



## PERBANDINGAN BIOPOLIMER BERBASIS PATI GLUKOMANAN DAN TAPIOKA SEBAGAI PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN BEESWAX DAN GLISEROL

**Diana Putri Batubara, Suryati\*, Muhammad, Meriatna, Masrullita**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
\*e-mail: [suryati@unimal.ac.id](mailto:suryati@unimal.ac.id)

### Abstrak

*The purpose of this research is to provide packaging options for the public to use food packaging that can be consumed directly and is environmentally friendly. In this study, bioplomer was made from natural starch, namely tapioca starch and glucomannan starch with the addition of beeswax (1 gr, 2 gr, 3 gr) and glycerol (1 ml, 2 ml, 3 ml). The results of this study indicate that the addition of beeswax and glycerol can increase the thickness of the biopolymer where the maximum thickness is 1.64 for glucomannan and 0.97 for tapioca at a concentration of 3:3 (w:v). In the degree of swelling (swelling) with glucomannan based starch the addition of beeswax and glycerol managed to decrease with the highest % at 74.928% variation of 1:1 (w:v) and the lowest value of 57.882% variation of 3:3 (w:v) inversely with tapioca starch the highest % value was at 86.916 variation 3:3 (w:v) and the lowest value was 72.062% variation 1:1(w:v). The addition of beeswax to glucomannan and tapioca starch samples could reduce the rate of biodegradation where the lowest biodegradation value was 95.560% for glucomannan starch and 94.248% for tapioca starch with a variation of 3:3 (w:v). Biopolymers with glucomana starch as a basis are more optimal in producing characteristic biopolymers as environmentally friendly plastics compared to tapioca starch with the addition of beeswax and glycerol. The FTIR analysis shows that the groups contained in bioplastics with glucomannan starch and tapioca starch with the addition of beeswax and glycerol are the same as the constituent components, namely O-H, C-H and C=O.*

**Kata Kunci:** biopolymer, beeswax, degree of swelling (swelling), glycerol, starch glucomannan, tapioca starch, eco-friendly plastic.

DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i2.9418>

### 1. Pendahuluan

Bioplastik adalah plastik yang dibuat dari campuran biji plastik yang dicampur dengan pati jagung, pati tapioka, atau jenis pati yang lain. Bioplastik dalam penelitian ini didefinisikan sebagai plastik yang dibuat dari campuran biji

plastik dengan pati dari tapioca dan konjak. Komponen utama penyusun bioplastik ada tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit. Salah satu bahan utama yang digunakan dalam pembuatan bioplastik ini yaitu pati yang termasuk kelompok hidrokoloid, yang merupakan bahan yang mudah didapat, harganya murah, serta jenisnya beragam di Indonesia. Beberapa penelitian terdahulu tentang biopolimer yaitu biopolimer berbahan pati sorgum (Deswita Deswita, 2015), kemudian edible film berbahan dasar pati limbah kulit singkong dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol (Thorikul Huda, 2007).

Pati adalah salah satu polimer alami yang tersusun dari struktur bercabang yang disebut amilopektin dan struktur lurus yang disebut amilosa. Pati dapat diperoleh dengan cara mengekstrak dari tanaman yang kaya akan karbohidrat seperti sagu, singkong, jagung, gandum, dan ubi jalar. Pati juga dapat diekstrak dari biji buah-buahan seperti pada biji nangka, biji alpukat, dan biji durian. Biji durian yang selama ini dianggap limbah oleh manusia karena kurang pemanfaatannya ternyata dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan bioplastik. (Christianty, 2008).

Alternatif dalam pembuatan biopolimer adalah pemanfaatan *plasticizer* yang bersifat hidrofobik. Dari penelitian yang dilakukan oleh Sari Purnavita & Ayu Anggraeni (2019), *plasticizer* yang digunakan adalah *beeswax* (lilin lebah). *Beeswax* merupakan komponen lipid yang diperoleh dari ampas perasan madu yang dimasak dan kemudian disaring hingga diperoleh lilin. Keunggulan dalam menggunakan *beeswax* adalah bahan yang tergolong *food grade*, harga relatif murah, dan mudah diperoleh.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan biopolimer berupa plastik ramah lingkungan dengan bahan dasar pati alami, yaitu: tapioka, dan konjak serta mengetahui pengaruh penambahan *beeswax* terhadap karakteristik biopolimer tersebut.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah tepung tapioka (*cassava*), tepung konjak (glukomanan), CMC (*carboxymethyl*

*cellulose*), aquades, gliserol/gliserin, *beeswax*, dan alat yang digunakan adalah oven, *hotplate*, *stirrer*, cetakan kaca, gelas ukur, spatula, neraca digital, corong, *beaker glass*, dan *erlenmeyer*.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu persiapan bahan baku, dan tahap pengolahan biopolimer. Pembuatan biopolimer ini menggunakan tiga variabel yakni variasi bahan baku (tapioka dan glukomanan) 3 gram, variasi gliserol sebanyak (1, 2, 3) ml dan *beeswax* sebanyak (1, 2, 3) gram.

Persiapan bahan baku dilakukan dengan menimbang bahan-bahan yang akan digunakan menggunakan neraca digital. Setelah ditimbang kemudian bahan-bahan dilarutkan didalam aquades 100 ml. Pati 3 gram dilarutkan didalam aquades 100 ml hingga homogen.

Tahap pembuatan biopolimer ditandai dengan mencampurkan Gliserol dengan variabel (1, 2, 3) ml dan *beeswax* dengan variabel (1, 2, 3) gram dilarutkan didalam aquades 100 ml hingga homogen dan di tambahkan bahan CMC 2 gram hingga homogen. Setelah semua bahan *diblending* dengan komposisi yang telah ditetapkan. Kemudian dituangkan kedalam cetakan kaca. Kemudian biopolimer dimasukkan kedalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Kemudian biopolimer dilepas dari cetakan kaca. Tahap selanjutnya disimpan didalam desikator untuk dilakukan pengujian.

#### *Analisa Ketebalan*

Uji ketebalan membran dilakukan menggunakan alat mikrometer sekrup karena mikrometer sekrup memiliki ketelitian sampai 0,01 mm.

$$\text{Ketebalan} = S_u + (S_n \times 0,01) \quad (1)$$

#### *Analisa Absorpsi*

Uji kemampuan absorpsi membran dilakukan dengan merendam membran dalam larutan PBS (*phosphate buffer saline*) dengan pH 7.3 pada suhu ruang selama 12 jam. Larutsn PBS (*phosphate buffer saline*) didapatkan dari satu tablet PBS dilarutkan dalam 100 ml aquades. Sebelum direndam membran kering ditimbang dan setelah direndam membran basah ditimbang.

*Analisa swelling (%)*

Analisa *swelling* membran diuji menggunakan NaCl sebagai analog cairan tubuh yang direndam selama 4 jam dalam larutan pada suhu ruang, kemudian ditimbang dengan timbangan digital. Besarnya persen *swelling* dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$W_m = \frac{W - W_0}{W} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana:

$W_m$  = Kemampuan serap air

$W_0$  = Berat kering

$W$  = Berat basa

*Analisa Biodegradabilitas*

Pada analisa biodegradabilitas dilakukan dengan metode *soil burial test* dengan metode pengontakan langsung plastik biopolimer dengan tanah, dengan penggunaan media pembanding plastik biasa. (J.F Kennedy & C.J Knill , 2000), dipotong sampel dengan ukuran  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ , ditimbang sampel sebagai massa awal ( $M_0$ ), dimasukkan sampel ke dalam tanah yang digali sedalam 7,5 cm selama 7 hari.

$$\text{Biodegradabilitas} = \frac{M_0 - M_1}{M_1} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

$M_0$  = massa sampel awal (gram)

$M_1$  = massa sampel akhir (gram)

*Analisa Kuat Tarik*

Pada analisa kuat tarik dilakukan dengan menggunakan alat mechanical universal testing machine, dipotong sampel sesuai dengan ukuran, dilakukan pengujian dengan cara kedua ujung sampel dijepit pada alat mesin penguji, sampel ditarik secara perlahan hingga sampel putus dan data langsung di tampilkan ke PC. Sehingga untuk mendapatkan nilai *tensile strength*, daya elongasi, dan modulus Young, perlu dilakukan perhitungan terhadap hasil yang diperoleh.

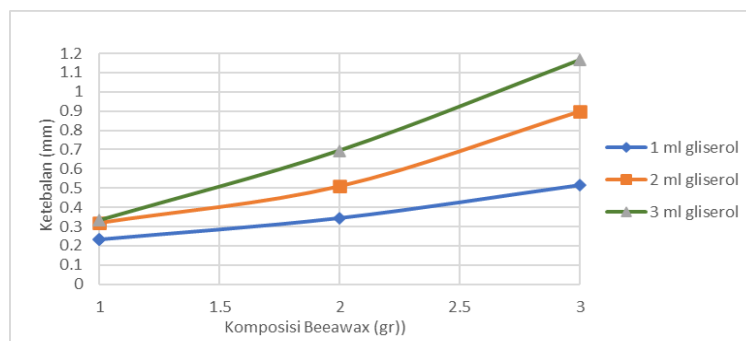
### Analisa Gugus Fungsi (FTIR)

Pada analisa ini sampel diuji menggunakan alat jasco FT/IR 5300 pada rentang gelombang 400-600  $\text{cm}^{-1}$ . Sebelumnya sampel dan serbuk KBr di haluskan terlebih dahulu kemudian dicetak dalam cetakan yang diberikan beban hingga diperoleh sampel berbentuk palet tipis dengan ketebalan kurang lebih 1 mm. Data yang di peroleh berupa *spectrum* serapan karakteristik gugus fungsi yang digambarkan sebagai kurva transmitansi (%) terhadap bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ).

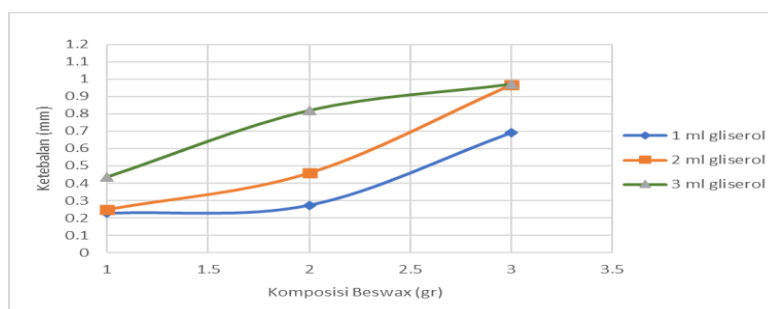
## 3. Hasil dan Diskusi

### 3.1 Analisa Ketebalan

Uji Ketebalan dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan bahan ikat silang pada pati tapioka dan glukomanan. Pengukuran ketebalan biopolimer dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan skala ketelitian 0,01 mm. Pengukuran ini dilakukan dengan mengambil sampel dari 5 sisi yang berbeda. Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat dibuat grafik ketebalan biopolimer. Gambar 4.1 dan 4.2



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan Ketebalan Biopolimer Pada Pati Glukomanan

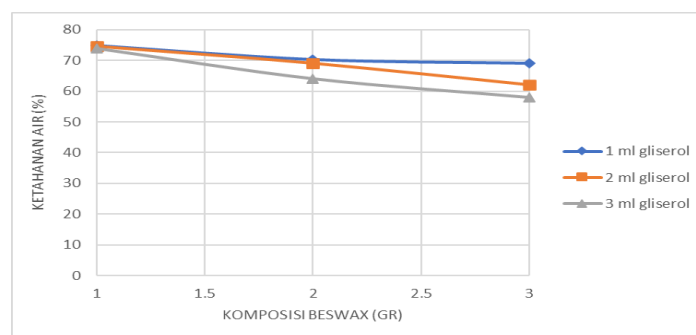


### Gambar 4.2 Grafik Hubungan Ketebalan Biopolimer Pada Pati Tapioka

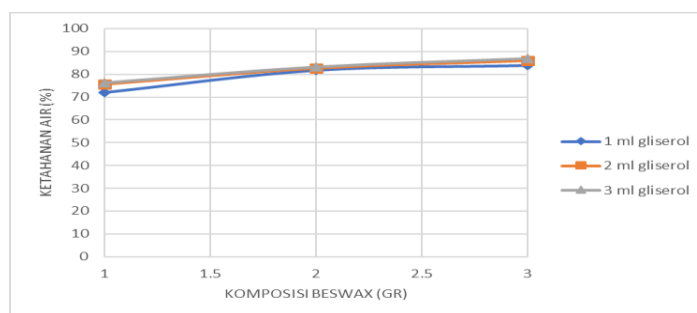
Berdasarkan gambar 4.1 dan gambar 4.2 ketebalan biopolimer yang diperoleh pada pati glukomanan berkisar antara 0,232 – 1,164 mm dan pati tapioka berkisar antara 0,228-0,97. Ketebalan yang terdapat pada film pati glukomanan dan pati tapioka mempunyai ketebalan yang tidak terlalu tinggi juga tidak terlalu rendah sehingga efektif digunakan untuk menghambat laju uap air dan kemampuan penahannya lebih besar sehingga daya simpannya semakin tinggi.

### 3.2 Analisa Swelling

Pengujian *swelling* biopolimer dilakukan dengan cara merendam biopolimer selama 10 menit hingga didapatkan berat yang konstan. Nilai persentase swelling didapatkan dari nilai berat biopolimer sebelum direndam dan setelah direndam. Menurut (Edwin Rizki Safitra & Idra Herlina 2020) sifat swelling biopolimer ditentukan dengan seberapa banyak menyerap air atau persentase pengembangan biopolimer dengan adanya air yang masuk. Persentase swelling dipengaruhi oleh penambahan *beeswax*, penambahan gliserol dan ketebalan biopolimer. Menurut (Hari Eko Irianto, 2007) penambahan *beeswax* dapat meningkatkan persentase *swelling* pada biopolimer, hal ini terjadi karena *beeswax* merupakan senyawa yang tidak suka dengan air (hidrofobik) dan tidak larut dalam air. Berdasarkan data yang diperoleh maka akan dapat diperoleh grafik, dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Swelling Biopolimer pada Pati Glukomanan

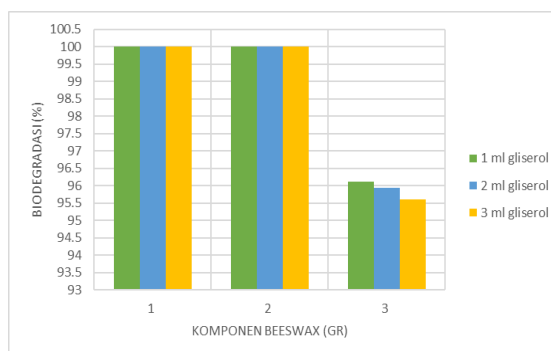


**Gambar 4.4** Grafik Hubungan *Swelling* Biopolimer pada Pati Tapioka

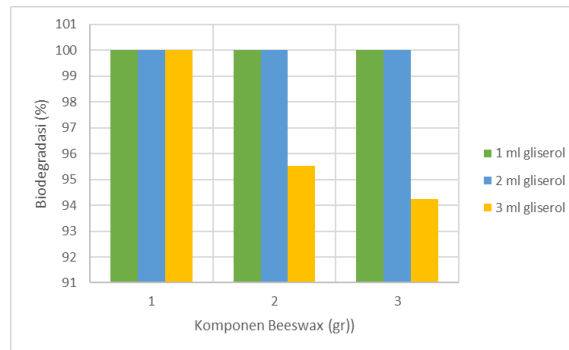
Berdasarkan gambar 4.3 dan gambar 4.3 hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan gliserol dan *beeswax* berturut – turut akan mengalami peningkatan terhadap biopolimer yang diperoleh. Hal ini dikarenakan *beeswax* memiliki sifat hidrofilik sehingga kelarutan air semakin besar. Sedangkan untuk gliserol, semakin besar konsentrasi gliserol maka daya larut *film* terhadap air semakin besar karena aktivitas interaksi antar molekul menurun. Sehingga kemampuan biopolimer dalam menahan air berkurang. Peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik, yaitu pati dalam biopolimer, diduga yang menyebabkan tingginya persentase *swelling*.

### 3.3 Analisa Biodegradasi

Pengujian daya biodegradabilitas ini dilakukan untuk mengetahui daya urai *film* plastik oleh mikroorganisme dalam tanah. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Soil Burial Test*, yakni dengan mengubur sampel ke dalam tanah kemudian diamati berat sampel sebelum dan sesudah dikubur berdasarkan data yang diperoleh, dapat dibuat grafik, dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6



**Gambar 4.5** Grafik Biodegradasi Biopolimer pada Pati Glukomanan



**Gambar 4.6** Grafik Biodegradasi Biopolimer pada Pati Tapioka

Berdasarkan standar plastik internasional ASTM 5336 (Averous, 2004) bahwa lama biodegradasi untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai. Sedangkan biopolimer glukomanan pada penelitian ini dapat terdegradasi selama 14 hari dan telah memenuhi standar lama degradasi yang digunakan oleh plastik PLA dari Jepang maupun PCL dari Inggris.

### 3.4 Analisa Kuat Tarik

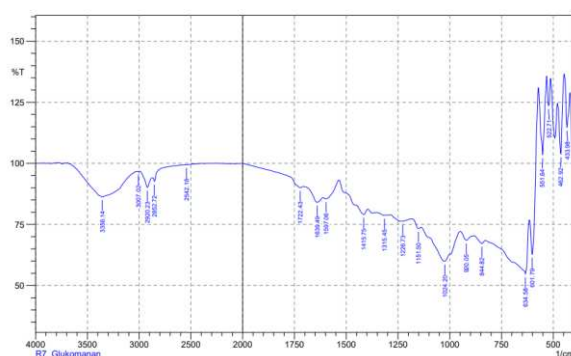
Analisa kuat Tarik atau tensile strength merupakan suatu gaya tarik maksimum yang diberikan pada suatu sampel biopolimer hingga sampel biopolimer tersebut terputus. Pengujian nilai kuat tarik biopolimer menggunakan alat, biopolimer dipotong berdasarkan ASTM D638 yang merupakan standarisasi pengujian polimer. Nilai kuat tarik yang dihasilkan pada film biopolimer dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi beeswax serta gliserol sebagai bahan pendukung pembuatan biopolimer.

Sampel yang digunakan pada uji kuat tarik yaitu penggunaan 3 gr pati glukomanan dengan 2 ml gliserol dan 3 gr *beeswax*, dan untuk pati tapioka menggunakan 3 gr pati tapioka 3 ml gliserol dan 3 gr *beeswax*. Pemilihan variasi ini dilakukan karena melihat sifat fisik dari biopolimer yang tidak kaku dan memiliki ketebalan yang diinginkan dan merupakan sampel terbaik jika dilihat secara fisik. Persentase kuat tarik biopolimer dengan penambahan gliserol yaitu penggunaan 3 gr pati glukomanan dengan 2 ml gliserol dan 3 gr *beeswax* adalah 0,4414 Mpa, dan untuk pati tapioka menggunakan 3 gr pati tapioka 3 ml gliserol dan 3 gr *beeswax* adalah 0,0374 Mpa.

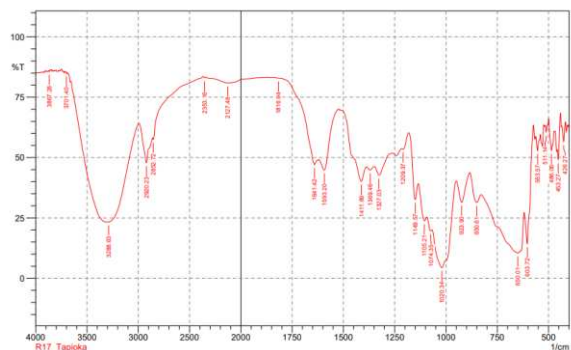
### 3.5 Analisa Gugus Fungsi (FTIR)



Analisa gugus fungsi (FTIR) bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa, khususnya senyawa organik baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis dilakukan dengan melihat bentuk spektrumnya yaitu melihat puncak-puncak spesifik yang menunjukkan gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa tersebut. Adapun analisa gugus fungsi (FTIR) dapat dilihat pada gambar 4.7 dan gambar 4.8.



**Gambar 4.7** Grafik Hubungan Analisis Gugus Fungsi FTIR Biopolimer pada Pati Glukomana



**Gambar 4.8** Grafik Hubungan Analisis Gugus Fungsi FTIR Biopolimer pada Pati Tapioka

Dari ke dua sampel yang diuji yaitu gliserol 1 ml dan 3 gr *beeswax* pati glukomana, dan 2 ml gliserol, 3 gr *beeswax* pada pati tapioka hasil analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi berdasarkan panjang gelombang yang terlihat bahwa pita serapan ikatan O–H dengan nama senyawa alkohol dan fenol . Gugus O–H yang terbentuk menunjukkan adanya penambahan konsentrasi gliserol yang digunakan yang berikatan pada gugus OH pada pati. Ikatan rangkap dua dengan gugus fungsi C=O yang merupakan struktur karbohidrat pada pati. Ikatan tunggal

nitrogen, karbon dan hydrogen pada gugus C–H, gugus C–H merupakan identifikasi adanya gugus aldehid. Gugus aldehid terdeteksi di dalam pati, dimana gugus aldehid merupakan salah satu gugus penyusun glukosa. Glukosa merupakan struktur dasar dari pembentukan 1 molekul amilosa dan amilopektin membentuk amilum dan pati. Amilosa dalam biopolimer berperan dalam kekompakan film, sedangkan amilopektin dalam biopolimer berperan dalam kestabilan film.

#### 4. Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Pemanfaatan Pati Glukomana dan Pati Tapioka Sebagai Bahan Dasar Pembuatan ketahana air dengan penambahan *Beeswax* dan Gliserol maka dapat diambil kesimpulan Hasil karakterisasi biopolimer diperoleh nilai ketebalan maksimum pada glukomanan sebesar 1,64 mm dan tapioka sebesar 0,97 mm pada konsentrasi 3:3 (w:v). Hasil karakterisasi biopolimer diperoleh nilai drajat pengembungan (*swelling*) maksimum pada glukomanan sebesar 74,928% pada konsentrasi 1:1 (w:v) dan tapioka sebesar 86,915% konsentrasi 3:3 (w:v). Dari pengujian kemampuan terdegradasi biopolimer dapat disimpulkan bahwa kemampuan film terdegradasi memiliki nilai maksimum 100% dari sampel pati glukomanan dengan penambahan *beeswax* dan gliserol pada variasi 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, dan 2:2 (w:v). Dan pada pati tapioka variasi *beeswax* dan gliserol 1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 2:2, 3:1, dan 3:2(w:v). Hasil karakterisasi biopolimer diperoleh nilai kuat tarik pada pati glukomanan dengan konsentrasi 3:2 (w:v) sebesar 0,4414 Mpa, dan pada tapioka dengan konsentrasi 3:2 (w:v) sebesar 0,0374 Mpa. Hasil analisa FTIR menunjukkan gugus yang terkandung pada bioplastic dengan pati glukomanan dan pati tapioka dengan penambahan *beeswax* dan gliserol sama dengan komponen penyusunnya yaitu O–H, C–H dan C=O.

Adapun sarannya adalah penulis menyarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan dengan ukuran ketebalan yang sama untuk setiap variabel. Pada penelitian selanjutnya melakukan pengulangan pada tiap sampel yang diuji kuat tarik dan elongasi sehingga dapat mewakili seluruh lembaran sampel.

## 5. Daftar Pustaka

1. Chriatiany, R. D. (2008) . Food Packaging Operations and Technology. *Book Chapter Food Packaging Science and Technology*. <https://doi.org/10.1201/9781439894071-16> .
2. Edwin Rizki Safitra, Idra Herlina., 2020. Pembuatan film plastik biodegradable dari limbah kulit kopi dengan penambahan kitosan/gliserol. *Journal of Science and Applicative Technology*. <https://doi.org/10.35472/jsat.v4i1.205>
3. Deswita Deswita, Ari Handayani, Evi Yulianti (2015). Pembuatan Komposit Polipropilena-Bentonit Untuk Plastik Biodegradable. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. <https://doi.org/10.24817/jkk.v37i1.1811>
4. Hari Eko Irianto. dkk (2007) Pembuatan Edible Film Dari Komposit Karaginan, Tepung Tapioka dan Lilin Lebah (Beeswax) . <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v1i2.391> .
5. J.F Kennedy, C.J Knill. 2000. The Elements of Polymer Science and Engineering, 2nd ed. *Journal Carbohydrate Polymers*. [https://doi.org/10.1016/s0144-8617\(00\)00142-9](https://doi.org/10.1016/s0144-8617(00)00142-9)
6. Thorikul Huda (2007). Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. <https://doi.org/10.20885/logika.vol4.iss1.art4>
7. Sari Purnavita, Ayu Anggraeni (2019). Pengaruh Penambahan Beeswax Dan Gliserol Terhadap Karakteristik Poliblend Glukomanan – Polivinil Alkohol (Pva). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3023>