

PENGARUH KARAKTERISTIK BIOPLASTIK PATI SINGKONG DAN SELULOSA MIKROKRISTALIN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN HIDROFOBISITAS

Sinda Intandiana¹, Akbar Hanif Dawam², Yus Rama Denny¹, Rahmat Firman Septiyanto¹ dan Isriyanti Affifah³

¹Pendidikan Fisika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl Ciwaru, Serang, Banten.

²Loka Penelitian Teknologi Bersih (LPTB), LIPI, Bandung

³Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl Ciwaru, Serang, Banten

*E-mail: sinda.intandiana@gmail.com

Diterima: 21 Juni 2019. Disetujui: 9 Juli 2019. Dipublikasikan: 30 Juli 2019

DOI: 10.30870/educhemia.v4i2.5953

Abstract: Bioplastics is one alternative to change plastic. Because bioplastics are made of biopolymers that can be degraded by microorganisms. The purpose of this study was to determine the effect of bioplastic characteristics of cassava starch with 0% cellulose content (without the addition of cellulose) and bioplastic with 10% cellulose content to mechanical properties and hydrophobicity. The characteristic of bioplastic that studied in this research was mechanic, water uptake and contact angle. The results obtained in tensile strength of bioplastics with 10% cellulose content greater than bioplastics without the addition of cellulose. The addition of 10% cellulose showed tensile strength of 14.3 MPa. Whereas results obtained by water uptake and contact angle stated that bioplastics with the addition of cellulose was hydrophilic.

Keywords: characteristics; bioplastic; cassava starch; microcrystalline cellulose

Abstrak: Bioplastik merupakan salah satu alternatif pengganti plastik. Karena bioplastik terbuat dari biopolimer yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh karakteristik bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) dan bioplastik pati singkong dengan penambahan selulosa 10% terhadap sifat mekanik dan hidrofobitasnya. Pengujian karakteristik dari penelitian ini adalah uji mekanik, uji ketahanan air dan uji sudut kontak. Hasil yang diperoleh pada bioplastik dengan penambahan kandungan selulosa 10% memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan bioplastik tanpa penambahan selulosa. Penambahan dengan kandungan selulosa 10% yang memiliki kekuatan tarik 14,3 MPa. Sedangkan hasil yang didapatkan pada uji *water uptake* dan sudut kontak menyatakan bahwa bioplastik dengan penambahan kandungan selulosa bersifat hidrofilik.

Kata kunci: karakteristik; bioplastik; pati singkong; selulosa mikrokristalin

PENDAHULUAN

Plastik sudah menjadi kebutuhan yang digunakan sehari-hari. Karena plastik yang ringan dan murah. Tetapi penggunaan plastik dalam jangka panjang akan membahayakan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat terurai oleh mikroba. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan (Kaewphan & Gheewla, 2013). Bukan hanya lingkungan yang tercemar dan rusak, tetapi pembuatan plastik yang digunakan saat ini menggunakan bahan baku dari minyak bumi yang bahan bakunya sudah semakin menipis (Anita, Akbar, & Harahap, 2013). Hal ini juga menyebabkan limbah plastik yang semakin menumpuk.

Hasil penelitian menyatakan bahwa Indonesia menempati posisi kedua sebagai penyumbang sampah plastik ke lautan di dunia (Jambeck et al., 2015). Adanya sampah di lautan bukan hanya ada karena masyarakat yang membuang sampah di laut, tetapi sampah yang dibuang ke sungai atau kawasan pesisir bisa menjadi penyebabnya. Pembakaran plastik pun bukan salah satu solusi untuk menghancurkannya. Plastik yang tidak terbakar sempurna pada suhu kurang dari 800°C, akan membentuk dioksin. Senyawa inilah yang berbahaya bagi tubuh (Akbar, Anita, & Harahap, 2013). Hal ini menjadikan permasalahan limbah

plastik yang semakin besar. Maka dari itu, dibutuhkan adanya solusi dari permasalahan ini.

Bioplastik adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk menjadi solusi permasalahan penggunaan kemasan plastik konvensional (Pratiwi, Rahayu, & Barliana, 2017). Bioplastik dirancang untuk memudahkan proses degradasi oleh reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Hendri, Irdoni, & Bahruddin, 2017). Hal ini dimungkinkan karena, bioplastik dibuat dari berbagai jenis polimer alam, salah satunya yaitu pati. Pati merupakan polimer alam yang mendekati sifat-sifat polimer ideal (Merisiyanto & Johar, 2013). Di Indonesia, pati mudah ditemukan dan melimpah. Bioplastik yang terbuat dari pati akan menghasilkan plastik *biodegradable* yang bisa terurai dengan mikroorganisme. Hal ini sangat berpengaruh baik untuk lingkungan.

Namun plastik berbahan pati mempunyai kelemahan, yaitu resitensinya terhadap air rendah karena sifat hidrofilik pati yang mempengaruhi stabilitasnya dan sifat mekaniknya yang rendah (Winarti, 2012). Hal ini menjadi permasalahan bioplastik yang tidak lebih efisien dibandingkan dengan plastik konvensional. Diperlukan solusi pada kelemahan bioplastik. Salah satu solusi yang diterapkan untuk mengatasi

kelemahan ini adalah pencampuran pati dengan selulosa, kitin dan jenis biopolimer lainnya yang dapat memperbaiki kekurangan dari sifat plastik berbahan pati (Sulistyo & Ismiyati 2012).

Dari uraian diatas, salah satu yang bisa digunakan untuk menjadi solusi dari kekurangan bioplastik adalah pencampuran pati dengan selulosa. Karena selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan kemampuan mengikat yang kuat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dan hidrofibisitas dari bioplastik berbahan dasar pati singkong dan selulosa. Selulosa yang digunakan yaitu selulosa mikrokristalin.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu blender, labo plastomill, alat *pressing*, alat tensilon, piknometer 10 ml, pipet, preparat, kamera, *software image J*. Sementara itu, bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pati singkong, gliserol, selulosa mikrokristalin, aquades.

Pembuatan Bioplastik

Pada pembuatan bioplastik dilakukan beberapa langkah antara lain:

Pre-mixing

Pati singkong-gliserol dengan perbandingan 3:1 dicampurkan dengan

selulosa (10% dari total kering pati singkong-gliserol). Selulosa yang digunakan sudah dalam bentuk mikrokristalin. Setelah itu, *pre-mixing* menggunakan blender selama 3 menit.

Mixing

Proses *mixing* dilakukan terhadap 50 gram hasil *pre-mixing* dalam alat labo plastomill. Pada suhu 130°C selama 8 menit. Hasil yang didapatkan pada proses ini yaitu bongkahan. Bongkahan ini didapatkan karena bahan yang leleh oleh panas tersebut.

Pressing

Pada alat *pressing* terdapat *hot press* dan *cold press*. Hasil *mixing* sebanyak ± 5 gram dicetak dengan *hot press* dengan suhu 140°C, tekanan 40 kg f / cm² dan waktu ± 10 menit . Setelah itu dipindahkan pada *cold press* dengan waktu ± 5 menit. Hasil yang didapatkan adalah film bioplastik.

Karakterisasi

Uji Mekanik

Pada uji mekanik, hal yang dilakukan pertama yaitu mencetak film bioplastik dengan cetakan *dumble*. Ketebalan dan lebar selanjutnya diukur dan dipasang pada alat *Tensilon* yang sudah terhubung dengan komputer yang akan menghitung kuat tarik, dan regangan pada sampel yang ditandai dengan adanya putus atau sobek.

Uji Water Uptake

Sampel bioplastik 2×2 cm sebanyak 3 lembar sebanyak 3 kali ulangan pengujian. Bioplastik dicelupkan kedalam aquades selama 1 menit. Kemudian, diangkat dan dikeringkan diatas tissue ± 15 detik. Langkah ini dilakukan berulang sampai massa sampel konstan atau hancur. Selanjutnya *water uptake* untuk masing-masing sampel ditentukan dengan menggunakan persamaan 1.

$$WU = \frac{W1-W2}{W1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

WU = Water Uptake (%)

W1 = Berat sampel awal

W2 = Berat sampel akhir

Uji Sudut Kontak

Sampel bioplastik dipotong berukuran 1×1 cm sebanyak 3 lembar untuk pengulangan pengujian sebanyak 3 kali. Setelah itu, sampel ditaruh di atas preparat dan teteskan aquades. Selanjutnya dilakukan pengambilan menggunakan kamera untuk mengetahui sudut kontak sampel dengan air. Hasilnya gambar dimasukkan ke *software image J*.

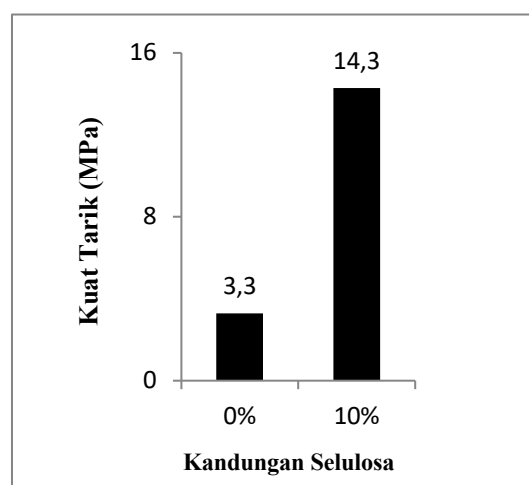
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Mekanik

Pada uji mekanik terdiri dari kuat tarik dan regangan. Pengukuran kekuatan tarik berguna untuk mengetahui besarnya

gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk meregang atau memanjang (Handayani & Nurzanah, 2018). Untuk mengetahui kualitas suatu polimer maka dapat melakukan pengujian dengan melakukan uji sifat mekanik. Dalam sifat mekanik, salah satunya yaitu uji kuat tarik. Nilai kuat tarik menunjukkan kekuatan tarik plastik yang dihasilkan ketika mendapat beban. Nilai tersebut untuk mengetahui kekuatan tegangan maksimum bahan untuk menahan gaya yang diberikan (Pratiwi et al., 2017).

Hasil yang menunjukkan pengaruh bioplastik pati singkong dengan penambahan kandungan selulosa terhadap densitas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Data Kuat Tarik Bioplastik Pati Singkong-Selulosa

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa kuat tarik bioplastik pati singkong

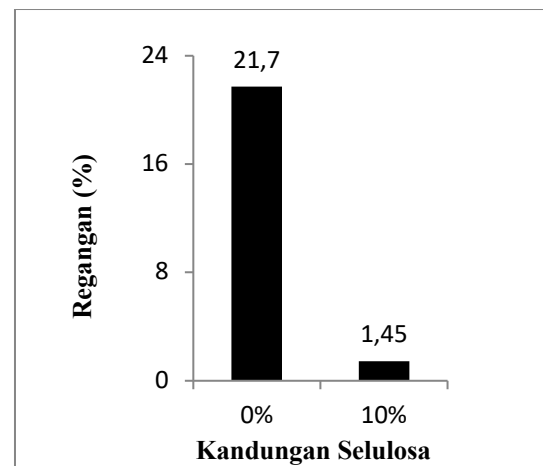
dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) memiliki nilai 3,3 Mpa. Setelah bioplastik pati singkong ditambahkan selulosa 10% nilai kuat tarik meningkat signifikan menjadi 14,7 Mpa. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sulistyo & Ismiyati, 2012) menyatakan bahwa penambahan selulosa cenderung menaikkan nilai kuat tarik pada bioplastik. Peningkatan kuat tarik ini terjadi karena selulosa memiliki rantai polimer yang lurus dan panjang sehingga dapat membuat bioplastik menjadi kuat. Ikatan pada pati, gliserol dan selulosa berpengaruh pada kekuatan tarik bioplastik. Hal ini juga didukung oleh (Maulida, Siagian, & Tarigan, 2016) yang menyatakan bahwa peningkatan nilai kuat tarik pada penambahan selulosa karena adhesi antarmuka yang baik dapat membentuk jaringan ikatan kuat hidrogen yang terjadi antara matriks pati dan selulosa.

Elongasi atau regangan merupakan persentase perubahan panjang film saat film ditarik hingga putus. Elongasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemanjangan edible film, semakin tinggi nilai elongasinya maka kemasan edible film semakin fleksibel dan plastis. Persentase pemanjangan (elongasi) akan dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya

kurang dari 10%. Nilai elongasi (%) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 (Setiani, Sudiarti, & Rahmidar, 2013).

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Regangan saat putus (mm)}}{\text{panjang awal (mm)}} \times 100\% \quad (2)$$

Hasil yang menunjukkan pengaruh bioplastik pati singkong dengan penambahan kandungan selulosa terhadap regangan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Data Regangan Bioplastik Pati Singkong-Selulosa

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) memiliki regangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10%. Jadi, terjadi penurunan regangan saat ditambah dengan selulosa. Pada bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0%

(tanpa penambahan selulosa) memiliki nilai regangan 21,7%. Sedangkan pada bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10% memiliki nilai regangan 1,45%.

Hal ini sesuai dengan penelitian (Maulida et al., 2016) yang menyatakan bahwa penurunan kandungan selulosa dapat terjadi karena adanya gugus hidroksil (OH) dari pati dan gugus karboksil (COOH) dari selulosa. Ikatan ini menghasilkan kekuatan yang tinggi dan menurunkan sifat elastis. Hal ini juga didukung oleh (Panjaitan, Irdoni, & Bahrudin, 2017) yang menyatakan semakin banyak komposisi selulosa yang terkandung di dalamnya maka persen elongasi semakin berkurang. Hal ini dikarenakan fleksibilitas yang tinggi pada selulosa sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap perpanjangan elongasi pada sampel bioplastik. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan nilai perpanjangan elongasi. menyatakan semakin banyak komposisi selulosa yang terkandung di dalamnya maka % elongasi semakin berkurang. Hal ini dikarenakan fleksibilitas yang tinggi pada selulosa sehingga dapat memberikan pengaruh terhadap perpanjangan elongasi pada sampel bioplastik. Hal ini dapat diartikan bahwa nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan nilai perpanjangan elongasi.

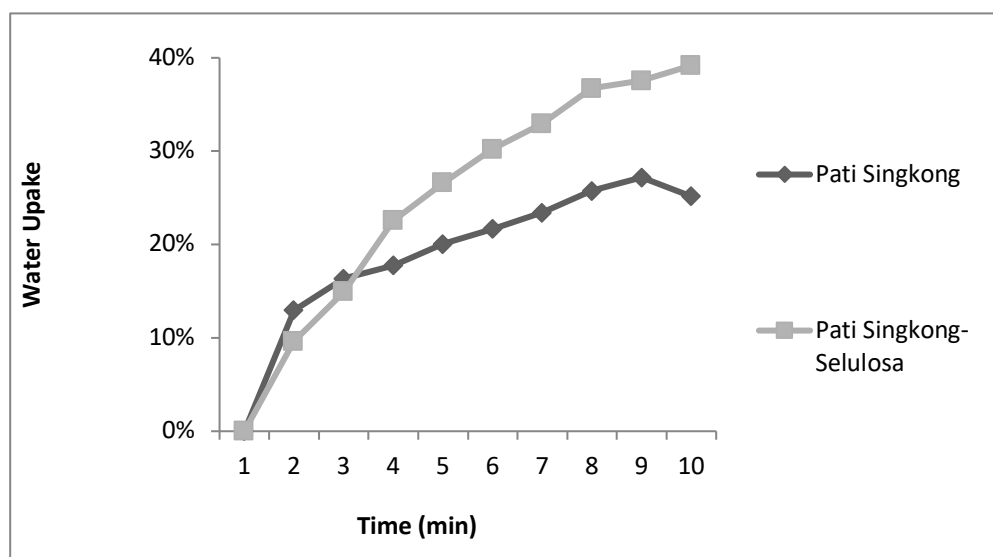
Uji Water Uptake

Analisis uji *water uptake* dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air. Pada pengujian sifat ketahanan film plastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air. Semakin rendah presentase penyerapan air maka semakin baik plastik terhadap air sedangkan semakin tinggi presentase penyerapan air maka sifat plastik akan mudah rusak (Budiman, Nopianti, & Dwita, 2018).

Data yang menunjukkan pengaruh bioplastik pati singkong dengan penambahan kandungan selulosa terhadap *water uptake* dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa pada bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10% memiliki nilai *water uptake* yang lebih tinggi dibandingkan dengan bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa). Untuk menjadi bioplastik yang baik sebagai media pengemasan maka diperlukan *water uptake* yang rendah. Bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) mencapai

water uptake 27%, sedangkan bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa

10% mencapai 39%.



Gambar 3. Data *Water Uptake* Bioplastik Pati Singkong-Selulosa

Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa penambahan selulosa bertujuan untuk mengurangi sifat hidrofilik pada pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air. Ditinjau dari struktur kimianya, selulosa memiliki ikatan hydrogen dengan oksigen yang kuat sehingga sulit untuk bergabung dengan air. Namun penambahan selulosa yang berlebih mampu meningkatkan daya serap selulosa. Hal ini terjadi karena ikatan hydrogen dalam molekul selulosa cenderung untuk membentuk ikatan hydrogen intramolekul termasuk dengan molekul air (Panjaitan, Irdoni, & Bahrudin, 2017).

Hal ini juga didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa pati lebih

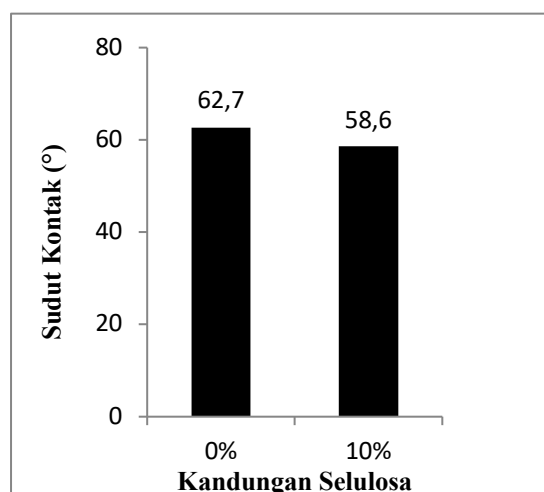
sensitif terhadap air karena sifat hidrofilik dari selulosa. Selulosa memiliki ikatan hydrogen yang kuat dan karakteristik yang memiliki kesulitan untuk ikatan dengan air. Namun, kelebihan penambahan selulosa memiliki kemampuan untuk meningkatkan penyerapan air karena ikatan hydrogen intramolekul. Peningkatan serapan air tidak sepenuhnya homogen dan bisa mengakibatkan adanya partikel yang masuk (Maulida et al., 2016).

Uji Sudut Kontak

Uji sudut kontak biasanya melibatkan studi *wettability* yang digunakan sebagai data primer untuk menunjukkan tingkat pembahasan antara cair dan permukaan padat. Sudut kontak kecil ($< 90^\circ$)

memperlihatkan tingkat keterbasahan yang tinggi (hidrofilik) dan sudut kontak besar ($> 90^\circ$) memperlihatkan tingkat keterbasahan yang rendah (hidrofobik). Sudut kontak dapat didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh perpotongan antarmuka cair-padat dan antar muka cair uap. Sudut kontak diperoleh secara geometris dengan menerapkan garis singgung dari titik kontak sepanjang antarmuka cair-uap di profil *droplet* (Yuan & Lee, 2013).

Pengaruh kandungan selulosa terhadap bioplastik pati dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Data Sudut Kontak Bioplastik Pati Singkong-Selulosa

Gambar 4 menunjukkan bahwa bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) memiliki sudut kontak lebih besar dibandingkan dengan bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10%. Ini berarti penambahan selulosa

menurunkan nilai sudut kontak. Bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) memiliki nilai $62,7^\circ$ sedangkan pada bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10% menurun nilai sudut kontak menjadi $58,6^\circ$. Jadi, sudut kontak bioplastik dengan penambahan kandungan selulosa yang banyak menunjukkan keterbasahan yang tinggi atau bersifat hidrofilik. Hal ini dapat disebabkan penambahan selulosa yang berlebih mampu meningkatkan daya serap selulosa (Sulistyo & Ismiyati, 2012).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan selulosa dapat meningkatkan kekuatan tarik bioplastik pati singkong pada kandungan selulosa 10% dengan nilai $14,3$ MPa dan nilai regangan $1,45\%$. Sedangkan bioplastik pada *water uptake* dan sudut kontak yang terbaik ditunjukkan pada bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% (tanpa penambahan selulosa) yang menghasilkan *water uptake* (27%) dan sudut kontak ($62,7^\circ$). Jadi bioplastik pati singkong dengan penambahan selulosa bersifat hidrofilik.

DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, F., Anita, Z., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*.
- Anita, Z., Akbar, F., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. *Teknik Kimia USU*.
- Arizal, V., Darni, Y., Azwar, E., Lismeri, L & Utami, H. 2017. Aplikasi Rumput Laut Eucheuma Cottoni Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding dalam rangka Seminar Nasional Riset Industri Ke-3*
- Budiman, J., Nopianti, R, & Dwita, S. 2018. Karakteristik Bioplastik dari Pati Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrizha*). Vol. 7 No. 1: 49-59
- Hendri, O.Z., Irdoni, & Bahrudin. 2017. Pagaruh Kadar Filler Mikrokristalin Selulosa dan Plasticizer terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. *Jom FTEKNIK*. Vol. 4 No.2
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. Vol. 347 <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Kaewphan, N., & Gheewla, S.H. 2013. Greenhouse Gas Evaluation and Market Oppurtunity of Bioplastic Bags from Cassava in Thailand. *Journal of Sustainable Energy & Environment*. Vol. 4 Hal. 15-19
- Maulida, Siagian, M., & Tarigan, P. (2016). Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. *Journal of Physics: Conference Series*. Ser. 710 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/710/1/012012>
- Merisiyanto, G., & Johar, L. 2013. Pengembangan plastik *Photobiodegradable* Berbahan dasar Umbi Ubi Jalar. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol. 2 No.1
- Panjaitan. R.M, Irdoni, & Bahrudin. 2017. Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Berbasis Batang Pisang terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbahan Pati Umbi Talas. *Jom FTEKNIK*. Vol.4 No.1
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2017). Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of*

Pharmaceutical Science and Technology.

<https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.94>

06

Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia VALENSI*.

<https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.506>

Sulistyo, H.W, & Ismiyati. 2012. Pengaruh Formulasi Pati Singkong-Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas pada Pembuatan

Bioplastik. *Konversi*. Vol.1

Winarti, C. (2012). Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*.

<https://doi.org/10.21082/jp3.v3i1n3.2>

012.p

Yuan, Y., & Lee, T. R. (2013). Contact angle and wetting properties. *Springer Series in Surface Sciences*.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1_1.