisitas dan sifat fisik plastik biodegradabel pati tapioka dengan penambahan selulosa residue rumput laut *Eucheuma spinosum*. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Dosen, Universitas Lampung. 20-21 September 2009. C126-C139.
- Dewi, A.M.P., Haryadi, H., Sardjono, S. & Tethool, E.F. (2018). Karakteristik fisikokimia tapioka teroksidasi dengan oksidator hidrogen peroksida dan katalisis irradiasi UV-C. *Agritechnology*. **1(2)**: 46-55.

-
- Fajriati, I., Sedyadi, E. & Sudarlin. (2017). Sintesis komposit film kitosan-TiO₂ menggunakan sorbitol sebagai *plasticizer*. *Jurnal Penelitian Kimia*. **13(1)**: 77- 87.
- Haryanto, H. & Titani, F.R. (2017). Bioplastik dari tepung tapioka dan tepung maizena. *Techno*. **18(1)**: 1-6.
- Indrawati, C., Harsojuwono, B. & Hartiati, A. (2019). Karakteristik komposit bioplastik glukomanan dan maizena dalam pengaruh variasi suhu dan waktu gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. **7(3)**: 468-477.
- Lu, T., Jiang, M., Jiang, Z., Hui, D., Wang, Z. & Zhou, Z. (2013). Effect of surface modification of bamboo cellulose fibers on mechanical properties of cellulose/epoxy composites. *Composites Part B: Engineering*. **51**: 28-34.
- Mustapa, R., Restuhadi, F. & Efendi, R. (2017). Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* dari pati ubi. jalar kuning. *JOM Faperta*. 4 (2): 1-12.
- Perez, V., Felix, M., Romero, A. & Guerrero, A. (2016). Characterization of pea protein-based bioplastics processed by injection moulding. *Food and Bioproducts Processing*. **97**: 100-108.
- Rusli, A., Metusalach, S. & Tahir, M.M. (2017). Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. **20(2)**: 219-229.
- Sagnelli, D., Hebelstrup, K.H., Leroy, E., Rolland-Sabaté, A., Guilois, S., Kirkensgaard, J.J., Mortensen, K., Lourdin, D. & Blennow, A. (2016). Plant-crafted starches for bioplastics production. *Carbohydrate Polymers*. **152**: 398-408.
-