

## The Effect of The Addition of Chitosan and Calcium Silicate on The Characteristic of Bioplastics from Corn Starch

Pengaruh Penambahan Kitosan dan Kalsium Silikat Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Jagung

Ricky Jhon<sup>1</sup>, Haryanto<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Purwokerto, Indonesia, 53182

\*Corresponding author: [harymsl@gmail.com](mailto:harymsl@gmail.com)

### ABSTRACT

#### Article Info

Submit:  
29 September 2022

Revision:  
29 November 2022

Accepted:  
27 Desember 2022

First Online:  
30 Desember 2022

Plastic waste in Indonesia has an impact that has caused high levels of environmental pollution. The use of plastic in everyday life as a packaging continues to increase, causing plastic waste to increase day by day. Plastic waste derived from petroleum raw materials is difficult to decompose by microbes in the soil. Biodegradable plastics are plastics that can be degraded by microorganisms and are made from renewable materials. Research on the use of biodegradable plastic synthesis has been developed because it is environmentally friendly and renewable. Biodegradable plastic is an alternative material to replace conventional plastic packaging so as not to pollute the environment. Biodegradable plastic is made with natural polymers as the main ingredient so that it is easily digested by microorganisms. Corn starch is a waste from corn processing used by the food industry. The starch content in corn starch can be used to make biodegradable plastic. In this study, biodegradable plastic was synthesized from corn starch with chitosan and calcium silicate as filler and then glycerol as a plasticizer. The purpose of this study was to determine the variation of filler on the results of biodegradable plastics made. The characteristics of biodegradable were marked by the presence of Tensile Strength, Elongation and Biodegradability tests according to SNI Standards. The highest Tensile Strength value was obtained for the Chitosan variation of 2.62 Mpa and for the Calcium Silicate Variation of 2.8 Mpa, then for the Elongation Value for the Chitosan and Calcium Silicate Variations in accordance with SNI standards, which was 10-40% and for the Biodegradability of Chitosan and Calcium Silicate Variations. Calcium Silicate about 35-40 days.

**Keywords:** bioplastic, biodegradable, filler, starch, plasticizer

### ABSTRAK

Sampah plastik di Indonesia berdampak telah menyebabkan tingginya tingkat pencemaran lingkungan. Pemakaian plastik dalam kehidupan sehari-hari sebagai pengemas terus mengalami peningkatan sehingga menyebabkan limbah plastik semakin bertambah dari hari ke hari. Sampah plastik berasal dari bahan baku minyak bumi sulit terurai oleh mikroba di dalam tanah. Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dan terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui. Penelitian pemanfaatan sintesis plastik biodegradable telah dikembangkan karena bersifat ramah lingkungan dan terbarukan. Plastik biodegradable merupakan bahan alternatif untuk menggantikan plastik kemasan konvensional agar tidak mencemari lingkungan. Plastik biodegradable dibuat dengan polimer alam sebagai bahan utama sehingga mudah dicerna oleh mikroorganisme. Pati jagung merupakan limbah dari pengolahan jagung yang digunakan industri makanan. Kandungan pati dalam pati jagung dapat dimanfaatkan untuk dibuat menjadi plastik biodegradable. Dalam penelitian ini, plastik biodegradable disintesis dari pati jagung dengan filler kitosan dan kalsium silikat dengan menggunakan gliserol sebagai plasticizer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi filler terhadap hasil plastik biodegradable yang dibuat. Karakteristik

biodegradable ditandai dengan adanya uji Tensile Strength, Elongation dan Biodegradability sesuai Standar SNI, didapat Nilai Tensile Strength tertinggi pada Variasi Kitosan sebesar 2,62 Mpa dan untuk Variasi Kalsium Silikat Sebesar 2,8 Mpa. Selanjutnya untuk Nilai Elongation pada Variasi Kitosan dan Kalsium Silikat Sesuai dengan standar SNI yaitu sebesar 10-40% dan untuk Biodegradability Variasi Kitosan dan Kalsium Silikat sekitar 35-40 hari

**Kata kunci:** bioplastik, biodegradable, filler, pati, plasticizer.

## 1. PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik di Indonesia sampai saat ini masih menjadi permasalahan yang belum terselesaikan. Dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia maka akan bertambah pula volume timbulan sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Indonesia merupakan Negara penghasil sampah plastik kedua di dunia setelah Cina yang mencapai 187,2 juta ton, hal ini berkaitan dengan data yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik dari 100 toko dalam waktu 1 tahun saja telah mencapai 10,95 juta limbah sampah kantong plastik yang setara dengan luas sebesar 65,7 hektar kantong plastik [1].

Menurut Chia [2] Penggunaan plastik secara global telah meningkat menjadi 359 juta ton pada tahun 2018 dari 245 juta ton pada tahun 2008 dan akan menjadi 3 kali lipat lebih besar pada tahun 2050 mendatang. Meskipun sejak tahun 1950-an telah dilakukan produksi massal plastik, tetapi belum ada strategi yang efektif yang diterapkan untuk mengatasi masalah peningkatan penggunaan plastik yang membuat lingkungan menjadi tercemar.

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), komposisi sampah didominasi oleh sampah organik sebesar 60% dari total sampahnya dan 14% sampah plastik di urutan kedua [3]. Akibat dari tingginya komposisi sampah yang pengolahannya juga kurang baik akan menimbulkan dampak seperti Gas Rumah Kaca (GRK). Word Bank memperkirakan bahwa 1,6 miliar ton emisi GRK berupa CO<sub>2</sub> dihasilkan dari sampah pada tahun 2016. Menurut BPS (2018) emisi yang terkait dengan sampah diperkirakan akan meningkat menjadi 2,6 miliar ton CO<sub>2</sub> pada tahun 2050 mendatang.

Data dari Dinas Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan bahwa setiap individu menghasilkan 0,8 kilogram sampah per harinya yang 15 persennya adalah jenis sampah plastik. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat penggunaan plastik sebagai bahan pengemas atau yang lainnya semakin

meningkat tiap harinya karena plastik memiliki keuntungan seperti ringan, relative murah, tahan terhadap air dan lebih praktis. Tetapi, plastik konvensional yang banyak digunakan oleh masyarakat memiliki kelemahan dan salah satunya adalah tidak dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme yang ada di alam karena bahan penyusunnya terbuat dari hasil minyak bumi (hidrokarbon) [1].

Salah satu sifat dari plastik adalah mudah terbakar, sehingga jika sampah plastik terus menerus menumpuk akan mengakibatkan adanya ancaman terjadinya kebakaran. Pembakaran bahan plastik tersebut akan menghasilkan asap yang sangat berbahaya karena mengandung gas-gas beracun seperti karbon monoksida (CO) dan hydrogen sianida (HCN). Karbon monoksida ini adalah hasil pembakaran yang tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampah plastik sebagai salah satu penyebab terjadinya pencemaran udara dan mengakibatkan efek jangka Panjang berupa pemanasan secara global pada atmosfer bumi [4] [2].

Penelitian tentang pembuatan bioplastik dari pati Jagung telah dilakukan oleh beberapa peneliti, namun untuk penambahan variasi kitosan sendiri masih butuh untuk dilakukan pengujian sehingga dalam penelitian ini dilakukanlah penambahan variasi kitosan dengan kalsium silikat, sehingga yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah terdapat pada perbedaan penambahan ragam variasi antara pati Jagung, kitosan dan kalsium silikat.

Bioplastik ataupun plastic biodegradable adalah plastik yang digunakan layaknya plastik konvensional yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Hampir seluruh komponen penyusun dari bioplastik berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Bioplastik memiliki sifat yang ramah lingkungan [5][3].

Plastik biodegradable dapat diperoleh dengan cara pencampuran antara pati dengan berbagai jenis polimer seperti selulosa, kitosan, gelatin dan lain sebagainya yang dapat memperbaiki kekurangan dari sifat plastik yang berbahan dasar dari pati. Kelebihan dari plastik biodegradable ini adalah tidak mudah untuk ditembus air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas [1][6].

Bioplastik atau biodegradable adalah suatu polimer yang dapat berubah menjadi biomassa, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan CH<sub>4</sub> melalui 2 tahapan yaitu depolimerisasi dan mineralisasi. Depolimerisasi terjadi karena adanya enzim seluler yang bekerja yang terdiri dari endoenzim dan ekso enzim. Endo enzim akan memutus ikatan internal polimer secara acak sedangkan ekso enzim akan memutus unit monomer secara berurutan [1]. Salah satu keunggulan dari bioplastik adalah mampu mengurangi kadar emisi CO<sub>2</sub>, dimana satu metrik ton bioplastik akan menghasilkan antara 0,8 sampai 3,2 metrik ton lebih sedikit karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari satu metrik ton plastik berbasis minyak bumi.

Plastik yang berbahan dasar pati akan mudah untuk didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan. Senyawa-senyawa hasil degradasi tersebut akan menghasilkan karbondioksida dan air serta menghasilkan senyawa organik dan aldehid sehingga plastik ini aman bagi lingkungan. Namun plastik yang berbahan dasar pati memiliki kelemahan, yaitu memiliki sifat mekanik yang rendah dan resistensinya terhadap air rendah akibat sifat hidrofilik dari pati yang berperan untuk memengaruhi stabilitasnya [6] [7]

Maka berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian mengenai bioplastik menggunakan pati Jagung dengan variasi penambahan kitosan dan kalsium silikat untuk memperbaiki sifat karakteristik bioplastik dari pati jagung.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini meliputi pati jagung, gliserol, aquades, Asama asetat, Kalsium silikat, Kitosan dan EM4.

### 2.2 Pelaksanaan Percobaan

Rancangan penelitian ini menggunakan metode one factor at a time. OFAT merupakan rancangan eksperimen yang sangat sederhana dan biasa disebut juga "trial and error" yaitu dengan cara menguji satu faktor tanpa melihat faktor lainnya

(dibiarkan konstan) dan kemudian dilihat hasil pengaruhnya terhadap respon. Faktor pertama yang diuji disini adalah komposisi kitosan disusul kemudian faktor berikutnya yaitu komposisi Kalsium Silikat. Sedangkan respon yang diamati adalah Tensile Strength (kuat Tarik), Elongatin at break dan biodegradability.

### 2.3 Pembuatan Bioplastik dengan Penambahan Larutan Kitosan

Sejumlah kitosan ditimbang sesuai variasi yang telah ditentukan (0,5gr,1gr,1,5gr,2gr) kemudian dilarutkan dalam larutan 100ml larutan asam asetat 2% setelah itu dipanaskan suhu 65°C selama 15 menit hingga homogen.

Pati jagung ditimbang seberat 4 gram, kemudian dilarutkan dengan aquades 40 ml kedalam gelas bekkor. Larutan pati kemudian dipanaskan di hot plate dengan suhu 65°C selama 25 menit. Kemudian pada 15 menit terakhir ditambahkan 2 ml gliserol dan larutan kitosan dengan variasi yang sudah dibuat hingga larutan homogen,Setelah homogen Larutan dituang ke dalam cawan petri lalu di oven suhu 50°C selama 24 jam. Penambahan kalsium silikat dilakukan dengan cara yang sama seperti penambahan kitosan.

### 2.4 Analisis Bioplastik

#### 2.4.1 Uji Kekuatan Mekanik

Uji mekanik yang berupa uji kekuatan tarik dan elongasi merupakan uji yang sangat penting kaitannya dengan kualitas film plastik biodegradable yang dihasilkan. Sampel film plastik yang akan diuji dipotong dengan ukuran (2x10) cm, kemudian dikaitkan secara horisontal pada penjepit/pengait yang ada pada alat Tensio Lab dengan peregang normal. Setelah film plastik terpasang pada masing-masing pengaitnya, pengujian kuat tarik dan elastisitas dapat dilakukan. Perangkat alat ini berupa alat peregang yang didukung oleh data komputer yang dapat diamati langsung pada saat pengujian.

#### 2.4.2 Uji Biodegradabilitas

Uji ini dilakukan dengan Uji ini dilakukan dengan menggunakan EM4 sebanyak 10ml selama 3 hari.Perhitungan menggunakan rumus :

$$\text{Weight Loss (\%)} = [(W_0 - W) / W_0] \times 100$$

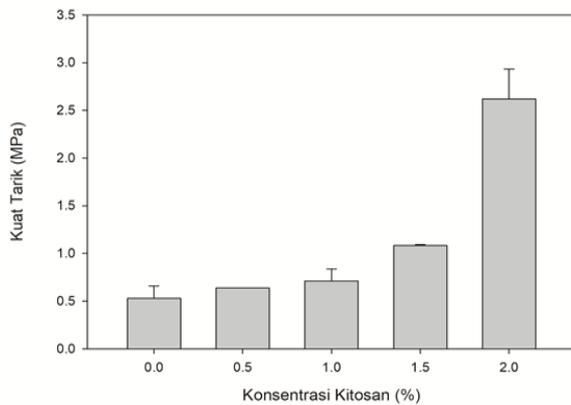
### 2.5 Analisis Data

Analisi data menggunakan metode annova satu arah.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh Kitosan Terhadap Kuat Tarik

Pengaruh penambahan kitosan terhadap kuat Tarik bioplastik dapat dilihat pada gambar 1. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, semakin tinggi nilai kuat Tarik bioplastik.

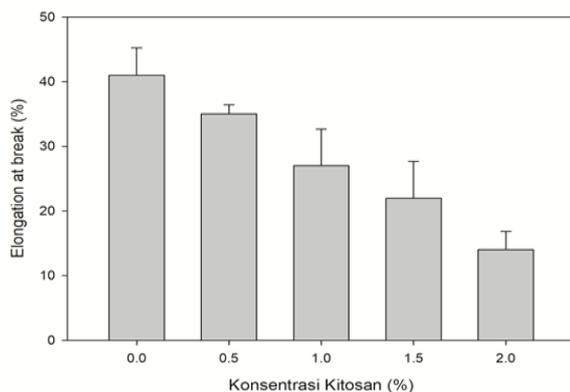


**Gambar 1.** Pengaruh kitosan terhadap kuat Tarik.

Berdasarkan hasil anova one way diperoleh nilai p sebesar 0.001, hal ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan sangat berpengaruh terhadap kenaikan kuat Tarik Bioplastik.

#### 3.2 Pengaruh Kitosan terhadap Elongation.

Penambahan kitosan menyebabkan terjadinya penurunan nilai elongation at break (%). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2. Penurunan elongation ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antar molekulernya.



**Gambar 2.** Pengaruh Kitosan terhadap Elongation at break.

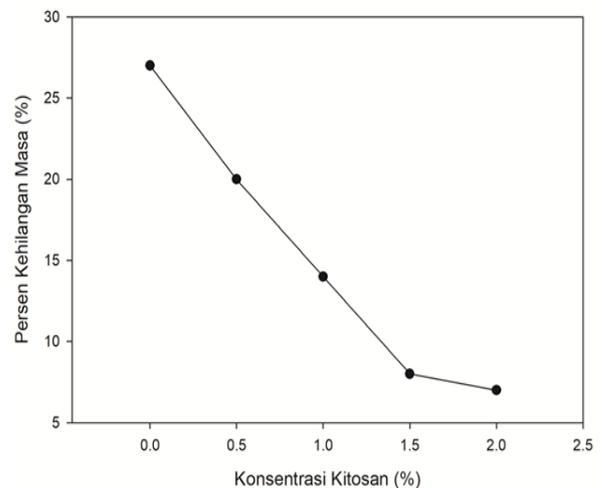
Plastik Biodegradabel dari kitosan diharapkan memenuhi sifat mekanik yang memenuhi golongan Moderate Properties untuk nilai Elongasi yaitu 10-20% [8]. Dalam Penelitian ini

nilai Elongasi dari Plastik Biodegradabel telah memenuhi golongan tersebut.

Berdasarkan evaluasi anova one way, didapat nilai p value sebesar 0.009. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan sangat berpengaruh terhadap penurunan Elongation Bioplastik.

#### 3.3 Pengaruh Kitosan terhadap Tingkat Biodegradasi

Berdasarkan data biodegradasi pada gambar 3, dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi kitosan yang digunakan, makin sedikit persentase kehilangan massa yang terjadi pada plastik. Peningkatan kadar kitosan menyebabkan semakin lambatnya tingkat penyerapan air (EM4), hal ini menyebabkan EM4 susah masuk kedalam plastik sehingga menyebabkan bakteri pada EM4 tidak mendegradasi plastik secara maksimal. Menurut standar ASTM 5336, untuk tingkat degradasi 100% dibutuhkan waktu 30-40 hari untuk plastik degradable golongan polylactic acid (PLA) [9]. Pada penelitian ini, film plastik dapat terdegradasi 20% pada hari ke 7. Hal ini berarti agar terdegradasi 100% dibutuhkan waktu sekitar 35 hari memenuhi Standar ASTM 5336.

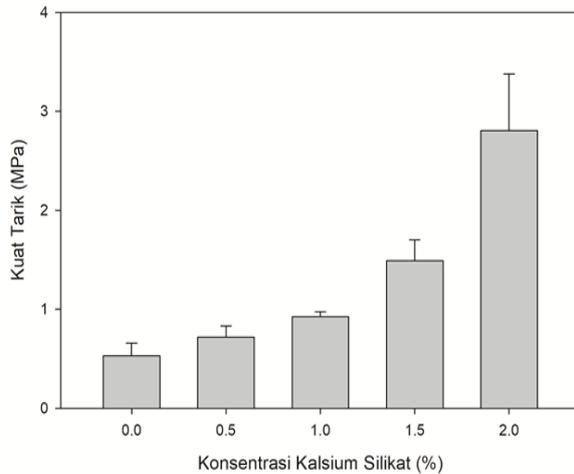


**Gambar 3.** Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Persen Kehilangan Masa

#### 3.4 Pengaruh Kalsium Silikat Terhadap Kuat Tarik

Berdasarkan gambar 4, dapat diketahui bahwa penambahan kalsium silikat menyebabkan terjadinya kenaikan kuat Tarik. Dan kuat tarik tertinggi (2,8 MPa) diperoleh pada penambahan kalsium silikat sebesar 2 gram. Nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan pada penambahan kitosan yaitu senilai 2.62 MPa. Nilai ini sesuai dengan nilai Moderate Properties yaitu sebesar 2-10 Mpa [10]. Apabila kalsium silikat yang digunakan terlalu

banyak, maka akan semakin banyak ikatan hydrogen yang terdapat didalam film plastik sehingga ikatan antara molekul dari plastik akan semakin kuat.

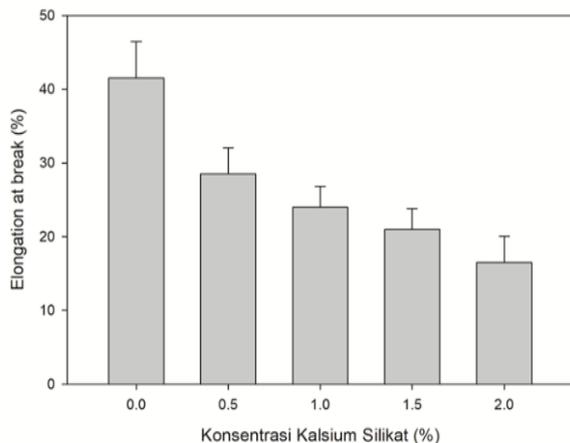


**Gambar 4.** Pengaruh Kalsium silikat terhadap Kuat Tarik ( MPa)

Berdasarkan analisis anova diperoleh nilai p sebesar 0.003. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kalsium silikat mempengaruhi kuat Tarik bioplastik.

### 3.5 Pengaruh Kalsium Silikat Terhadap Elongation at break.

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa dalam penambahan kalsium silikat mengakibatkan terjadinya penurunan nilai Elongation(%). Penurunan elastisitas ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulernya, karena titik jenuh telah terlampaui [6].

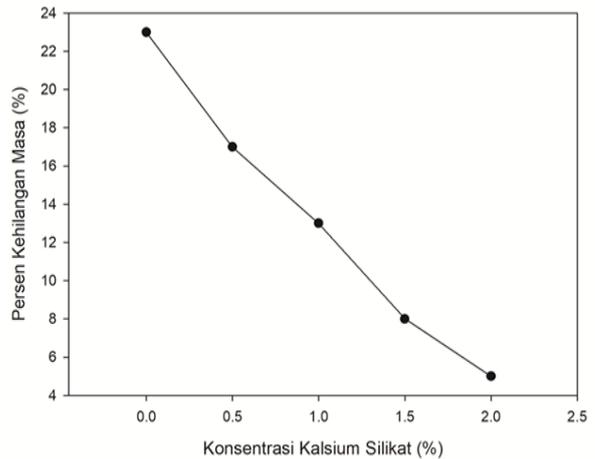


**Gambar 5.** Pengaruh konsentrasi Kalsium Silikat (%) Terhadap Elongation at Break (%).

Plastik Biodegradabel dari kalsium silikat memenuhi standar sifat mekanik yang golongan Moderate Properties untuk nilai Elongasi yaitu 10-30% [8]. Dalam Penelitian ini nilai Elongasi dari Plastik Biodegradabel telah memenuhi golongan tersebut.

Pada Uji Elongation bioplastic variasi kitosan menggunakan analisis anova one way untuk menandakan berpengaruh atau tidak nya penambahan kalsium silikat terhadap penurunan Elongation at break. Berdasarkan perhitungan one way, didapat value nilai p bernilai 0.006 dan R-Sq diatas 90% ini menandakan bahwa penambahan kalsium silikat mempengaruhi penurunan nilai elongation.

### 3.6 Pengaruh konsentrasi kalsium silikat terhadap tingkat Biodegradasi



**Gambar 6.** Pengaruh Konsetrasi Kalsium Silikat Terhadap Persen Kehilangan Masa.

Pada gambar 6 diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi komposisi kalsium silikat semakin sedikit nilai persen kehilangan massa bioplastik.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa Penambahan Kitosan ataupun kalium silikat berpengaruh terhadap sifat fisik bioplastik dan tingkat biodegradability. Penambahan kitosan dapat meningkatkan kuat Tarik bioplastik tetapi menurunkan persen elongation at break. Nilai kuat Tarik dan elongation at break yang diperoleh juga sudah memenuhi standar SNI.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aripin, B. Saing, and E. Kustiyah, "Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 79–84, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1185.
- [2] W. Y. Chia, D. Y. Y. Tang, K. S. Khoo, A. N. K. Lup, and K. W. Chew, "Nature's fight against plastic pollution: Algae for plastic biodegradation and bioplastics production," *Environ. Sci. Technol. Ecotechnology*, vol. 4, p. 100065, 2020, doi: 10.1016/j.es.2020.100065.
- [3] M. O. Ramadhan and J. F. Nugraha, "Potensi Pati Dari Limbah Biji Buah Sebagai Bahan Bioplastik," *Edufortech*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.17509/edufortech.v6i1.33286.
- [4] Hee-Joung An, "Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties," Louisiana State University, 2005.
- [5] M. Afif, N. Wijayati, and S. Mursiti, "Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan dengan Plasticizer Sorbitol," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 103–109, 2018.
- [6] Y. Darni and H. Utam, "Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung.*, vol. Vol. 7, no. No. 4, pp. 190–195, 2010.
- [7] S. Assalam, N. W. Asmoro, A. I. N. Tari, and S. Hartati, "Pengaruh Ketebalan Irisan Chips Singkong Dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisiko Kimia Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour)," *AGRISAINTEFIKA J. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 3, no. 1, p. 31, 2019, doi: 10.32585/ags.v3i1.554.
- [8] D. M. P. Pamilia Coniwanti\* , Dewi Pertiwi, "Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Gliserol Dan Vco (Virgin Coconut Oil) Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Tepung Aren," *Tek. Kim.*, vol. 20, no. 2, pp. 17–24, 2014.
- [9] F. D. Utami and Aminah Asngad, "Bioplastik dari umbi ganyong dan kulit kacang tanah dengan penambahan gliserol," in *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*, pp. 343–346.
- [10] F. Anggarini, Latifah, and S. S. Miswadi, "Biodegradable," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 2, no. 2252, pp. 126–126, 2013, doi: 10.1007/978-3-642-41714-6\_21579.