

# Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Limbah Cair Pengolahan Singkong dengan Penambahan Propilen Glikol sebagai *Plasticizer*

Ivana Putri, Sri Benti Etika\*

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang  
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

\*sribentietika67@gmail.com

**Abstract** — Cassava is a plant that used as a raw material for processing in many food industries in Indonesia. The results of this processing will produce cassava liquid waste. This cassava liquid waste can be used as raw material for making *biodegradable* plastics with the addition of propylene glycol as a *plasticizer*. Propylene glycol *plasticizer* was varied as much as 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL and 5 mL. The characterization test obtained a maximum value of 3 mL of propylene glycol *plasticizer* which has a tensile strength value of 68.24 N/mm<sup>2</sup>, an elongation percent of 42.04%, a maximum water content test and swelling test value of 5 mL which increases with the addition of a propylene glycol *plasticizer*. The value of biodegradation on the addition of 5 mL of *plasticizer* propylene glycol reached 76,789% on the 15th day. And the functional groups test of biodegradable plastics using FTIR, no other functional groups were found.

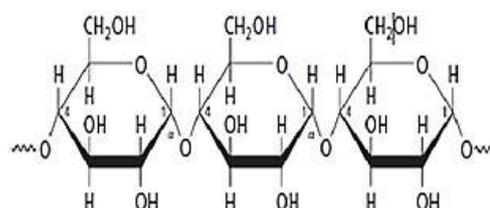
**Keywords** — cassava liquid waste, biodegradable plastics, propylene glycol

## I. PENDAHULUAN

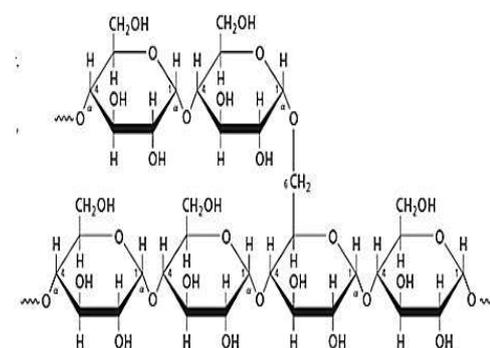
Singkong (*Manihot utilissima*) merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat di Indonesia. Singkong sering digunakan sebagai bahan baku utama karena mudah didapatkan dan harganya murah dalam banyak bidang industri pangan. Singkong mengandung pati yang cukup tinggi yaitu sebanyak 85%. Pati singkong yang terkandung dapat digunakan dalam berbagai pemanfaatan industri [1].

Pati merupakan komponen besar yang terdapat dari singkong. Pati singkong mengandung amilopektin yang lebih banyak dari pada amilosa dengan perbandingan 83% amilopektin dibanding 17% amilosa [2]. Salah satu sifat dari pati adalah tidak larut dalam air karena molekul yang memiliki rantai lurus atau bercabang tidak berpasangan sehingga membentuk jaringan granula pati yang kuat.

Struktur amilosa adalah struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa. Sedangkan amilopektin merupakan struktur cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa dan titik cabang amilopektin adalah ikatan  $\alpha$ -(1,6). Struktur dari amilosa dan amilopektin disajikan pada gambar 1 dan 2 di bawah ini.



Gambar 1. Struktur Amilosa (Fessenden, 1986)



Gambar 2. Struktur Amilopektin (Fessenden, 1986)

Dari proses pengolahan industri berbahan dasar singkong nantinya dihasilkan limbah hasil pengolahan, dimana banyaknya limbah hasil produksi ini jika tidak diolah dengan baik sebelum dibuang akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Akan tetapi limbah cair pengolahan singkong dapat digunakan kembali dalam pembuatan plastik

*biodegradable* karena masih mengandung pati. Pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* sebagai pengganti plastik sintesis karena lebih ekonomis dan ramah lingkungan [3].

Plastik merupakan bahan yang banyak di gunakan di kehidupan sehari-hari. Plastik bersifat ringan, relatif kuat dan lebih ekonomis. Dalam kegiatan harian plastik umum digunakan sebagai bahan *packaging* seperti kantong plastik, botol minuman, kotak makanan, dan sebagainya. Sedangkan pada bidang pertanian, plastik berperan untuk untuk meningkatkan kualitas produksi pertanian seperti *polybag*, mulsa, dan *green house*. [4].

Disamping itu, plastik juga memiliki kekurangan antara lain karena bahan baku pembuatan plastik itu sendiri terbuat dari bahan yang tidak dapat diperbarui. Plastik berbahan baku minyak bumi akan menyebabkan penumpukan limbah dalam jumlah besar yang nantinya akan mengakibatkan pencemaran lingkungan karena sulit terurai secara alami di alam [5]. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pembuatan plastik *biodegradable* atau bioplastik, yaitu plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme dan bersifat ramah lingkungan [6].

Plastik *biodegradable* yang berbahan dasar pati biasanya bersifat rapuh dan kaku sehingga dibutuhkan penambahan *plasticizer* untuk memperbaiki sifat rapuh dan kaku dari plastik *biodegradable*. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan ikatan hidrogen intermolekular antar polimer yang artinya dapat mengatasi sifat rapuh lapisan plastik *biodegradable*, juga dapat meningkatkan fleksibilitas plastik *biodegradable* dan menurunkan sifat kaku pada plastik *biodegradable* [7].

Salah satu *plasticizer* yang umum ditambahkan dalam plastik *biodegradable* adalah propilen glikol. Propilen glikol digunakan untuk menutupi kekurangan dari pati karena pati menghasilkan nilai fisik dan mekanik yang kurang baik sehingga penambahan propilen glikol ini sendiri dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari plastik *biodegradable*. [8]. Pada proses pembuatan plastik *biodegradable* ditambahkan propilen glikol sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan kualitas dari plastik *biodegradable*.

Plastik berbahan baku pati menggunakan prinsip gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan proses ketika granula di dalam sel pati membengkak yang disebabkan oleh air yang diserap pati membuat gel terbentuk. Granula melakukan interaksi dengan air diiringi temperatur yang meningkat (terjadi pada temperatur 58<sup>0</sup>C—70<sup>0</sup>C) dan bersifat *irreversible*.

Tahapan awal gelatinisasi terjadi ketika granula berinteraksi dengan air diiringi dengan temperatur yang meningkat menyebabkan ikatan hidrogen rusak. Amilosa berdifusi keluar dari granula menyisakan amilopektin dikarenakan temperatur yang meningkat dan kadar air yang berlebihan. [9].

Pati tergelatinisasi membentuk struktur kristalin. Kemudian penambahan asam asetat sebagai pelarut pati yang dipanaskan sehingga menguapkan kandungan air dan menyisakan gel plastik yang bersifat lebih stabil dan kaku. Asam asetat berfungsi sebagai pemberi suasana asam dan

menghidrolisis amilosa. Amilosa yang terhidrolisis oleh asam asetat kemudian tergelatinisasi. Gelatin yang terbentuk dari amilosa tersebut yang nantinya menjadi lapisan plastik *biodegradable*. Setelah proses gelatinisasi, dilakukan pengeringan. Proses pengeringan menyebabkan air lepas hingga membentuk gel yang nantinya akan membentuk plastik *biodegradable* [10].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah gelas kimia, gelas ukur, pipet ukur, batang pengaduk, termometer, *hotplate*, dan cetakan plastik *biodegradable*,

Bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* ini adalah limbah cair pengolahan singkong, asam asetat p.a, aquades dan propilen glikol.

### B. Prosedur Kerja

#### 1. Ekstraksi Pati

Ekstraksi pati dilakukan mendiamkan limbah cair pengolahan singkong selama  $\pm 24$  jam hingga terbentuk endapan. Endapan kemudian disaring untuk mendapatkan filtratnya kemudian filtrat dioven pada temperatur 70<sup>0</sup>C selama 6 jam. Hasil berupa pati kering dari limbah cair pengolahan singkong.

#### 2. Pembuatan Plastik Biodegradable

Pembuatan plastik *biodegradable* dengan variasi konsentrasi propilen glikol dilakukan dengan mencampurkan 12 gram pati singkong dengan 25 mL aquades, 3 mL asam asetat p.a, dan propilen glikol dengan variasi 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, dan 5 mL. Seluruh bahan diaduk hingga homogen sembari dipanaskan pada temperatur 60-70<sup>0</sup>C hingga berubah menjadi gel. Setelah membentuk gel kemudian dituang keatas cetakan plastik. Selanjutnya campuran gel didiamkan pada temperatur ruangan hingga mengering dan dapat dilepas dari cetakan.

#### 3. Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi

Uji kuat tarik dan persen *elongasi* dilakukan menggunakan alat kuat tarik (*tensile strength*) dengan memotong sampel berukuran 2 x 10 cm yang dijepit 1,5 cm pada kedua sisi nya. Sampel diletakkan pada alat analisa dengan teknik pengukuran dengan menarik kedua sampel secara vertikal keatas hingga sampel plastik putus. Hasil pengujian kuat tarik didapatkan dengan rumus :

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

F = gaya maksimum (N)

A = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

Hasil pengujian persen pemanjangan (*elongasi*) didapatkan dengan rumus :

$$\% \text{ elongasi} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Keterangan :

$\Delta l$  = pertambahan panjang (cm)

$l_0$  = panjang mula-mula (cm)

#### 4. Uji Water Content

Sampel dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm kemudian ditimbang massa awalnya. Plastik kemudian di oven pada temperatur  $\pm 105^\circ\text{C}$  selama 10 menit. Plastik ditimbang kembali untuk mendapatkan massa kering. Hasil pengujian kandungan air didapatkan dengan rumus :

$$\% \text{ water content} = \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W = massa kering

$W_0$  = massa awal

#### 5. Swelling Test

Dipotong plastik *biodegradable* dengan ukuran 3 x 3 cm, kemudian ditimbang dengan neraca analitik sebagai massa awalnya. Kemudian plastik *biodegradable* di rendam dalam aquades selama 24 jam, setelah itu timbang kembali massa akhirnya. Persentase derajat pengembangan dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ swelling} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W = massa konstan

$W_0$  = massa awal

#### 6. Uji Biodegradasi

Plastik *biodegradable* dipotong dengan ukuran 5 x 1 cm kemudian ditimbang massa awalnya. Kemudian sampel dikubur dalam tanah  $\pm 20$  cm di dalam tanah selama 15 hari dengan interval waktu 3 hari (hari ke 3, 6, 9, 12, dan 15 hari). Kemudian sampel dikeluarkan dari tanah lalu ditimbang kembali massa nya setiap pengambilan sampel.

Hasil pengujian biodegradasi didapatkan dengan rumus :

$$\%W = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan :

$\%W$  = Persen kehilangan berat

$W_1$  = Berat sampel sebelum dikubur

$W_2$  = Berat sampel setelah dikubur

#### 7. Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR

Karakterisasi gugus fungsi menggunakan spektrum FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dilakukan dengan menentukan puncak yang ada pada bilangan gelombang menggunakan spektrofotometer. Sampel plastik *biodegradable* ditempatkan pada *set holder* kemudian alat bekerja mencari spektrum yang dianalisa untuk mencari gugus fungsi pada plastik *biodegradable*.

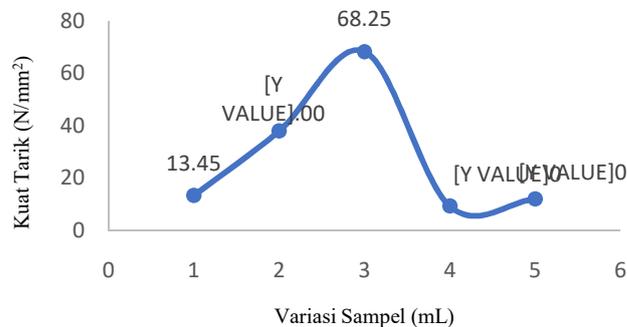
Pada gambar dibawah menunjukkan hasil plastik *biodegradable* dari limbah cair pengolahan singkong dengan penambahan *plasticizer* propilen glikol.



Gambar 3. Plastik *Biodegradable*

Perlunya penambahan *plasticizer* pada pembuatan plastik *biodegradable* dikarenakan plastik yang berbahan dasar dari pati cenderung bersifat rapuh dan kaku sehingga mudah robek, sehingga fungsi dari *plasticizer* ini sendiri adalah untuk meningkatkan fleksibilitas dari plastik *biodegradable* [11].

#### A. Kuat Tarik

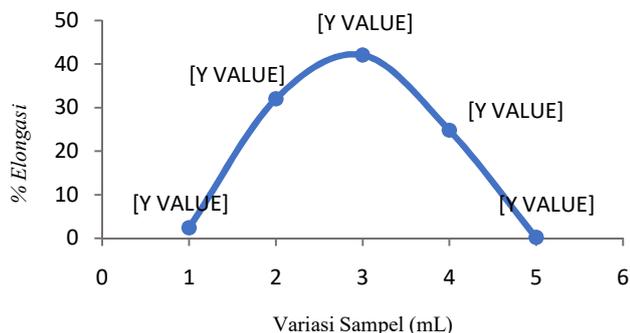


Gambar 4. Grafik Kuat Tarik

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa nilai kuat tarik pada konsentrasi penambahan *plasticizer* propilen glikol meningkat seiring penambahan *plasticizer* propilen glikol sampai pada variasi 3 mL mendapatkan nilai kuat tarik tertinggi, namun terjadi penurunan pada variasi 4 mL. Penurunan nilai kuat tarik ini disebabkan karena penambahan konsentrasi *plasticizer* yang melebihi batas jenuh akan menyebabkan penurunan gaya tarik antar polimer sehingga ketahanan plastik terhadap nilai kuat tarik akan menurun dan mengurangi kekuatan regangan plastik [12].

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

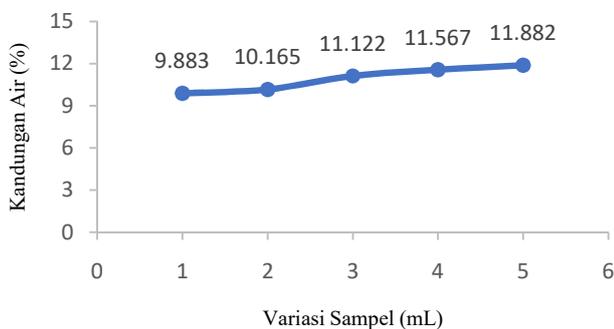
B. Persen Pemanjangan (Elongasi)



Gambar 5. Grafik Persen Pemanjangan (Elongasi)

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan meningkat hingga variasi 3 mL dan mengalami penurunan pada variasi 4 mL. Nilai persen pemanjangan akan meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi *plasticizer* propilen glikol pada batas jenuh yang menyebabkan naiknya nilai persen pemanjangan. Propilen glikol membuat plastik menjadi elastis dengan cara mengganggu ikatan hidrogen yang terjadi dalam molekul polimer menyebabkan kekuatan ikatan antar rantai molekul polimer menjadi berkurang [13].

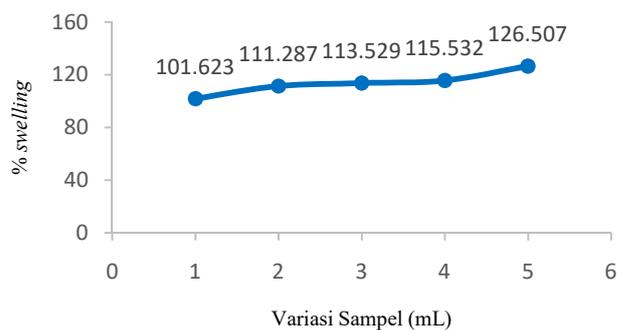
C. Uji Kandungan Air



Gambar 6. Grafik Kandungan Air

Pada gambar di atas menunjukkan nilai kandungan air dari plastik *biodegradable* dengan variasi *plasticizer* 5 mL memiliki nilai kandungan air yang paling tinggi. Peningkatan konsentrasi *plasticizer* yang dapat mengikat air akan meningkatkan kekuatan ikatan jaringan matriks sehingga pada saat terjadi pemanasan dengan oven akan sukar menguap [14]. Dengan demikian menunjukkan bahwa nilai kandungan air meningkat seiring dengan pertambahan konsentrasi *plasticizer*.

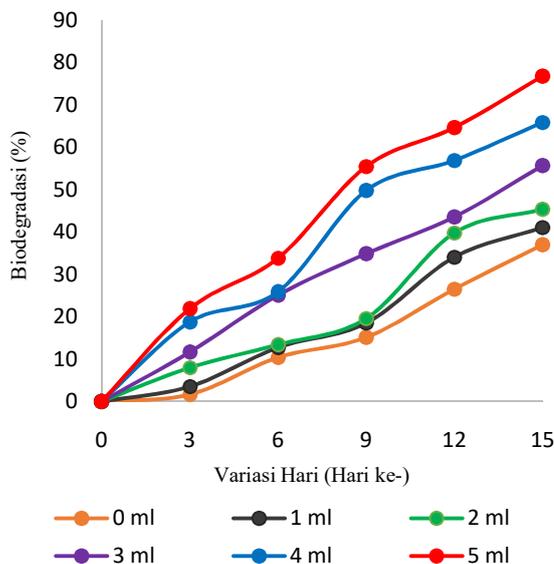
D. Derajat Penggembungan (Swelling)



Gambar 7. Grafik Derajat Penggembungan (Swelling)

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa nilai derajat penggembungan dari plastik *biodegradable* dengan variasi *plasticizer* 5 mL memiliki nilai kandungan air yang paling tinggi. Nilai derajat penggembungan akan naik seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer*. Peningkatan ini dikarenakan *plasticizer* memiliki sifat higroskopik yang menyebabkan semakin tinggi konsentrasi *plasticizer* maka semakin tinggi pula air akan berdifusi ke dalam plastik sehingga nilai derajat penggembungan (*swelling*) menjadi meningkat [15].

E. Biodegradasi

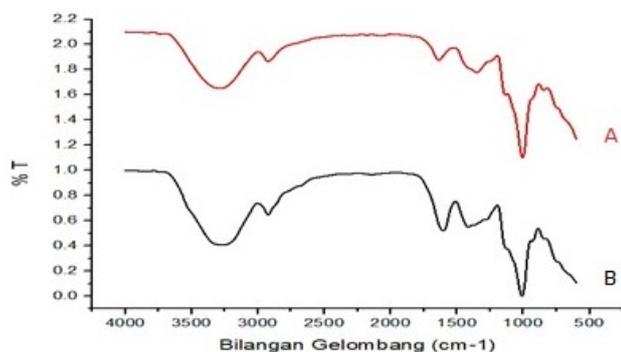


Gambar 8. Grafik Biodegradasi

Plastik *biodegradable* dengan penambahan *plasticizer* propilen glikol dengan konsentrasi 5 mL memiliki kemampuan terdegradasi lebih baik dibandingkan variasi lainnya. Hal ini dikarenakan pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin dan juga *plasticizer* propilen glikol mengandung gugus hidroksil OH yang akan terurai menjadi potongan lebih kecil dan lama kelamaan akan menghilang di dalam tanah. Polimer terdegradasi karena putusnya ikatan rantai antar polimer. Oleh karena itu kemampuan plastik dapat

terdegradasi dipengaruhi oleh jumlah penambahan konsentrasi *plasticizer*, semakin banyak konsentrasi *plasticizer* semakin tinggi nilai plastik *biodegradable* dapat terdgradasi dengan mudah.

F. Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR



Gambar 9. Spektrum FTIR (A) tanpa penambahan propilen glikol, (B) dengan penambahan propilen glikol

Berdasarkan gambar di atas, analisa gugus fungsi plastik *biodegradable* tanpa penambahan *plasticizer* propilen glikol memperlihatkan adanya gugus fungsi dan nilai panjang gelombang dari masing-masing sampel disajikan pada tabel 1 di bawah ini.

TABEL 1  
NILAI PANJANG GELOMBANG DAN GUGUS FUNGSI PADA SAMPEL

Gugus Fungsi	Panjang Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	
	0 mL Propilen Glikol	3 mL Propilen Glikol
O-H	3282	3265
C-H (alkana)	2924, 1352	2923, 1415
C-O	1000	1011

Dengan begitu dijelaskan bahwa gugus fungsi plastik *biodegradable* dengan penambahan *plasticizer* propilen glikol tidak ditemukan nya gugus fungsi baru dengan panjang gelombang yang hampir sama. Hal ini dikarenakan proses pembuatan plastik *biodegradable* merupakan perubahan secara fisika karena tidak adanya gugus fungsi yang baru dan hanya terjadi interaksi kimia yang ditunjukkan dengan adanya pergeseran gelombang [16].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tarik plastik *biodegradable* mendapatkan nilai maksimum pada penambahan 3 mL *plasticizer* propilen glikol, dengan nilai kuat tarik 68,25 N/mm<sup>2</sup> dan *elongasi* 42,04%.

2. Pada pengujian nilai kandungan air akan meningkat seiring dengan penambahan *plasticizer* propilen glikol.
3. Biodegradasi pada plastik *biodegradable* meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* propilen glikol yaitu penambahan 5 mL *plasticizer* propilen glikol yaitu sebanyak 76,789% pada hari ke-15.
4. Pada pengujian sifat struktur menggunakan FTIR tidak ditemukannya gugus fungsi baru.
5. Penambahan propilen glikol sebagai *plasticizer* dalam pembuatan plastik *biodegradable* mempengaruhi nilai kuat tarik, persen *elongasi*, kandungan air, biodegradasi, dan FTIR dari plastik *biodegradable* itu sendiri.

REFERENSI

1. Akbar, A. K., Febriani, A. K., Farmasi, P. S., Kesehatan, F. I., Muhadi, U., Brebes, S., & Kompresibilitas, U. (2019). *Uji kompresibilitas granul pati singkong dengan metode granulasi basah 1,2. 01(1)*, 7–11.
2. Yulistiani, F. (2011). *Menggunakan Hidrolisis Enzimatis*. 9–14.
3. Yai, H. (2008). Edible films and coatings : characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 237–248.
4. Aripin, S., Saing, B., Kustiyah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik *Biodegradable*. *Jurnal Teknik Mesin (Jtm)*, 06, 79–84.
5. Fauzi Akbar, Zulisma Anita, & Hamidah Harahap. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 11–15. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1431>
6. Ningsih, E. P., & Ariyani, D. (2019). Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara ( *Ipomoea Batatas L.* ) Effects Of Carboxymethyl Cellulose Addition On The Characteristics Of Bioplastic From Nagara Sweet Potatoes ( *Ipomoea Batatas L.* ) *Starch*. 7(1), 77–85.
7. Han, J. H. (2005). *Innovation in Food Packing*.
8. Milda E. Embuscado, K. C. H. (2009). *Edible Film and Coatings For Applications*.
9. Selpiana, Riansya, J. F., & Yordan, K. (2015). Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Tepung Nasi Aking. *Seminar Nasional Added Value of Energy Resources Avoer VII*, 130–138.
10. Jacob, A. M., Nugraha, R., & Dia utari, S. P. sri. (2014). Pembuatan Edible Film Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8132>
11. Apriyani, M. (2015). *Sintesis Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Onggok Singkong Dan Ekstrak Lidah Buaya ( Aloe Vera ) Dengan Plasticizer Gliserol Synthesis And Characterization Of Biodegradable Plastic From Casava Starch And Aloe Vera Extract With Glycerol Plasticizer*. 4(2), 145–152.
12. Kester J.J. and Fennema, O.R. 1986. Edible Films and Coatings: A Review. *Food Technology* 40(12), 47-59
13. Bourtoom, T. 2007. Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Straches. Departement of Material Product Technology, Prince of Songkhala University. Hat Yai. Songkhala
14. Arvanitoyannis, E., Psomiadou, A., Nakayama, S., and Yamamoto. 1997. Edible film from gelatin, soluble starch and polyol. *Journal Food Chemistry* 60:4, 593-604
15. Grenby, T.H., Parker, K.J., and Linoley, M.G. 1994. *Developments in Sweeteners 2*. Applied Science. Publishing

London

16. Susilawati. (2011). *Jurnal Natural Lastics From A Mixture Of Low De Biodegradable Pl Polyethylene ( Ldpe ) And Cassava Starch With The Ad Ddition Of Acrylic Acid Susilawa ti , Irfan Mustafa , Desy Maulina. 11(2).*