

## Pengaruh Penambahan Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) schott) Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable dengan Polimer PVA dan Filler Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

*The Effect of Taro Tuber Starch (*Colocasia esculenta* (L.) schott) Addition to Characteristic of Biodegradable Plastic with PVA Polymer and Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) Filler*

Endah Saraswati, Intan Syahbanu<sup>\*</sup>, Adhitiyawardman

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura

\*E-mail: intan.syahbanu@chemistry.untan.ac.id

### ABSTRACT

The preparation of biodegradable plastics based on polyvinyl alcohol (PVA)-taro starch as an alternative to synthetic plastics has been conducted. The aim of this research was to identify the effect of taro starch composition on the production of biodegradable plastic and their characteristics in an aquatic environment. The solution casting method was used to produce biodegradable plastic. PVA was dissolved in hot distilled water, and taro starch (0; 0.5; 1.5; 2.5; and 3.5 g) was dissolved in another chamber filled with distilled water, glycerol and citric acid. Both solutions were mixed together and  $\text{CaCO}_3$  was then added. The mixture was casted on acrylic plates while biodegradable plastic without starch was used as a control. Characteristic of Biodegradable plastic and its properties were examined by Fourier Transform Infra Red (FTIR), water uptake, and moisture absorption test. While the biodegradability of the sample were tested in river water media in the laboratory. The results showed that the wave number at  $1698\text{-}1712\text{ cm}^{-1}$ , indicating that the cross-linking between PVA and the starch occurred. Water uptake and moisture absorption tests showed that all of the biodegradable plastic varieties produced were hydrophilic. The biodegradation test showed that the largest degree of decomposition was reached by the PVA-starch 3.5 g variety which was 80.33%. Thus, the more starch on biodegradable plastic, the more biodegradation achieved.

**Keywords:** Biodegradable Plastic, Taro Starch, Polyvinyl alcohol (PVA).

### PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik di Indonesia merupakan masalah yang belum terselesaikan sampai saat ini, sementara dengan bertambahnya jumlah penduduk maka bertambah pula jumlah sampah plastik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Sampah plastik sintetis yang dihasilkan oleh aktivitas manusia sebanyak 14%. Indonesia masuk dalam peringkat ke-2 di dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Secara umum plastik sintetis mempunyai sifat yaitu densitas yang rendah, isolasi terhadap listrik, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan terhadap suhu terbatas, ketahanan terhadap bahan kimia bervariasi. Plastik sintetis yang berbahan baku *aluminium foil* membutuhkan waktu 80-300 tahun untuk terdegradasi (Purwaningrum, 2016); (Jambeck *et al.*, 2015) (Putra & Yuriandala, 2010).

Menurut Koalisi Rakyat untuk Keadilan Perikanan (KIARA) mencatat, setiap tahun sedikitnya sebanyak 1,29 juta ton sampah di buang ke sungai dan bermuara di lautan. Jumlah

sampah tersebut, sebanyak 13.000 plastik mengapung di setiap kilometer persegi setiap tahunnya, oleh karena itu para peneliti ingin menciptakan plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan dan mudah terdekomposisi (terurai) di air maupun tanah. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang terbuat dari biopolimer yang ramah lingkungan dan susunannya dapat diperbaharui. Plastik *biodegradable* dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama yaitu bahan baku petrokimia seperti plastik oxium yang merupakan plastik yang ditambahkan zat aditif yaitu oxium yang dapat terdegradasi sekitar 2 tahun melalui oksidasi. Kelompok kedua yaitu bahan baku yang bersifat organik seperti plastik *biodegradable* yang dibuat dengan menambahkan selulosa, pati, atau kitosan.

Talas merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak di tanam dan dibudidayakan di Indonesia, salah satunya Kalimantan Barat tepatnya di Kota Pontianak banyak sekali terdapat tanaman umbi talas. Umbi talas dapat tumbuh di daerah tropis dan subtropik. Umbi talas mengandung karbohidrat yang terdiri dari

amilosa 5,55% dan amilopektin 74,45%, dimana amilosa dan amilopektin menjadi dasar pemanfaatan umbi talas sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* (Wahidah, 2017); (Udjiana *et al.*, 2019).

PVA (polyvinyl alkohol) merupakan polimer sintesis, tidak berbau, tidak beracun, dan *biocompatible*. PVA digunakan sebagai *polyblend* untuk menutupi kekurangan pati umbi talas yang biasanya bersifat rapuh dan meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati (Nofiandi *et al.*, 2016). PVA dipadukan dengan zat aditif agar dapat digunakan dengan baik. Zat aditif sangat diperlukan pada pembuatan plastik *biodegradable* untuk meningkatkan kekakuan plastik yang terlalu lentur, dan mengurangi kelarutan. Zat aditif diklasifikasikan dalam berbagai kelas di antaranya adalah aditif penguat dan bahan pengisi (*filler*). Aditif penguat berfungsi untuk meningkatkan kepadatan dan kekerasan polimer. Sedangkan, aditif bahan pengisi berfungsi untuk meningkatkan konduktivitas termal polimer. Bahan-bahan yang berfungsi sebagai bahan pengisi biasanya berupa mineral di antaranya seperti talek, kaolin, mika, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Salah satu zat aditif yang digunakan pada penelitian ini yaitu kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), yang mana  $\text{CaCO}_3$  berfungsi sebagai pengisi (*filler*) ke dalam plastik *biodegradable* agar konduktivitas plastik yang dihasilkan meningkat. Gliserol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) berfungsi sebagai *plasticizer* dan meningkatkan fleksibilitas dari plastik *biodegradable* (Hasanah & Haryanto 2017, (Sumarni & Susatyo, 2013); Munthoub & Rahman 2011, (Muchtadi & Sugiyono, 1992); Nuriyah *et al.*, 2019), Pamela *et al.*, 2016, (Kirk Othmer, 2021)).

Hasil penelusuran dari penelitian ini, belum ditemukan modifikasi plastik *biodegradable* berbahan PVA-pati umbi talas dengan *filler*  $\text{CaCO}_3$ . Pati umbi talas (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) dan *polyvinyl alcohol* (PVA) berfungsi sebagai polimer. Komposisi pati umbi talas divariasikan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari plastik *biodegradable*, dimana seperti yang diketahui bahwa pati memiliki sifat hidrofilik yang dapat mempengaruhi biodegradabilitas plastik *biodegradable* di air (Budiman *et al.*, 2018). Zat aditif yang digunakan yaitu kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) berfungsi sebagai *filler*, gliserol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ )

berfungsi sebagai *plasticizer*, dan asam sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) berfungsi sebagai *cross-linking*. Penelitian ini menghasilkan plastik *biodegradable* yang diharapkan dapat membantu mengurangi pencemaran di lingkungan perairan.

## METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat analisis *Fourier Transform InfraRed* (FTIR-Shimadzu IRPrestige 21), alat uji ALT (Angka Lempeng Total), alat uji BOD (*Biological Oxygen Demand*), ayakan (80 mesh), batang pengaduk, blender (*Janoseno*), box plastik, bulb, cawan petri, gelas kimia (*Pyrex*), kaca akrilik (25x20 cm), *hot plate*, mortar dan stramper, *magnetic stirrer*, neraca analitik, oven, pipet volume (20 mL), serbet, spatula, dan pisau.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades ( $\text{H}_2\text{O}$ ), Asam Sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ -Merck), gliserol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ -Merck), kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ -Merck), *Polyvinyl alcohol* (PVA-Merck), dan umbi talas.

### Preparasi Sampel Umbi Talas

2,5 kg umbi talas dikupas dan dicuci sampai bersih selanjutnya direndam di dalam air selama  $\pm 2$  jam. Setelah itu umbi talas dipotong kecil-kecil dan ditiriskan. Tahap selanjutnya umbi talas dihaluskan dengan menggunakan blender dan ditambahkan *aquades* sebanyak  $\pm 1/3$  bobot umbi talas. Bubur umbi disaring dan ampas umbi talas yang dihasilkan dicampurkan kembali dengan *aquades*  $\pm 1/3$  bobotnya kembali. Proses tersebut diulangi hingga diperoleh hasil perasan yang jernih, Lartutan yang didapatkan diendapkan selama 24 jam. Setelah mengendap sempurna cairan yang jernih tersebut di dekantasi sehingga didapat endapan pati umbi talas. Endapan pati dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $55^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Pati kering yang berbentuk gumpalan tersebut dihaluskan dengan mortar dan stamper kemudian diayak menggunakan ayakan 80 mesh, sehingga diperoleh pati yang berbentuk serbuk.

### Pembuatan Plastik Biodegradable dari Umbi Talas menggunakan Filler $\text{CaCO}_3$

*Aquades* sebanyak 25 ml dipanaskan pada suhu  $90^\circ\text{C}$ , setelah itu dicampurkan PVA sebanyak 2,5 gr menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen. Larutan ini selanjutnya disebut larutan A. *Aquades* 25 ml, asam sitrat 2,5 gr, gliserol 1 ml, dan variasi pati pada berat 0; 0,5; 1,5; 2,5; dan 3,5 gr diaduk hingga homogen (Tabel 1). Selanjutnya larutan ini disebut larutan B. Kedua larutan selanjutnya diaduk selama  $\pm 1$  jam pada suhu  $90^\circ\text{C}$ . Setelah itu, sebanyak 0,4 gr  $\text{CaCO}_3$  dimasukkan sambil terus diaduk kembali hingga homogen. Larutan kemudian dituang ke wadah akrilik dan selanjutnya dioven selama 20 jam pada suhu  $55^\circ\text{C}$ .

Tabel 1. Variasi untuk Pembuatan Plastik *Biodegradable*

| Komponen       | PVA (g) | Pati (g) | Gliserol (ml) | Asam Sitrat (g) | CaCO <sub>3</sub> (g) |
|----------------|---------|----------|---------------|-----------------|-----------------------|
| PVA            | 2,5     | -        | 1             | 1,25            | 0,4                   |
| PVA-pati 0,5 g | 2,5     | 0,5      | 1             | 1,25            | 0,4                   |
| PVA-pati 1,5 g | 2,5     | 1,5      | 1             | 1,25            | 0,4                   |
| PVA-pati 2,5 g | 2,5     | 2,5      | 1             | 1,25            | 0,4                   |
| PVA-pati 3,5 g | 2,5     | 3,5      | 1             | 1,25            | 0,4                   |

**Uji karakteristik plastik dengan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)***

Sampel plastik *biodegradable* yang sudah terbentuk di potong 2x2 cm untuk mengetahui serapan gugus fungsi. Serapan gugus fungsi dibaca dengan FTIR pada rentang panjang gelombang dari 400-4000 cm<sup>-1</sup> (Marfu'ah, 2015).

**Uji karakteristik plastic dengan *Water Uptake***

Pengujian dilakukan dengan menggunakan akuades 50 ml yang dimasukkan ke dalam wadah tertutup, kemudian sampel ditimbang terlebih dahulu. Setelah itu, sampel direndam selama 24 jam. Selanjutnya sampel ditimbang kembali untuk melihat apakah ada penguraian (Marfu'ah, 2015). Perhitungan *Water uptake* menggunakan persamaan di bawah ini:

$$WU = \frac{Mi - Mo}{Mo} \times 100\%$$

Keterangan:

WU = *Water Uptake* (%)

Mi = Massa sampel sesudah uji (g)

Mo = Massa sampel sebelum uji (g)

**Pengujian karakteristik plastik dengan *moisture absorption***

Pengujian *moisture absorption* dilakukan di dalam wadah yang tertutup menggunakan suhu ruang. Sampel dipotong-potong dan ditimbang terlebih dahulu. Kemudian, dimasukan ke dalam wadah dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu sampel ditimbang kembali (Marfu'ah, 2015). Pengukuran *moisture absorption* menggunakan persamaan di bawah ini:

$$MA = \frac{At - Ao}{Ao} \times 100\%$$

Keterangan:

MA = *Moisture Absorption* (%)

At = Bobot akhir (g)

Ao = Bobot awal (g)

**Pengujian Biodegradasi plastic di Media Air Sungai**

Uji biodegradabilitas dilakukan dengan merendamkan sampel plastik *biodegradable* yang sudah dipotong (2x2 cm) yang diikat benang ke dalam sampel air sungai. Sampel air tersebut di ambil dari Sungai Kapuas Pontianak, Kalimantan Barat. Setelah itu, air sungai tersebut diletakkan ke dalam kotak plastik yang didalamnya dilengkapi aerator. Selanjutnya dilakukan pengukuran suhu, pH, uji angka lempeng total (ALT), dan uji *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada sampel air. Pengamatan sampel plastik *biodegradable* dilakukan setiap 1 minggu selama 8

minggu. Perhitungan kehilangan massa diukur menggunakan persamaan di bawah ini:

$$Kehilangan\ Massa\ (\%) = \frac{Wo - Wt}{Wt} \times 100\%$$

Keterangan:

Wt = Massa sesudah (g)

Wo = Massa sebelum (g).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik pati dari Umbi Talas**

Pati umbi talas diperoleh melalui proses ekstraksi dari umbi talas, dimana ekstrak pati umbi talas digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*. Umbi talas yang digunakan merupakan spesies *Colocasia esculenta* (L.) Schott yang banyak ditanam di Indonesia. Ekstrak pati umbi talas yang diperoleh pada penelitian ini sebanyak 182,19 gr dari 2,5 kg umbi talas dengan rendemen yaitu 7,28%. Performan fisik pati umbi talas yang dihasilkan berwarna putih, serbuk halus, dan tidak berbau. Menurut standar organoleptik pati adalah serbuk halus, tidak berbau dan berwarna putih. Penelitian Wibowo & Andaka (2019) menunjukkan bahwa rendemen pati umbi talas dengan berat yang sama adalah 13% dengan warna pati kuning kecoklatan. Lama proses pengeringan mempengaruhi kandungan rendemen yang terdapat di pati. Semakin tinggi suhu pengering menyebabkan kadar air pati semakin menurun. Seiring dengan menguapnya kadar air, maka kadar rendemen yang dihasilkan juga semakin berkurang (Erni *et al.*, 2018).

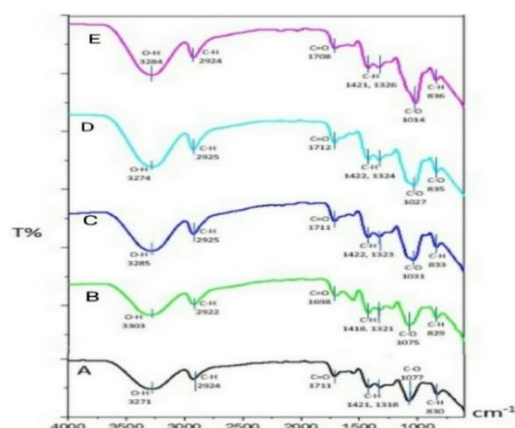
**Karakteristik Plastik *Biodegradable* PVA-Pati Umbi Talas**

Pati yang diperoleh dari umbi talas dicampur dengan polimer *polyvinyl alcohol* (PVA). Setelah itu, PVA-pati ditambahkan gliserol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>) yang berfungsi sebagai *plasticizer*, kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) berfungsi sebagai *filler*, dan asam sitrat (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) yang berfungsi sebagai pereaksi *cross-linking* (Kawijia *et al.*, 2017). Plastik *biodegradable* yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis, berwarna bening dengan ketebalan rata-rata 0,04 mm dan lentur. Plastik *biodegradable* umbi talas tersebut selanjutnya dianalisis karakteristik gugus fungsinya menggunakan FTIR, uji *water uptake*, uji *moisture absorption*, dan uji biodegradasi dalam media air sungai.

**Uji Karakteristik plastik dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)**

Plastik *biodegradable* umbi talas dengan variasi penambahan pati 0; 0,5; 1,5; 2,5 dan 3,5 gr dikarakterisasi gugus fungsinya dengan FTIR.

Hasil analisis ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Hasil spektrum FTIR plastik *biodegradable* (a) PVA; (b) PVA-pati 0,5 g; (c) PVA-pati 1,5 g; (d) PVA-pati 2,5 g; dan (e) PVA-pati 3,5 g

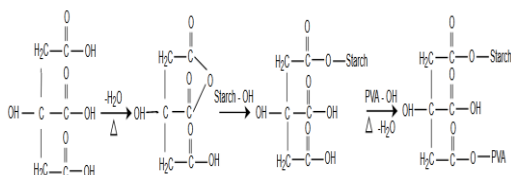
Ikatan C=O pada panjang gelombang 1712  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan puncak yang lebih tinggi daripada puncak pada variasi lainnya. Hal ini

disebabkan oleh reaksi antara -COOH pada asam sitrat dan OH pada pati mampu membentuk ikatan kuat serta dapat mengurangi OH bebas pada pati yang akan membuat pati bersifat lebih hidrofobik. Sebagai agen *cross-linking* asam sitrat akan membentuk ikatan hidrogen antarmolekul yang memunculkan gugus ester. Pembacaan gugus ester pada panjang gelombang 1698-1712  $\text{cm}^{-1}$  ikatan C=O terbentuk dari gugus karboksil pada asam sitrat dengan gugus hidroksil dari pati dimana penambahan asam sitrat sebagai agen *cross-linking* mampu membentuk reaksi *cross-linking*. Menurut Kawijia et al. (2017) gugus karboksil pada asam sitrat yang merupakan kelompok senyawa ester dapat terbaca pada rentang bilangan gelombang 1800-1650  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil FTIR pada Tabel 2. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan serapan gugus fungsi karena adanya penambahan  $\text{CaCO}_3$ .  $\text{CaCO}_3$  diasumsikan mengisi diantara matriks polimer. Selain itu, hasil analisis pergeseran serapan C-O menunjukkan perubahan bilangan gelombang yang disebabkan oleh campuran PVA-pati dan  $\text{CaCO}_3$  yang bereaksi.

Tabel 2. Bilangan gelombang FTIR plastik *biodegradable* PVA-Pati umbi talas

| Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) | PVA  | PVA-Pati 0,5 g | PVA-Pati 1,5 g | PVA-Pati 2,5 g | PVA-Pati 3,5 g | Gugus                                    |
|---|------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| 829 - 836                               | 830  | 829            | 833            | 835            | 836            | C-H stretching                           |
| 1014 - 1077                             | 1077 | 1075           | 1031           | 1027           | 1014           | C-O stretching                           |
| 1148                                    | -    | -              | -              | -              | -              | C-O stretching<br>(Gürler et al., 2021)  |
| 1318 - 1422                             | 1318 | 1321           | 1323           | 1324           | 1326           | C-H bending                              |
|   | 1421 | 1418           | 1422           | 1422           | 1421           |  |
| 1698 - 1714                             | 1711 | 1698           | 1711           | 1712           | 1708           | C=O stretching                           |
| 1640 - 1820                             | -    | -              | -              | -              | -              | C=O amida<br>(Satriawan & Illing, 2017)  |
| 1713; 1707                              | -    | -              | -              | -              | -              | C=O stretching<br>(Gürler et al., 2021)  |
| 2922 - 2926                             | 2924 | 2922           | 2925           | 2925           | 2924           | C-H bending                              |
| 2928; 2925                              | -    | -              | -              | -              | -              | C-H stretching<br>(Gürler et al., 2021)  |
| 2922 - 2926                             | -    | -              | -              | -              | -              | C-H alkana<br>(Satriawan & Illing, 2017) |
| 3271 - 3303                             | 3271 | 3303           | 3285           | 3274           | 3284           | O-H stretching                           |
| 3271; 3278                              | -    | -              | -              | -              | -              | O-H stretching<br>(Gürler et al., 2021)  |

Reaksi ikatan silang (*cross-linking*) asam sitrat dengan PVA-pati (Gambar 2) menunjukkan bahwa asam sitrat secara efektif mengikat pati dan PVA, dimana ikatan silang (*cross-linking*) berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik dan pelarutan film dari plastik *biodegradable* umbi talas. Variasi PVA dan PVA-pati menunjukkan bilangan gelombang yang semakin menurun dari 1077  $\text{cm}^{-1}$  hingga 1014  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan komposisi pati menyebabkan pergeseran bilangan gelombang ke arah yang lebih kecil dan terjadinya interaksi kimiawi. Interaksi kimiawi tersebut dimungkinkan ikatan silang (*cross-linking*) karena adanya penambahan asam sitrat sebagai agen pengikat silang.



Gambar 2. Reaksi ikatan silang (*cross-linking*) asam sitrat dengan PVA-pati (Nugroho *et al.*, 2020)

Penelitian Gürler *et al.* (2021) menunjukkan hasil FTIR terjadi peregangan pada 3271  $\text{cm}^{-1}$  dan 3278  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita serapan ikatan O-H, pada panjang gelombang 2928  $\text{cm}^{-1}$  dan 2925  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan pita serapan ikatan C-H, pada panjang gelombang 1148  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan pita serapan ikatan C-O, pada panjang gelombang 1713  $\text{cm}^{-1}$  dan 1707  $\text{cm}^{-1}$

menunjukkan pita serapan ikatan C=O. Hasil FTIR pada penelitian ini menunjukkan C-H alkana terdapat pada panjang gelombang 2922-2926  $\text{cm}^{-1}$  daerah C-H yang menunjukkan adanya pati dan gliserol yang juga memiliki gugus C-H, O-H karboksilat terjadi pada panjang gelombang 2974  $\text{cm}^{-1}$ , C=O amida terjadi pada panjang gelombang 1640-1820  $\text{cm}^{-1}$  (Satriawan & Illing, 2017).

### Uji karakteristik plastik dengan Water Uptake

Uji *water uptake* dilakukan untuk mengetahui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air. Semakin rendah nilai penyerapan air maka sifat plastik akan semakin baik sedangkan semakin tinggi penyerapan air maka sifat plastik akan mudah rusak (Coniwanti *et al.*, 2014). Oleh sebab itu yang di hitung dalam penelitian ini adalah hasil persentase rata-rata kehilangan massa plastik *biodegradable* (Tabel 3). Karakteristik plastik *biodegradable* sebelum dan sesudah uji *water uptake* divisualisasikan pada Tabel 4. Penyerapan air (*water uptake*) plastik *biodegradable* paling tinggi terjadi pada variasi PVA-pati 0,5 g sedangkan paling rendah terdapat pada variasi PVA-pati 3,5 g. Hal ini dapat disimpulkan bahwa plastik *biodegradable* yang baik terdapat pada variasi PVA-pati 3,5 g, dikarenakan plastik tersebut tidak terlalu menyerap air. Variasi PVA-pati 0,5 g sangat mudah menyerap air dan mudah terurai. Penambahan pati yang semakin meningkat menyebabkan berkurangnya kemampuan degradasi.

Tabel 3. Hasil persentase kehilangan massa plastik *biodegradable* dengan uji *water uptake*

| Variasi        | % rata-rata dan SD |
|----------------|--------------------|
| PVA            | 34,69% ± 0,12      |
| PVA-pati 0,5 g | 56,30% ± 0,28      |
| PVA-pati 1,5 g | 40,35% ± 0,20      |
| PVA-pati 2,5 g | 37,70% ± 0,22      |
| PVA-pati 3,5 g | 30,37% ± 0,35      |

Tabel 4. Hasil plastik *biodegradable* sebelum dan sesudah uji *water uptake*

|             | PVA | PVA-pati 0,5 g | PVA-pati 1,5 g | PVA-pati 2,5 g | PVA-pati 3,5 g |
|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Sebelum uji |     |                |                |                |                |
| Sesudah uji |     |                |                |                |                |

Penambahan  $\text{CaCO}_3$  pada pembuatan plastik juga mempengaruhi degradasi plastik karena sifat  $\text{CaCO}_3$  yang sukar larut. Menurut Budiman *et al.* (2018) hasil *water uptake* dari pati buah lindur menunjukkan ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air dengan komposisi pati 0,5% : kitosan 4g (108,06%), pati 1% : kitosan 4g (109,29%), pati 1,5% : kitosan 4g (109,54%) dan pati 2% : kitosan 4g (111,09%). Hasil terbaik terdapat pada komposisi PVA-pati 0,5 g (56,30 g).

#### Uji karakteristik plastik dengan *Moisture Absorption*

Hasil uji *moisture absorption* terdapat pada Tabel 5. dan hasil plastik *biodegradable* sebelum dan sesudah uji *moisture absorption* terdapat pada Tabel 6. Plastik *biodegradable* dengan variasi PVA-pati 0,5 g paling banyak menyerap kelembapan udara, sedangkan PVA-pati 3,5 g paling sedikit menyerap kelembapan udara. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pati umbi talas yang semakin meningkat mempengaruhi degradasi plastik. PVA-pati 3,5 g yaitu sebanyak 21,69% karena plastik tersebut tidak mudah menyerap kelembapan udara sehingga dapat digunakan di kehidupan sehari-hari dengan jangka waktu yang lama.

Tabel 5. Hasil persentase rata-rata kehilangan massa plastik *biodegradable*

| Variasi        | % rata-rata dan SD |
|----------------|--------------------|
| PVA            | 34,44% $\pm$ 0,12  |
| PVA-pati 0,5 g | 38,50% $\pm$ 0,04  |
| PVA-pati 1,5 g | 30,33% $\pm$ 0,42  |
| PVA-pati 2,5 g | 25,91% $\pm$ 0,04  |
| PVA-pati 3,5 g | 21,69% $\pm$ 0,19  |














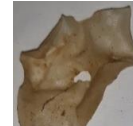
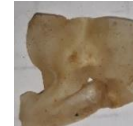
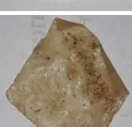
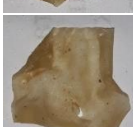

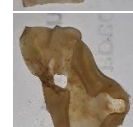
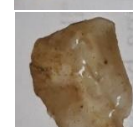
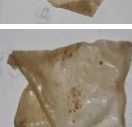
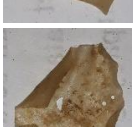
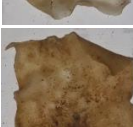
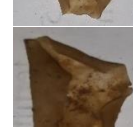







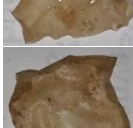


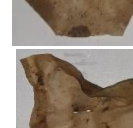


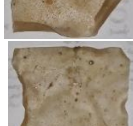


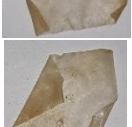
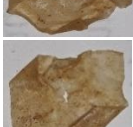

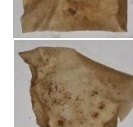

Tabel 7. Hasil persentase kehilangan massa plastik *biodegradable* pada uji biodegradasi selama 8 minggu

| Minggu ke- | Hasil persentase massa plastik <i>biodegradable</i> pada variasi |                   |                   |                   |                   |
|------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|            | PVA  | PVA-pati 0,5 g    | PVA-pati 1,5 g    | PVA-pati 2,5 g    | PVA-pati 3,5 g    |
| 1          | 37,78% $\pm$ 6,31  | 48,67% $\pm$ 1,15 | 54,88% $\pm$ 6,55 | 46,96% $\pm$ 1,63 | 46,48% $\pm$ 5,30 |
| 2          | 49,62% $\pm$ 6,58  | 51,83% $\pm$ 5,09 | 54,88% $\pm$ 4,23 | 51,34% $\pm$ 1,17 | 49,53% $\pm$ 1,52 |
| 3          | 52,67% $\pm$ 1,30  | 54,06% $\pm$ 0,19 | 58,54% $\pm$ 2,13 | 56,48% $\pm$ 3,36 | 61,47% $\pm$ 9,67 |
| 4          | 49,62% $\pm$ 7,25  | 57,39% $\pm$ 3,18 | 60,13% $\pm$ 3,71 | 57,52% $\pm$ 1,60 | 63,92% $\pm$ 3,58 |
| 5          | 54,97% $\pm$ 7,14  | 57,11% $\pm$ 6,84 | 64,63% $\pm$ 2,25 | 67,03% $\pm$ 0,62 | 67,45% $\pm$ 1,71 |
| 6          | 56,44% $\pm$ 6,68  | 55,46% $\pm$ 2,91 | 66,80% $\pm$ 5,31 | 70,75% $\pm$ 0,85 | 74,29% $\pm$ 2,23 |
| 7          | 55,74% $\pm$ 2,80  | 62,05% $\pm$ 1,86 | 67,58% $\pm$ 2,37 | 70,56% $\pm$ 2,75 | 74,80% $\pm$ 6,37 |
| 8          | 55,46% $\pm$ 7,49  | 60,50% $\pm$ 1,94 | 67,49% $\pm$ 2,86 | 70,73% $\pm$ 2,85 | 80,33% $\pm$ 6,00 |

#### Uji Biodegradasi Plastik dalam Air Sungai

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat plastik *biodegradable* dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Hasil uji biodegradasi plastik *biodegradable* selama 8 minggu terdapat pada Tabel 7. dan Tabel 8. Plastik *biodegradable* sangat mudah menyerap air, terlihat dari hasil uji biodegradasi plastik yang mengalami pengurangan berat dan perubahan fisik bioplastik. Kehilangan massa plastik paling besar terdapat pada variasi PVA-pati 3,5 g sebanyak 80,85%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan pati pada plastik membuat plastik mudah terdegradasi, proses degradasi plastik dibantu oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam air sungai dengan pH 6 dan suhu air 30°C, salah satu mikroorganisme yang berada di dalam air yang dapat membantu proses degradasi yaitu *Salmonella* dan *Escherichia coli*. Keberadaan mikroorganisme di dalam media air sungai dilihat melalui data ALT akhir ( $8,0 \times 10^3$ ) dan BOD akhir (1,64 mg/L). Widyaningsih *et al.* (2012) melaporkan bahwa uji biodegradasi *film* plastik *biodegradable* berbahan dasar pati kulit pisang yang dilakukan dengan cara penguburan dalam tanah selama 30 hari menunjukkan penurunan berat yang sangat signifikan pada hari ke-30. Uji biodegradasi plastik kulit singkong dilakukan dengan cara perendaman dalam air sungai selama 28 hari, menunjukkan penurunan persentase kehilangan massa yaitu 26,08% (Wibowo, A.T. & Andaka, 2019).

Tabel 8. Hasil plastik *biodegradable* sebelum dan sesudah uji biodegradasi selama 8 minggu

| Minggu / variasi | PVA   | PVA-pati 0,5 g  | PVA-pati 1,5 g  | PVA-pati 2,5 g   | PVA-pati 3,5 g  |
|------------------|---|---|---|--|---|
| Sebelum uji      |    |    |    |    |    |
| 1                |    |    |    |    |    |
| 2                |    |    |    |    |    |
| 3                |    |    |    |    |    |
| 4                |   |   |   |   |   |
| 5                |  |  |  |  |  |
| 6                |  |  |  |  |  |
| 7                |  |  |  |  |  |
| 8                |  |  |  |  |  |

**KESIMPULAN**

Peningkatan komposisi pati menurunkan nilai *water uptake* dan *moisture absorption*. Sedangkan, Uji biodegradabilitas menunjukkan semakin banyak pati yang ditambahkan pada plastik akan membuat plastik *biodegradable* semakin mudah untuk terdegradasi. Variasi plastik *biodegradable* terbaik yang diperoleh adalah nilai *water uptake* 30,37%, *moisture absorption* 21,69%, dan biodegradabilitas 80,33%

terdapat pada variasi PVA-pati 3,5 g.

**DAFTAR PUSTAKA**

Budiman J, Nopianti R & Lestari SD. 2018. Karakteristik Bioplastik dari Pati Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Jurnal Fishtech*. 7(1): 49-59.  
 Coniwanti P, Laila L & Alfira MR. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik*

- Kimia*. **20**(4): 22-30.
- Erni N, Kadirman K & Fadilah R. 2018. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Sifat Kimia Danorganoleptik Tepung Umbi Talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. **1**(1): 95.
- Gürler N, Paşa S, Erdoğan Ö & Cevik O. 2021. Physicochemical Properties for Food Packaging and Toxicity Behaviors Against Healthy Cells of Environmentally Friendly Biocompatible Starch/Citric Acid/Polyvinyl Alcohol Biocomposite Films. *Starch/Staerke*, (September).
- Hasanah YR & Haryanto. 2017. The effect of addition calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) and clay on mechanical and biodegradable plastic properties of tapioca waste. *Techno*. **18**(2): 96-107.
- Jambeck J, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A & Law KL. 2015. The Ocean: the Ocean: Marine Pollution, **347**(6223): 768-. Retrieved from <https://science.sciencemag.org/CONTENT/347/6223/768.abstract>.
- Kawijia, Windi A & Sri L. 2017. Studi Karakteristik Pati Singkong Utuh Berbasis Edible Film Dengan Modifikasi Cross-Linking Asam Sitrat. *Jurnal Teknologi Pertanian*. **18**(2): 143-152.
- Kirk Othmer, O. (2021). Encyclopedia of chemical technology. WATCHER.
- Marfu'ah Z. 2015. Pengaruh Variasi Komposisi *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan Pati Bonggol Pisang untuk Pembuatan Plastik Biodegradable, [Thesis] Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 1-91.
- MB S & Illing I. 2017. Uji FTIR Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin. *Jurnal Dinamika*. **08**(2): 1-13.
- Muchtadi D & Sugiyono TR. 1992. Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Jakarta: PAU Institut Pertanian Bogor dan Depdiknas.
- Munthoub DI & Rahman WAWA. 2011. Tensile and Water Absorption Properties Of Biodegradable Composites Derived From Cassava Skin/Poly Vinyl Alcohol With Glycerol as Plasticizer. *Sains Malaysiana*. **40**(7): 713-718.
- Nofiandi D, Ningsih W & Putri ASL. 2016. Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Polivinil Alkohol dengan Propilenglikol sebagai Plasticizer. *Jurnal Katalisator*. **1**(2): 1-12.
- Nugroho FG, Nizardo NM & Saepudin E. 2020. Synthesis of Citric Acid Crosslinked PVA/tapioca Starch Bioplastic Reinforced With Grafted Cellulose. *AIP Conference Proceedings*, **2242**(June).
- Nuriyah L, Saroja G & Rohmad J. 2019. The Effect of Calcium Carbonate Addition to Mechanical Properties of Bioplastic Made from Cassava Starch with Glycerol as Plasticizer. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. **546**(4): 6-11.
- Pamela VY, Syarief R, Iriani ES & Suyatma NE. 2016. Stearat Untuk Kemasan Multilayer. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. **13**(2): 63-73.
- Purwaningrum P. 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*. **8**(2): 141.
- Putra HP & Yuriandala Y. 2010. Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. **2**(1): 21-31.
- Sumarni W & Susatyo B. 2013. Sintesis dan Karakterisasi Edible Film Kitosan Termodifikasi PVA dan Sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. **2**(1): 1-6.
- Udjiana SS, Hadianoro S, Syarwani M & Suharti PH. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Umbi Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Filler Kitosan dan Kalsium Silikat. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*. **3**(1): 10.
- Wahidah N. 2017. Kinetika Kimia Glukosa dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) menggunakan Katalisator Enzim  $\alpha$ -amilase dan Glukoamilase. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. 1-94.
- Wibowo AT & Andaka G. 2019. Pengaruh Penambahan Gliserin Dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Kuat Tarik, Kemuluran, Biodegradasi Pada Proses Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Inovasi Proses*. **4**(1): 8-13.
- Widyaningsih S, Kartika D & Nurhayati YT. 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*. **7**(1): 69-81.