

## Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan pada Bioplastik dari Pati Jagung terhadap Waktu Biodegradasi

### The Effect of Temperature and Time of Drying from Corn Starch Bioplastic on Biodegradation Time

Mirra Amanda Syamsyiah<sup>a</sup>, Myra Wardati Sari<sup>a\*</sup>, Cengristitama<sup>a</sup>, Lulu Nurdini<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Kimia, Politeknik TEDC Bandung, Jalan Pasantren KM. 2, Cimahi, 40513, Indonesia

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Jenderal Achmad Yani, Jalan Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, 40513, Indonesia

#### Artikel histori :

Diterima 19 Mei 2023  
Diterima dalam revisi 21 Juni 2023  
Diterima 23 Juni 2023  
Online 27 Juni 2023

**ABSTRAK:** Pembuangan limbah plastik ke lingkungan menjadi isu penting karena sifat asal plastik yang sulit terurai secara alami. Oleh karena itu, dilakukan upaya untuk mempercepat waktu degradasi dengan penggunaan polimer alami. Jagung merupakan salah satu sumber pati yang mudah ditemukan. Pati merupakan salah satu polimer alami yang dapat digunakan untuk pembuatan plastik biodegradable (bioplastik) karena sifatnya yang mudah terdegradasi, mudah didapatkan dan terjangkau tetapi memiliki kekurangan pada sifat mekanis dan kemampuan menyerap air. Tujuan dari penelitian ini adalah dilakukan pengamatan terhadap pengaruh variasi suhu 60; 70; 80 dan 90°C dengan waktu pengeringan 1; 2; 3 dan 4 jam terhadap waktu biodegradasi. Metode pembuatan bioplastik yang digunakan adalah melt intercalation. Dari penelitian ini diperoleh hasil terbaik terdapat pada perlakuan suhu 60°C dengan waktu pengeringan 1 jam yang memperoleh waktu degradasi selama 5 hari; ketebalan rata – rata 0,12 mm – 0,30 mm; rata – rata keseluruhan serapan air sebesar 4,04 % dan ketahanan air rata – rata sebesar 95,99 %; kuat tarik 5,69 MPa dan 5,54 Mpa; perpanjangan putus 4 % dan 1,6 %.

**Kata Kunci:** bioplastik; pati jagung; temperatur; waktu degradasi

**ABSTRACT:** The disposal plastic waste into the environment is an important issue due to the nature of the origin of plastics that are difficult to decompose naturally. Therefore, efforts are made to accelerate the degradation time by using natural polymers. Corn is one of the easily found sources of starch. Starch is one of the natural polymers that can be used for the manufacture of biodegradable plastics (bioplastics) because it is easily degradable, readily available and affordable but has shortcomings in mechanical properties and water absorption ability. The purpose of this study was to observe the effect of temperature variations 60; 70; 80 and 90°C with a drying time of 1; 2; 3 and 4 hours of biodegradation time. From this study, the best results were found at a temperature of 60°C with a drying time of 1 hour which obtained a degradation time of 5 days; average thickness 0.12 mm – 0.30 mm; the overall average water absorption is 4.04% and the average water resistance is 95.99%; tensile strength of 5.69 MPa and 5.54 MPa; elongation at break of 4% and 1.6%.

**Keywords:** bioplastic; corn starch; temperature; degradation time

#### 1. Pendahuluan

Plastik merupakan bahan konsumtif yang banyak digunakan oleh masyarakat. Umumnya plastik yang beredar di pasaran adalah berasal dari petrokimia (Zeenat dkk., 2021). Penggunaan plastik yang salah dapat menimbulkan penyakit terhadap kesehatan seperti gangguan kesehatan, karsinogenik dan lainnya (Proshad dkk., 2018). Selain berdampak terhadap kesehatan, penggunaan plastik juga merupakan salah satu limbah pencemar lingkungan karena

sifatnya yang sulit terdegradasi oleh mikroorganisme dan membutuhkan kurang lebih 100 sampai 500 tahun untuk dapat terdekomposisi secara sempurna (Karuniastuti, 2013).

Efek dari sulitnya degradasi menyebabkan mineral organik ataupun anorganik dan kadar O<sub>2</sub> yang terkandung di dalam tanah akan semakin berkurang, dampaknya cacing dan mikroorganisme akan sulit mendapat makanan dan tempat berlindung, sehingga akhirnya akan mati (Purwaningrum, 2016). Apabila sampah plastik dibuang ke

\* Corresponding Author:  
Email: [myrawardatisari@poltektedc.ac.id](mailto:myrawardatisari@poltektedc.ac.id)

lingkungan, maka akan mengakibatkan air tercemar dan membentuk senyawa berbahaya dan dapat mempengaruhi badan air (Marichelvam dkk., 2016). Penggunaan plastik yang berlebihan dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan hidup dan komponen yang ada di dalamnya. Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia menempati peringkat kedua di dunia penyumbang sampah plastik sebesar 64 juta ton/tahun (Priliantini dkk., 2020). Maka dari itu untuk mencegah hal tersebut, penggunaan bioplastik merupakan salah satu solusi yang dilakukan oleh IBAW publication yang menyatakan bahwa bioplastik dapat terurai secara alami dengan adanya bantuan aktivitas mikroorganisme menyebabkan plastik tersebut ramah lingkungan.

Ketersediaan pati yang banyak ditemui di Indonesia menjadikan pati banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioplastik. Pati jagung merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik (Kamsiati dkk., 2017). Penambahan kitosan dapat mengurangi kecepatan penyerapan air, mengurangi kelembaban dan meningkatkan kuat tarik dari bioplastik. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen sebagai interaksi antar ikatan rantai yang dapat meningkatkan viskoelastis rantai polimer dan meningkatkan mobilitas rantai polimer (Pratiwi dkk., 2016). Selain pati, kitosan juga umumnya digunakan dalam pembuatan bioplastik. Umumnya kitosan ditambahkan dalam bioplastik sebagai pengawet (Hartatik dkk., 2014) dan memperbaiki sifat mekanik bioplastik (Hayati dkk., 2020; Yustinah dkk., 2019).

Sumber yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan kitosan adalah kulit udang. Kitosan adalah produk alami yang memiliki nama kimia poli D-glukosamin dan merupakan turunan dari polisakarida kitin (Pratiwi, 2014). Komponen lain yang umum terdapat dalam bioplastik adalah plasticizer. Plasticizer yang banyak digunakan diantaranya adalah gliserol dan sorbitol (Lusiana dkk., 2019). Pemilihan gliserol sebagai plastilizer dipengaruhi oleh kelarutan bioplastik dari pati. Dibandingkan dengan sorbitol, gliserol akan menghasilkan kelarutan bioplastik yang lebih tinggi (Coniwanti dkk., 2014).

Maka dari itu untuk menanggulangi sulitnya degradasi plastik konvensional, penggunaan bioplastik merupakan salah satu solusi yang dilakukan oleh IBAW publication yang menyatakan bahwa bioplastik dapat terurai secara alami dengan adanya bantuan aktivitas mikroorganisme menyebabkan plastik tersebut ramah terhadap lingkungan. Pada penelitian ini membahas mengenai pengaruh suhu dan waktu pengeringan pada kualitas bioplastik yang dihasilkan terhadap waktu biodegradasi dalam tanah.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu : cetakan fixed glass ukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup>, mikroketer sekrup, pot ukuran 20 cm, neraca analitik, hot plate, termometer, oven dan alat-alat gelas. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu : pati jagung, kitosan, akuades, asam asetat glasial p.a., tanah humus dan gliserol 85% p.a.

## 2.2. Prosedur Percobaan

Penelitian ini menggunakan bahan dasar pati jagung, kitosan dari kulit udang dan gliserol, dengan metode melt intercalation, yaitu teknik inversi fasa dengan bantuan penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat kaca.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

No	t (jam)	T (°C)	Variasi	Variasi konsentrasi		
				Pati Jagung (gram)	Gliserol (mL)	Kitosan (gram)
1	1	60	A <sub>1</sub>	10	0	0
2			X <sub>1</sub>	10	0,5	0
3			Y <sub>1</sub>	10	1	0
4			Z <sub>1</sub>	10	1,5	0
5	2	70	A <sub>2</sub>	10	0	4
6			X <sub>2</sub>	10	0,5	4
7			Y <sub>2</sub>	10	1	4
8			Z <sub>2</sub>	10	1,5	4
9	3	80	A <sub>3</sub>	10	0	8
10			X <sub>3</sub>	10	0,5	8
11			Y <sub>3</sub>	10	1	8
12			Z <sub>3</sub>	10	1,5	8
13	4	90	A <sub>4</sub>	10	0	12
14			X <sub>4</sub>	10	0,5	12
15			Y <sub>4</sub>	10	1	12
16			Z <sub>4</sub>	10	1,5	12

Tahapan penelitian dilakukan dengan melarutkan pati menggunakan akuades, kemudian pada wadah terpisah, masing – masing kitosan dengan variasi 0 gram; 4 gram; 6 gram dan 12 gram dilarutkan menggunakan asam asetat 2%. Kedua larutan dihomogenkan sambil diaduk di atas hot plate. Setelah kedua larutan homogen, ditambahkan gliserol dengan variasi 0 mL; 0,5 mL; 1 mL dan 1,5 mL dilakukan pemanasan kembali sambil diaduk hingga homogen. Larutan bioplastik dilakukan penyetakan di atas akrilik ukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup>. Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan menggunakan variasi suhu 60 °C; 70 °C; 80 °C dan 90 °C serta variasi waktu yaitu 1 jam; 2 jam; 3 jam dan 4 jam. Rancangan variasi yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

## 2.1. Analisis Data

### 2.1.1. Ketebalan Bioplastik

Analisa ketebalan dilakukan dengan mengukur empat sisi berbeda dari sampel dan didapat hasil berupa rata – rata keempat pengukuran tersebut dan diukur menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm.

$$\text{ketebalan rata – rata} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (1)$$

Keterangan :

- t<sub>1</sub> = Titik pengukuran 1
- t<sub>2</sub> = Titik pengukuran 2
- t<sub>3</sub> = Titik pengukuran 3
- t<sub>4</sub> = Titik pengukuran 4

### 2.1.2. Daya Serap Air

Analisa daya serap air dilakukan dengan cara memotong sampel ukuran 5 cm x 2 cm, sampel kering akan ditimbang sebagai bobot awal dan setelah dimasukkan ke dalam akuades selama 1 menit hingga didapatkan bobot konstan.

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

$$\text{Ketahanan Air (\%)} = 100 - \% \text{ Serapan Air} \quad (3)$$

Keterangan :

W = Berat kesetimbangan

W<sub>0</sub> = Berat awal

### 2.1.3. Biodegradasi

Analisa biodegradasi menggunakan metode penguburan dalam tanah (*soil burial test*) menggunakan tanah humus. Dilakukan selama 30 hari dengan melihat pengurangan massa sampel setiap lima hari sekali untuk mengetahui pengurangan massa pada masing – masing sampel uji dengan ukuran seragam 5 cm x 5 cm. Sampel dihitung berat bersihnya sebelum dikubur dalam tanah humus kemudian setiap lima hari sekali sampel akan dikeluarkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 90°C selama 4 jam, untuk kemudian ditimbang beratnya.

$$\text{Berat residu (\%)} = 100\% - \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana :

W<sub>1</sub> = Bobot sampel sebelum penguburan

W<sub>2</sub> = Bobot sampel setelah penguburan

### 2.1.4. Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

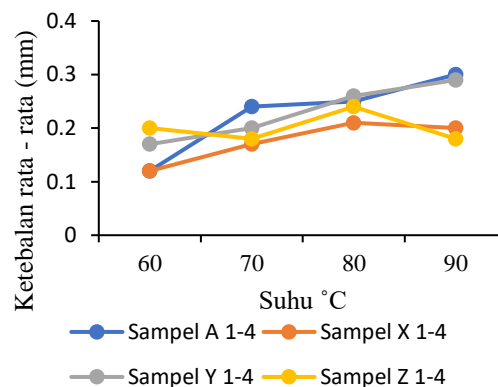
Analisa kuat tarik yang dilakukan mengacu pada ASTM D638-02a dengan menggunakan sampel dua terbaik dari analisa biodegradasi dengan waktu degradasi tercepat. Sampel yang digunakan berukuran 7 cm x 3 cm dengan menggunakan mesin uji Universal Testing Machine HUNGTA, HT-8503. Sebelum dilakukan pengujian, sampel dilakukan persiapan dengan disimpan di dalam suhu ruang 29 °C dengan kelembaban 50%. Analisa perpanjangan putus (*Elongation at Break*) didapat dengan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Ketebalan Bioplastik

Hasil analisa ketebalan bioplastik disajikan pada Gambar 1, dapat diketahui jika rentang ketebalan yang diperoleh pada penelitian sebesar 0,12 mm – 0,30 mm. Ketebalan bioplastik dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan, waktu pengeringan, ukuran cetakan dan sifat bahan yang

digunakan. Pati yang ditambahkan dalam bioplastik juga berfungsi sebagai *gelling agent*, yang mengakibatkan rapatnya struktur molekul bioplastik, sehingga molekul air yang terperap susah keluar dan dapat mempengaruhi ketebalan bioplastik (Sari dkk., 2021). *Japanese Industrial Standard (JIS) 2-1707* dalam Syura (2020) menyatakan jika nilai ketebalan maksimum bioplastik berdasarkan standar industri pengemas makanan sebesar ≤ 0,25 mm.



Gambar 1. Ketebalan bioplastik

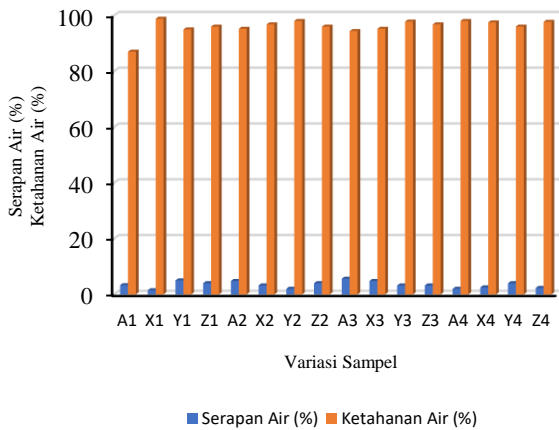
Nilai ketebalan bioplastik pada variasi tanpa kitosan (0 gram) masuk dalam standar maksimal JIS 2-1707, sedangkan pada variasi dengan bobot kitosan 4, 8 dan 12 gram memperoleh nilai ketebalan yang semakin meningkat disebabkan oleh bertambahnya konsentrasi kitosan yang digunakan sehingga nilai ketebalan bioplastik yang dihasilkan semakin meningkat. Sehingga variasi suhu dan waktu pengeringan tidak berpengaruh besar dalam ketebalan rata – rata bioplastik yang dihasilkan melainkan dipengaruhi oleh banyaknya total padatan yang terkandung dalam larutan bioplastik.

### 3.2. Daya Serap Air

Hasil dari penelitian yang dilakukan disajikan pada Gambar 2 diperoleh nilai rata – rata keseluruhan serapan air sebesar 4,04 % dan ketahanan air rata – rata sebesar 95,99 %.

Proses pengeringan yang dilakukan berpengaruh pada kandungan air pada plastik yang akan menguap sehingga menyebabkan bioplastik akan bersifat hidrofilik ketika bertemu dengan air menyebabkan bioplastik akan banyak menyerap air. Gliserol berperan sebagai pemlastis agar dapat menambah kelenturan plastik tetapi akan mengakibatkan bertambahnya ruang kosong yang akan mengakibatkan meningkatnya kandungan air yang dapat terikat. Adanya penambahan kitosan dalam bioplastik akan mengakibatkan meningkatnya nilai ketahanan air terhadap plastik karena memiliki sifat hidrofobik, yang akan menurunkan

kelembaban plastik karena mampu menutupi permukaan bioplastik menjadi berpori – pori yang rapat atau kecil. Tingginya suhu pengeringan akan berpengaruh terhadap penguapan kitosan sehingga menghasilkan bioplastik yang bersifat hidrofilik. Maka semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan akan berpengaruh pada serapan airnya yang semakin kecil.



Gambar 2. Uji Serapan dan ketahanan air

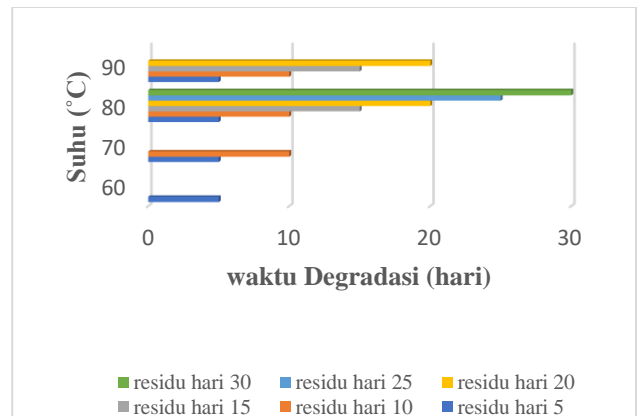
### 3.3. Biodegradasi

Berdasarkan Gambar 2, diperoleh hasil biodegradasi bioplastik mulai dari awal pengamatan hingga terurai sempurna dalam kurun waktu 5 sampai 30 hari. Pengaruh suhu dan waktu pengeringan ini sangat berpengaruh pada degradasi bioplastik, karena semakin tinggi suhu yang digunakan maka struktur dari bioplastik yg dihasilkan juga akan semakin rapat dan menyebabkan sulitnya *biodegradable* terurai oleh mikroorganisme yang ada di dalam tanah (Utomo dkk., 2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodegradasi tercepat pada variasi suhu 60 °C dengan waktu pengeringan 1 jam selama 5 hari, sedangkan waktu biodegradasi terlama pada suhu 80 °C dengan waktu pengeringan 3 jam hingga mencapai hari ke 30. Standar ASTM D-6002 (2014) menyatakan jika biodegradasi bioplastik membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai sempurna, sehingga kemampuan degradasi pada penelitian ini sesuai dengan standar ASTM.

Kemampuan degradasi suatu bioplastik, dipengaruhi oleh kemampuan bioplastik dalam menyerap air dari sekitar (Pujawati dkk., 2021). Ditambah lagi, air merupakan suatu media yang disukai oleh mikroorganisme. Maka semakin banyak kandungan air, akan meningkatkan kemampuan degradasi bioplastik di dalam tanah. Hasil terbaik dari penelitian ini tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan Harsujuwono dkk., 2017 yang menggunakan pati singkong dalam pembuatan bioplastik dan menghasilkan

lama degradasi 6,33 – 7,33 hari. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Pujawati dkk. (2021) yang menggunakan komposit pati ubi talas karagenan yang mendapatkan hasil berupa lama degradasi 6-7 hari. Demikian juga peneltian yang dilakukan oleh Cengristitama dkk., 2023 menggunakan pati kulit pisang tanduk sebagai bahan baku pembuatan bioplastik, memiliki hasil terbaik waktu degradasi selama 7 hari.



Gambar 3. Pengaruh suhu terhadap waktu degradasi.

### 3.4. Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

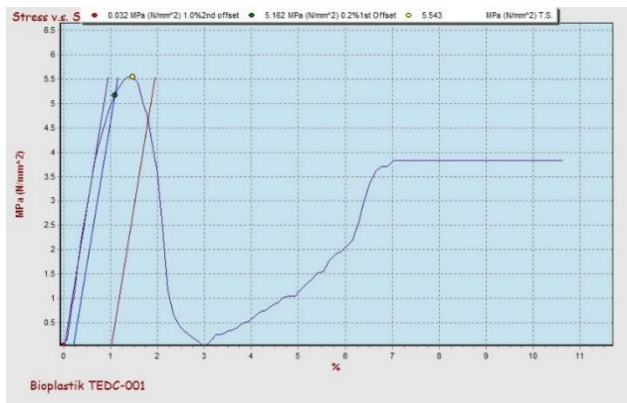
Semakin tinggi suhu dan waktu pengeringan yang dilakukan pada sampel akan mempengaruhi penguapan pmlastis pada larutan, semakin besar konsentrasi pmlastis maka tingkat elastisitas akan semakin menurun karena sifat fisik bioplastik yang dihasilkan akan semakin kering sehingga menghasilkan bioplastik yang mudah sobek karena elastisitasnya yang menurun (Utomo dkk., 2013).



Gambar 4. Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus Sampel X1

Dilakukan analisa kuat tarik dan perpanjangan putus hanya terhadap dua sampel terbaik dari analisa biodegradasi (Gambar 4 dan 5) dengan perlakuan suhu 60°C dengan waktu pengeringan 1 jam pada sampel X<sub>1</sub> dan Z<sub>1</sub>. Seperti yang disajikan pada Tabel 2, didapatkan hasil analisa kuat

tarik pada sampel X<sub>1</sub> yaitu sebesar 5,69 MPa dan sampel Z<sub>1</sub> yaitu sebesar 5,54 MPa. Hasil nilai kuat tarik yang dihasilkan masih belum memenuhi Standar Nasional Indonesia 7188.7:2016 (Rahmadani, 2019) karena tidak termasuk dalam rentang yang ditetapkan yaitu sebesar 24,7 – 302 MPa sedangkan pada penelitian ini dihasilkan nilai sebesar 5,69 MPa dan 5,54 Mpa.



Gambar 5. Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus Sampel Z<sub>1</sub>

Sedangkan pada analisa perpanjangan putus (elongasi) didapat hasil maksimum perpanjangan putus pada sampel X<sub>1</sub> sebesar 4% dan hasil minimum pada sampel Z<sub>1</sub> sebesar 1,6%. perpanjangan putus bioplastik dalam penelitian ini juga masih belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia 7188.7:2016 pada rentang 21% - 22,3% (Rahmadani, 2019).

Tabel 1. Analisa Kuat Tarik dan Elongasi Sampel X<sub>1</sub> dan Z<sub>1</sub>

Sampel	Kuat Tarik (Mpa)		Elongasi	
	Hasil	Standar	Hasil	Standar
X <sub>1</sub>	5,69	24,7 - 302	4,00%	21 – 22,3%
Z <sub>1</sub>	5,54		1,60%	

Nilai perpanjangan putus (elongasi) dan kuat Tarik dalam suatu bioplastik dipengaruhi oleh komposisi yang dimiliki, diantaranya gliserol dan pati. Gugus OH dalam gliserol berinteraksi dengan molekul pati sehingga terbentuk ikatan hidrogen. Semakin banyak ikatan hidrogen terbentuk, maka akan meningkatkan kekuatan tarik suatu bioplastik (Istiani dkk., 2022 ; Utami dkk., 2019).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan jika hasil analisa menunjukkan bahwa hasil terbaik terdapat pada perlakuan suhu 60°C dengan waktu pengeringan 1 jam

yang memperoleh waktu degradasi selama 5 hari; ketebalan rata – rata 0,12 mm – 0,30 mm; rata – rata keseluruhan serapan air sebesar 4,04 % dan ketahanan air rata – rata sebesar 95,99 %; kuat tarik 5,69 MPa dan 5,54 Mpa; perpanjangan putus 4 % dan 1,6 %.

#### Daftar Pustaka

ASTM. (2014). Standard Guide for Assessing the Compostability of Environmentally. *Astm D6002 - 96, 96*(Reapproved 2002), 1–7.

Cengristitama, C., Herdiansyah, H., & Sari, M. W. (2023). Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Sorbitol Pada Proses Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Tanduk. *Jurnal TEDC, 17*(2), 134-140.

Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia, 20*(4), 22–30.

Harsujuwono, B.A., I.W. Arnata, S. Mulyani. (2017). Biodegradable Plastic Characteristics of Cassava Starch Modified in Variations Temperature and Drying Time. *Chemical and Process engineering Research, 49*(1), 1-5.

Hartatik, Y.D., L. Nuriyah, Iswarin. (2014). Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik. *Brawijaya Physics Student Journal, 2*(1), 1-4.  
<https://www.neliti.com/id/publications/159022/pengaruh-komposisi-kitosan-terhadap-sifat-mekanik-dan-biodegradable-bioplastik>

Hayati, K., C.C. Setyaningrum, S. Fatimah. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap karakteristik Plastik Biodegradable dari Limbah Nata de Coco dengan Metode Inversi Fasa. *Jurnal Rekayasa Bahan alam dan Energi Berkelanjutan, 4*(1), 9-14.

Istiani, A., Y. Yusuf, F. Irfandy, M. Puspitasari. (2022). Karakterisasi Sifat Fisik *Biodegradable Film* dari Pati Garut, Gliserol dan Asam Sitrat. *Eksergi, 19*(3), 148-152.

Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sago dan ubikayu di Indonesia / the development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, 36*(2), 67.  
<https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>.

Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas, 3*(1), 6–14.

Lusiana, S.W., dkk. (2019). Bioplastik Properties of Sago-PVA Starch with Glycerol and Sorbitol Plasticizers. *Journal of Physics : conference Series, 1351*. 1-8  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012102>

Marichelvam, M.K., M. Jawaid, M. Asim. (2016). Corn and Rice Starch-Based Bioplastics as Alternatives

- Packaging Materials. *Fibers*, 7(32), 1-14. <https://doi.org/10.3390/fib7040032>
- Pratiwi, Rianta. (2014). Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia. *Oseana*. 39(1), 35-43
- Pratiwi, R., D. Rahayu, M.I. Barliana. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *IJPST*, 3(3), 83-91
- Priliantini, A., Krisyanti, K., & Situmeang, I. V. (2020). Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID)<br>DOI: 10.31504/komunika.v9i1.2387. *Jurnal Komunika : Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.31504/komunika.v9i1.2387>
- Proshad, R., T., Kormoker, dkk. (2018). Toxic effects of plastic on human health and environment: A consequences of health risk assessment in Bangladesh. *International Journal of Health*, 6(1), 1-5. doi: 10.14419/ijh.v6i1.8655.
- Pujawati, D., A. Hartiati, N.P. Suwariani. (2021). Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Ubi Talas-Karagenan Pada Variasi Suhu dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Teknologi*, 9(3), 277-287.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Rahmadani, S. (2019). Pemanfaatan Pati Batang Ubi Kayu dan Pati Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.1913>
- Sari, M. W., & Nissa, B. K. (2021). Karakteristik Edible Film dengan Variasi Pektin Kulit Pisang Tanduk dan Minyak Atsiri Cengkih. *Chempublish Journal*, 6(2), 118-131
- Syura, I. (2020). Pembuatan dan Karakterisasi Film Bioplastik Pati Porang dan Kitosan dengan Plasticizer Sorbitol. Skripsi Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam : Universitas Sumatera Utara
- Utami, S. R. 2019. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dan Waktu Pengadukan Terhadap Karakteristik Bioplastik Pati Onggok Aren (*Arenga pinnata*) Dengan Plasticizer Gliserol dan Sorbitol. Skripsi tesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Utomo, A. W., Argo, B. D., & Hermanto, M. B. (2013). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe vera*)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 73-79.
- Yustinah, dkk. (2019). Pengaruh Penambahan Kitosan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Rumput Laut *Glacilaria sp* dengan Pemplastis Sorbitol. *Prosiding dari Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*. TK-104. 1-14.
- Zeenat, A. Elahi, D.A. Bukhari, S. Shamim, A. Rehman. (2021). Plastic Degradation by Microbes : A Sustainable Approach. *Journal of King Saud University – Science*, 33, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101538>