

Pembuatan Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Pati Bonggol Pisang dengan Selulosa Jerami Padi

Making of biodegradable plastics based on banana weevil strach with cellulose of rice straw

Robinson Tua B Simarmata¹, Vonny Setiaries Johan¹, Yossie Kharisma Dewi¹, Imelda Yunita^{1a}, Mhd. Andry Kurniawan¹

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km. 12,5, Simpang Baru, Kota Pekanbaru, Riau.

^aKorespondensi : Imelda Yunita, E-mail: imeldayunita@lecturer.unri.ac.id

Diterima: 29 - 03 - 2023, Disetujui: 30 - 04 - 2024

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the optimum properties of biodegradable plastic made from banana weevil starch with the addition of straw cellulose as reinforcement. This research was conducted using Completely Randomized Method (CRD) with four treatments and four replications. In this study were the addition of straw cellulose with a ratio of starch and cellulose 1:0; 1:0,5 ; 1:1 and 1:1,5. Tests were carried out on strong tensile strength, elongation at break, biodegradation, swelling and water vapor transmission rate. The data obtained were analyzed statistically using analysis of variance (ANOVA). The addition of straw cellulose had a significant effect on the manufacture of *biodegradable* plastics. The result were biodegradable plastic increase tensile strength, decreases elongation at break, increase biodegradation and air resistance, reduces the rate of water vapor transmission. Biodegradable plastic with the best treatment is the ratio of starch starch ratio of 1 : 1.5 cellulose. The best result biodegradable plastic has for tensile strength value of 9.56 MPa, elongation 6.8%, complete biodegradation on day 6, swelling 41.51% and WVTR 0.0156%.

Keywords: banana weevil, biodegradable plastic, rice straw cellulose

ABSTRAK

Penelitian dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bonggol pisang dengan selulosa jerami. Penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Pada penelitian ini melakukan penambahan selulosa jerami dengan perbandingan pati dan selulosa 1:0; 1:0,5 ; 1:1 dan 1:1,5. Pengujian dilakukan terhadap kuat tarik, perpanjangan putus, biodegradasi, pengembangan dan laju transmisi uap air. Data dianalisis secara statistik dengan menggunakan analysis of variance (ANOVA). Penambahan selulosa jerami berpengaruh terhadap pembuatan plastik biodegradable. Hasilnya adalah plastik biodegradable meningkatkan kekuatan tarik, mengurangi perpanjangan putus, meningkatkan biodegradasi dan hambatan udara, mengurangi laju transmisi uap air. Plastik *biodegradable* dengan perlakuan terbaik adalah rasio perbandingan pati pati 1 : 1,5 selulosa. Plastik *biodegradable* hasil terbaik memiliki nilai kekuatan tarik 9,56 MPa, perpanjangan 6,8%, biodegradasi lengkap pada hari ke 6, pembengkakan 41,51% dan WVTR 0,0156%.

Kata kunci: bonggol pisang, plastik *biodegradable*, selulosa jerami padi

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi dan industri serta konsumsi masyarakat yang meningkat pada penggunaan bahan-bahan plastik sehingga menyebabkan penumpukan sampah plastik yang dapat berdampak bagi lingkungan (Nafianto, 2019). Penggunaan kemasan berbahan dasar plastik meningkat karena kelebihan yang dimiliki oleh plastik, seperti terdiri dari berbagai ukuran, memiliki kekuatan dan ketahanan kimia yang tinggi, elastis serta mudah disimpan (Aryani, 2014).

Plastik dapat bermanfaat untuk berbagai keperluan seperti digunakan untuk keperluan rumah tangga hingga keperluan industri. Pemanfaatan plastik untuk berbagai keperluan ini menyebabkan adanya limbah plastik. Limbah plastik ini sangat sulit terurai oleh mikroba. Sehingga limbah plastik semakin lama akan semakin menumpuk (Purnavita & Utami, 2018). Plastik terdiri dari bahan yang relatif nondegradable sehingga pemanfaatannya harus diperhatikan karena dapat menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Plastik saat ini terbuat dari bahan polimer sintetis yang berasal dari bahan baku minyak bumi diketahui jumlahnya terbatas serta tidak dapat diperbarui. Sehingga diperlukan alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang tersedia di alam (Aripin *et al.*, 2017). Salah satu alternatif yang dapat menggantikan plastik sebagai pengemas yang ramah lingkungan (*biodegradable*) yaitu plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dihasilkan dari bahan yang memiliki kandungan pati dan selulosa (Aripin *et al.*, 2017).

Pati memiliki sifat mudah terdegradasi dalam tanah, murah, dan ketersediaannya berlimpah di alam. Jenis pati yang memiliki potensi dalam pembuatan plastik *biodegradable* yaitu pati bonggol pisang. Bonggol pisang memiliki 48,26% pati untuk pembuatan plastik *biodegradable* (Warsa *et al.*, 2013). Plastik *biodegradable* dari pati tidak memiliki ketahanan fisik dan ketahanan mekanik yang baik. Oleh karena itu untuk memaksimalkan pembuatan plastik *biodegradable* dan memperbaiki ketahanan fisik dan mekaniknya perlu ditambahkan bahan yang dapat memperbaikinya.

Peningkatan kualitas dari plastik *biodegradable* dapat dilakukan dengan cara memperbaiki ketahanan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati seperti penambahan selulosa. Salah satu tumbuhan yang mengandung selulosa ialah jerami padi. Jerami padi memiliki 37,71% selulosa yang dapat ditambahkan pada pembuatan plastik *biodegradable* (Pratiwi *et al.*, 2016). Selulosa yang ditambahkan dalam pembuatan plastik *biodegradable* meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari plastik *biodegradable*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Asngad & Amella (2018) diketahui nilai ketahanan tarik paling kuat yaitu 1.38 N/mm² pada pemanfaatan kombinasi kulit kacang dengan bonggol pisang dan biji nangka untuk pembuatan plastik *biodegradable* dengan penambahan gliserol. Kemudian nilai perpanjangan putus paling tinggi yaitu 21.05 N/mm². Selanjutnya pada penelitian Redjeki *et al.* (2013) mengenai pembuatan kemasan pangan *biodegradable* diketahui sifat mekanik lapisan film dari nanokomposit kitosan-selulosa asetat-PVA menghasilkan nilai kuat tarik yaitu 525 kg/cm². Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bonggol pisang dengan selulosa jerami.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yaitu eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perbandingan pati bonggol pisang dan selulosa jerami padi yaitu: 1:0, 1:0,5, 1:1, 1:1,5. Penambahan akuades 65 ml dan sorbitol 30% dari massa pati.

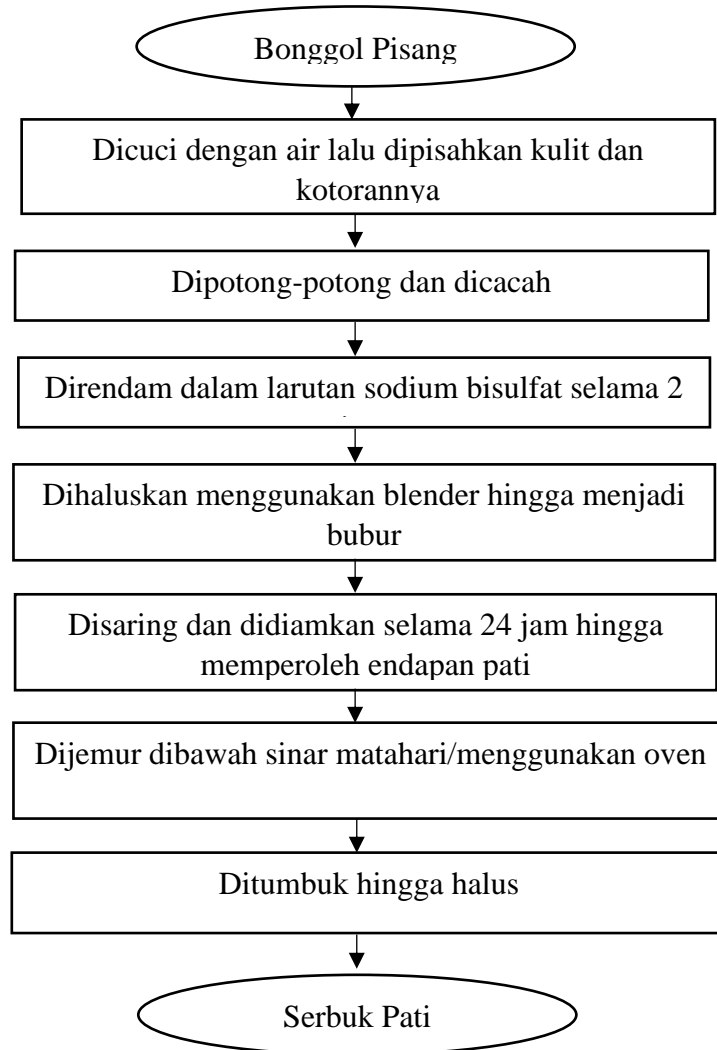
Bahan yang digunakan untuk pembuatan plastik *biodegradable* ialah bonggol pisang kepok dan jerami padi, sorbitol, akuades, tanah, kompos, NaOH 1%, silica gel, dan etanol.

Peralatan yang digunakan ialah UTM, *hot plate*, nampan, *magnetic stirrer*, oven listrik, ayakan 60 *mesh*, blender, pisau, ember, desikator, penggaris dan alat-alat gelas.

Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar pati bonggol pisang dengan selulosa jerami padi terbagi menjadi tiga antara lain pembuatan pati bonggol pisang, pembuatan selulosa jerami padi, pembuatan plastik *biodegradable*.

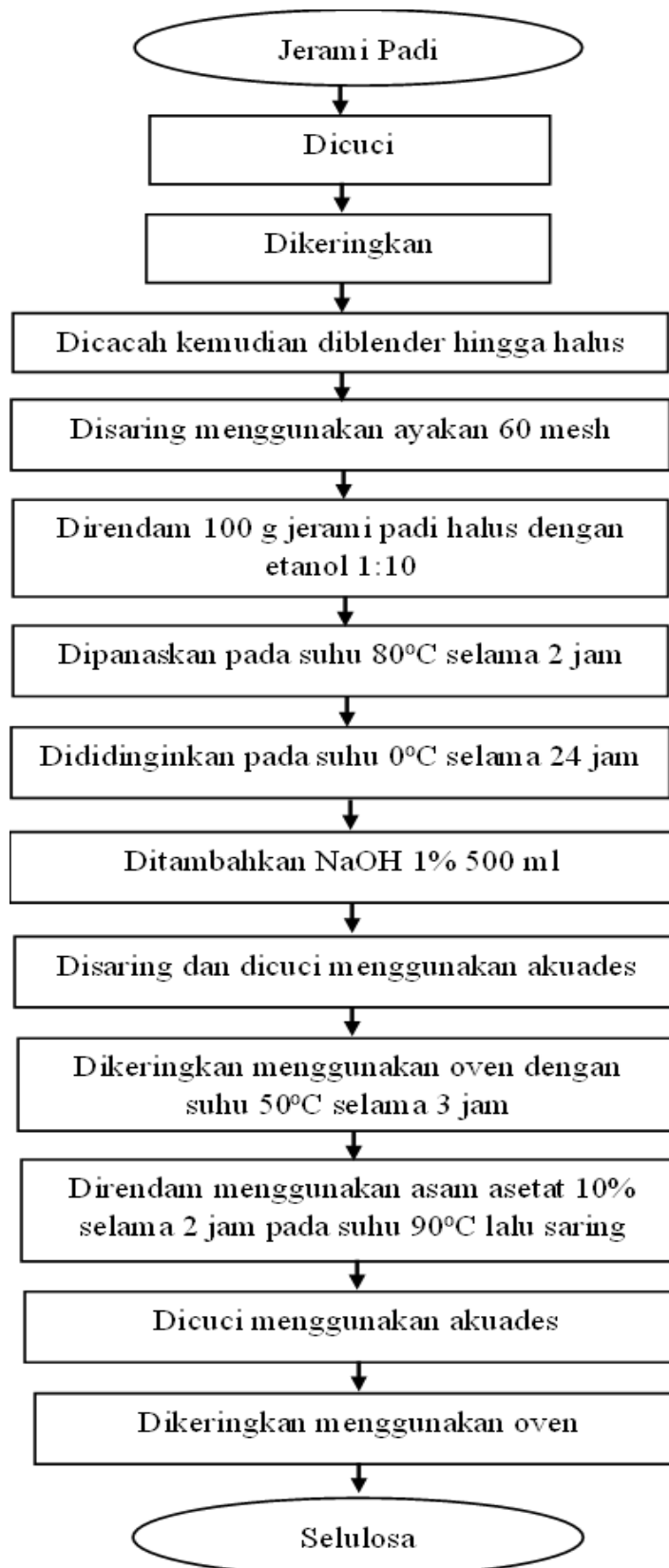
Pembuatan pati bonggol pisang



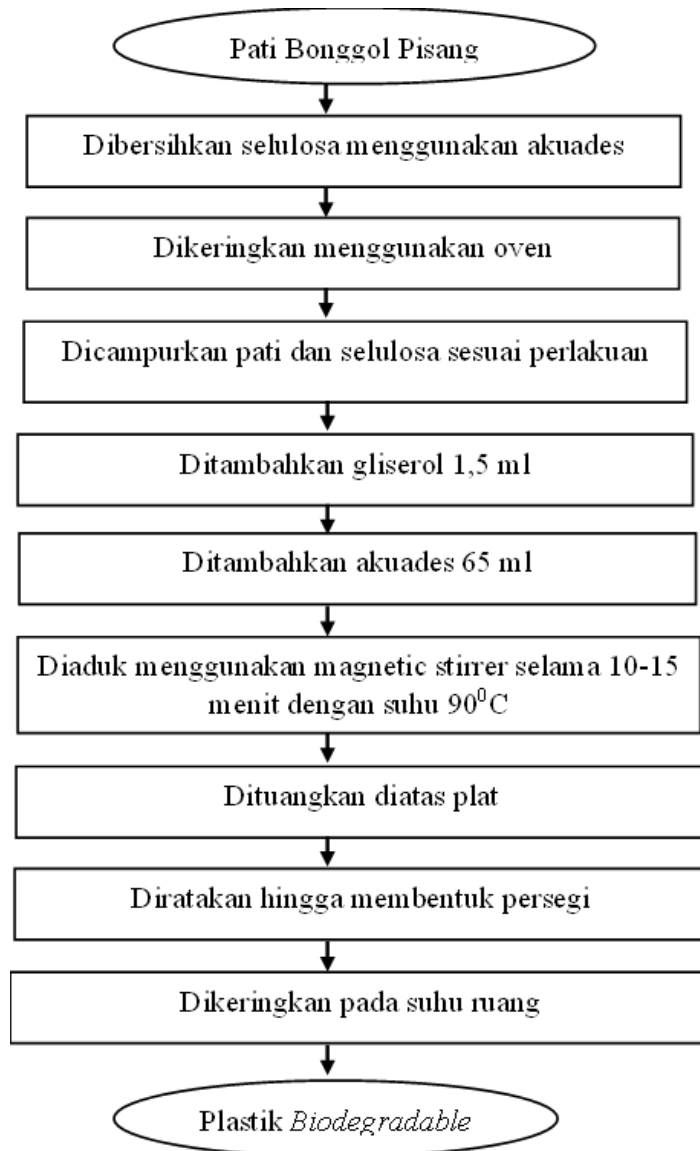
Gambar 1. Diagram alir pembuatan pati bonggol pisang

Pembuatan selulosa jerami padi

Gambar 2. Diagram alir pembuatan selulosa jerami padi



Pembuatan plastik biodegradable



Gambar 3. Diagram alir pembuatan plastik *biodegradable*

Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air mengacu pada (Saputra & Supriyo, 2020), pengujian daya serap air diperlukan untuk memastikan massa plastik *biodegradable* setelah direndam dalam air. Tuangkan akuades dalam gelas beker. Potong plastik *biodegradable* berukuran 3 x 3 cm kemudian ditimbang. Plastik *biodegradable* yang telah dipotong direndam dalam gelas beker lalu diamkan selama 5 menit. Setelah 5 menit plastik *biodegradable* diangkat kemudian lap menggunakan tisu kering. Kemudian ditimbang berat plastik *biodegradable* yang telah kering.

$$\text{Daya serap air} = \frac{w_{\text{akhir}} - w_{\text{awal}}}{w_{\text{akhir}}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

w awal : berat plastik *biodegradable* sebelum direndam akuades

w akhir : berat plastik *biodegradable* setelah direndam akuades

Uji Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Pengujian laju transmisi uap air mengacu pada (Sara, 2015). Pengujian laju transmisi uap air bertujuan untuk mengetahui laju masuknya uap air ke dalam plastik *biodegradable*. Sampel dipotong membentuk lingkaran dengan jari-jari 1,4 cm. Letakkan sampel pada bagian atas cawan yang sebelumnya diisi ± 3 g silica gel. Timbang berat cawan kemudian letakkan ke dalam desikator. Diamkan selama 10 jam kemudian gelas ditimbang. Hasil uji WVTR dihitung menggunakan persamaan matematis

$$WVTR = \left(\frac{G}{t}\right) A \quad (2)$$

Keterangan:

G = Perubahan berat ($m_2 - m_1$) (g)

m_2 = Berat akhir (g)

m_1 = Berat awal (g)

t = Waktu terjadinya (h)

A = Luas Spesimen (m^2)

Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik mengacu pada (Zuhra *et al.*, 2017). Kekuatan tarik merupakan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik sebelum bahan tersebut patah. Potong plastik *biodegradable* membentuk persegi dengan ukuran 4x4 cm. Alat uji tarik diatur dengan kecepatan tarik 1,0 mm/s dengan beban maksimum 4,5 g. Jepit sampel pada alat uji tarik dan dibiarkan hingga sampel terputus. Dilakukan 4 kali uji tarik pada setiap sampel sesuai prosedur di atas.

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{\text{Perpanjangan putus}}{(\text{Lebar awal})(\text{tebal awal})} \quad (3)$$

Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus (*elongation at break*) mengacu pada (Maladi, 2019). Perpanjangan putus dilakukan agar mengetahui seberapa panjang film sebelum putus. Proses perpanjangan putus dilakukan dengan memotong sampel *biodegradable* dengan panjang 30 mm, lebar 5 mm dan dikaitkan dengan sampel testing, kemudian pemberat dipasang untuk menarik sampel hingga terputus.

$$\text{Elongasi} = \frac{\text{Panjang putus (cm)} - \text{Panjang awal (cm)}}{\text{Panjang awal (cm)}} \times 100\% \quad (4)$$

Uji Biodegradasi

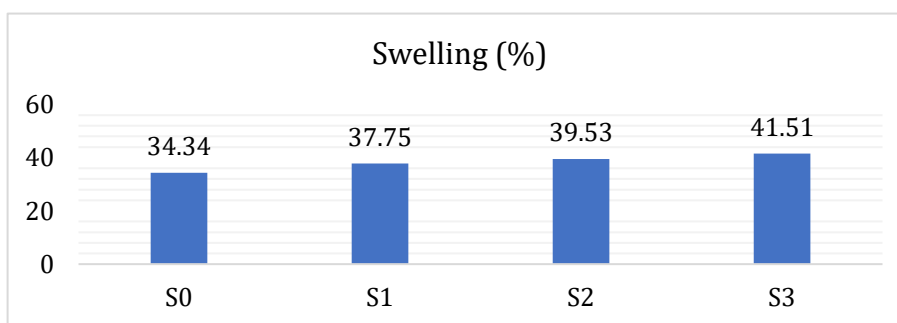
Proses uji biodegradasi mengacu pada (Saputra & Supriyo, 2020), uji biodegradasi dilakukan dengan cara mengisi campuran tanah dan kompos dalam sebuah wadah. Untuk analisis biodegradasi, digunakan sampel plastik *biodegradable* berukuran 8 cm x 2 cm yang ditanam. Plastik ditanam dalam tanah dan kompos bertujuan untuk mendorong dekomposisi plastik *biodegradable*. Untuk laju biodegradasi ditentukan dengan mengukur massa plastik *biodegradable* selama 7 hari proses biodegradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air (swelling) merupakan uji yang dilakukan guna melihat besarnya daya serap plastik *biodegradable* terhadap air. Pengujian *swelling* dilakukan untuk mengamati sifat ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air. *Swelling* berbanding terbalik

dengan ketahanan terhadap air, semakin rendah *swelling* menandakan ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air akan semakin baik. Nilai uji *swelling* dapat dilihat pada Gambar 1.

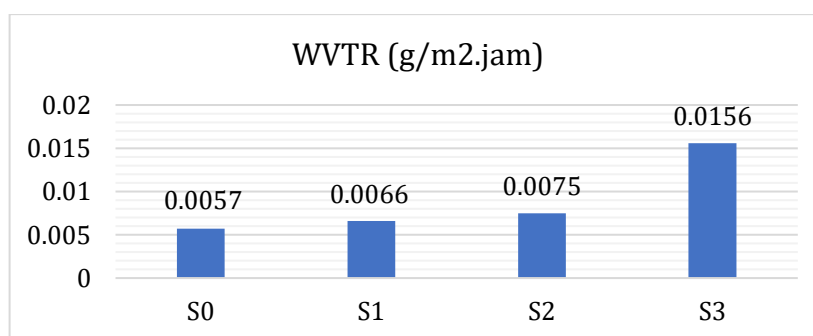


Gambar 1. Nilai daya serap air plastik *biodegradable*

Uji *swelling* plastik *biodegradable* dengan selulosa jerami padi S0, S1, S2, dan S3 berkisar antara 34,34-41,51%. Semakin banyak penambahan selulosa jerami padi maka nilai uji *swelling* plastik *biodegradable* meningkat. Nilai uji daya serap air pada penelitian (Dewi *et al.*, 2021) mengenai pembuatan bioplastik dari bahan dasar pati jagung yang ditambahkan selulosa dari limbah kertas menghasilkan nilai daya serap air terendah yaitu 35,48% pada sampel 2 (1 gram *pulp*) dan mengalami peningkatan pada sampel 3 (2 gram *pulp*) dan kembali menurun pada sampel 4 (3 gram *pulp*). Pengembungan disebabkan oleh penyerapan air yang tinggi hal ini disebabkan oleh gugus hidroksil pada selulosa, mengakibatkan ada terjadinya penyerapan air tinggi pada plastik *biodegradable*. Semakin banyak penambahan selulosa pada pembuatan plastik *biodegradable* masih belum mengurangi nilai daya serap air. Daya serap air berhubungan dengan sifat penyusunnya, kandungan amilopektin yang tinggi pada pati mengakibatkan penyerapan air yang semakin tinggi pula. Amilopektin memiliki sifat *amorf* yang kemungkinan terdapat banyak ruang kosong, antar rantai pati bonggol pisang tidak terlalu besar sehingga memungkinkan penyerapan air.

Uji Laju Transmisi Uap Air

Pengujian laju transmisi uap air (WVTR) dilakukan untuk mengetahui jumlah uap air yang dapat terlewatkan melalui plastik *biodegradable*. Nilai transmisi uap air yang semakin rendah menandakan plastik *biodegradable* semakin baik. Nilai uji WVTR disampaikan pada Gambar 2.



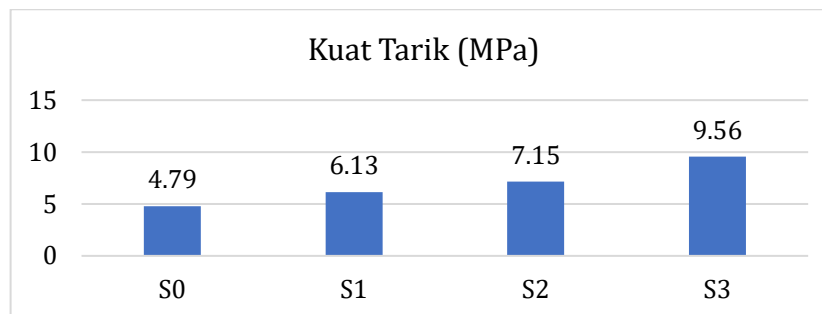
Gambar 2. Nilai uji WVTR plastik *biodegradable*

Uji laju transmisi uap air plastik *biodegradable* pati bonggol pisang dengan penguat selulosa jerami padi S0, S1, S2, dan S3 berkisar antara 0,0057-0,0156 g/m².jam. semakin banyak penambahan selulosa jerami padi maka nilai uji transmisi uap air semakin tinggi. Sesuai dengan penelitian (Karim *et al.*, 2021) mengenai karakteristik bioplastik berbasis PLA-Selulosa sebagai kemasan ramah lingkungan diketahui bahwa semakin banyak penambahan selulosa maka nilai laju transmisi uap air (WVTR) mengalami peningkatan karena selulosa memiliki gugus OH yang mudah berinteraksi dengan air sehingga dapat menyerap air di udara. Tingginya nilai uji transmisi uap air pada plastik *biodegradable* tidak diharapkan karena akan menyebabkan kemampuan plastik *biodegradable* dalam melewatkan air semakin tinggi. Peningkatan berat sampel uji transmisi uap air juga terjadi karena terbentuknya ikatan

komplek selulosa yang bersifat hidrofilik sehingga meningkatkan nilai perpindahan uap air. Sifat hidrofilik pada selulosa diakibatkan dalam molekul selulosa terdapat ikatan hidrogen yang dapat membentuk ikatan dengan molekul air. Gugus OH pada selulosa mampu menyerap air di udara yang menyebabkan meningkatnya nilai perpindahan uap air. Meningkatnya nilai uji WVTR menandakan bahwa penambahan selulosa belum mampu menurunkan nilai uji transmisi uap air.

Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan guna mengetahui sifat mekanik plastik *biodegradable* dalam menahan gaya kuat tarik maksimum. Meningkatnya nilai uji kuat tarik menandakan semakin baik sifat mekanik plastik *biodegradable*. Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 3.

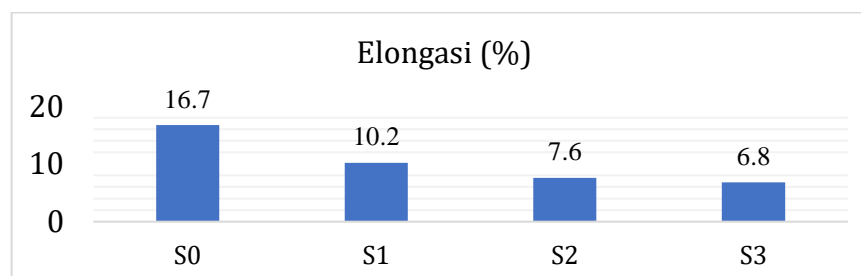


Gambar 3. Nilai kuat tarik plastik *biodegradable*

Kuat tarik plastik *biodegradable* pati bonggol pisang dengan selulosa jerami padi S0, S1, S2 dan S3 berkisar antara 4,79–9,56 MPa. Semakin tinggi penggunaan selulosa jerami padi akan meningkatkan nilai kuat tariknya. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maladi (2019) mengenai pembuatan bioplastik dari bahan dasar pati kulit singkong (*Manihot utilissima*) dengan penambahan selulosa Jerami padi, polivinil alcohol dan *bio-compatible* zink oksida diketahui hasil uji kuat tarik tertinggi sebesar 37,38 MPa. Hasil penelitian menyatakan bahwa penambahan selulosa jerami padi yang semakin banyak pada pembuatan plastic *biodegradable* dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Penggunaan selulosa dalam pembuatan plastik *biodegradable* meningkatkan ketahanan mekanik. Peningkatan ketahanan mekanik terjadi karena variasi selulosa dipengaruhi ikatan hidrogen yang terjadi antara pati dan selulosa sehingga ikatan tersebut menyebabkan interaksi antara interaksi antara matriks pati dan selulosa. Plastik *biodegradable* dengan semakin banyak penambahan selulosa jerami padi akan meningkatkan nilai kuat tarik. Penambahan selulosa jerami padi pada plastik *biodegradable* digunakan sebagai penguat bertujuan untuk meningkatkan ketahanan mekanik dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Plastik *biodegradable* dikatakan baik apabila memiliki kuat tarik yang besar. Semakin besar nilai kuat tarik yang mengindikasikan bahwa plastik *biodegradable* tersebut akan semakin kuat dan tidak mudah rusak.

Perpanjangan Putus

Elongasi merupakan pertambahan panjang yang dialami bahan ketika diberi gaya hingga terputus. Semakin tinggi hasil uji perpanjangan putus menandakan semakin baik plastik *biodegradable* yang didapatkan. Hasil pengujian perpanjangan putus dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai hasil elongasi plastik *biodegradable*

Elongasi plastik *biodegradable* pati bonggol pisang dengan penguat selulosa jerami padi S0, S1, S2, dan S3 berkisar antara 6,8%–16,7%. Semakin tinggi penambahan selulosa jerami padi maka nilai elongasi yang dihasilkan semakin menurun. Nilai elongasi semakin menurun diakibatkan karena plastik *biodegradable* yang dihasilkan semakin kaku. Semakin kaku plastik *biodegradable* akan mengakibatkan semakin menurunnya kemampuan elastisitas dari plastik *biodegradable*. Hal ini disebabkan penambahan selulosa jerami padi yang berlebihan akan mengakibatkan permukaan plastik *biodegradable* menjadi kasar dan kaku. Penguat selulosa menurunkan nilai elongasi pada plastik *biodegradable* yang mengindikasikan plastik *biodegradable* semakin kaku sehingga semakin mudah putus. Semakin meningkat penguat selulosa jerami padi yang digunakan masih belum memberikan nilai elongasi yang baik. Pada penelitian (Karim et al., 2021) diketahui bahwa nilai elongasi yang dihasilkan pada penelitian mengenai karakteristik bioplastik berbasis PLA-Selulosa sebagai kemasan ramah lingkungan nilai elongasinya tidak memenuhi standar SNI yaitu (24,7-302 MPa). Hal ini karena pengaruh dari jenis selulosa yang digunakan mempengaruhi sifat elongasi.

Uji Biodegradasi

Pengujian biodegradasi dilakukan guna mengetahui kemampuan dari plastik *biodegradable* untuk dapat terdegradasi. Semakin cepat proses biodegradasi dari plastik *biodegradable* semakin baik plastik yang di dapatkan. Hasil pengamatan uji biodegradasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai biodegradasi plastik *biodegradable*

Perlakuan	Biodegradasi Hari			
	2	4	6	7
S0 = Tanpa selulosa	+	+	+	-
S1 = Perbandingan pati 1 : 0,5 selulosa	+	+	+	-
S2 = Perbandingan pati 1 : 1 selulosa	+	+	+	-
S3 = Perbandingan pati 1 : 1,5 selulosa	+	+	-	-

Ket: (+) menunjukkan terjadinya degradasi pada plastik *biodegradable*,

(-) menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* sudah terdegradasi sempurna

Degradasi dari plastik *biodegradable* pati bonggol pisang dengan penguat selulosa jerami padi berlangsung selama 7 hari dimana seluruh sampel terdegradasi sempurna pada hari ke-7. Hal ini ditandai dengan pengamatan sampel plastik *biodegradable* sudah tidak ada tersisa. Proses biodegradasi saling terkait dengan penyerapan air, penambahan selulosa yang semakin banyak pada pembuatan plastik *biodegradable* dapat menyerap air yang lebih banyak menyebabkan plastik *biodegradable* lebih mudah terdegradasi. Laju degradasi juga dipengaruhi oleh reaksi degradasi kimia menyebabkan molekul dalam sampel mengalami penurunan berat atau pemendekatan ikatan molekul yang dikatalis oleh mikroorganisme. Hidroksil gugus O-H dalam matriks pati menyebabkan reaksi hidrolisis setelah menyerap air dalam tanah mengakibatkan biodegradasi. Reaksi ini mengakibatkan matriks polimer terdekomposisi menjadi ukuran kecil dan menghilang dalam tanah.

KESIMPULAN

Berdasarkan data analisis hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan selulosa jerami padi berpengaruh nyata terhadap karakteristik dari plastik *biodegradable* dimana hasil penelitian meningkatkan kuat tarik, biodegradasi, ketahanan air, dan laju transmisi uap air. Penambahan selulosa menurunkan nilai perpanjangan putus. Plastik *biodegradable* yang dihasilkan perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan S3 (pati bonggol pisang 1 : 1,5 selulosa jerami padi) untuk nilai swelling 41,51%, WVTR 0,0156 g/m².jam, kuat tarik 9,56 MPa, elongasi 6,8%, biodegradasi sempurna pada hari ke 6. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian penggunaan plasticizer dengan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mendapatkan plastik *biodegradable* dengan tingkat elongasi yang memenuhi standar SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin*, 06(No. 2).
- Asngad, A., & Amella, R. (2018). Pemanfaatan Kombinasi Kulit Kacang dengan Bonggol Pisang dan Biji Nangka untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Penambahan Gliserol. *Nurul Aeni-11 Bioeksperimen*, 4(1), 11–19. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.5572>
- Dewi, I. M. P., Johannes, A. Z., Pingak, R. K., & Bukit, M. (2021). *Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Limbah Kertas*. 6(2), 91–96.
- Karim, W. F., Harahap, M. A., & Prakoso, M. G. (2021). *Indonesian Journal of Chemical Science Characterization of Bioplastic Compostable PLA- C ellulose B ased as Eco-friendly Packaging*. 10(3).
- Maladi, I. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Singkong (Manihot utilissima) dengan Penguat Selulosa Jerami Padi, Polivinil Alkohol dan Bio-Compatible Zink Oksida. Skripsi (Publikasi). Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. In *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah* (pp. 43–44).
- Nafianto, I. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Bonggol Pisang Kepok dengan Plasticizer Gliserol dari Minyak Jelantah dan Komposit Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*). *Integrated Lab Journal*, 7(1), 75–89.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *IJPST*, 3(3), 83–91. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>
- Purnavita, S. dan, & Utami, W. T. (2018). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Aren dengan Penambahan Aloe Vera. *Inovasi Teknik Kimia*, 3(2), 31–35.
- Redjeki, Athiek Sri dan Sari, A. M. (2013). Sifat Mekanik Lapisan Film Nanokomposit Kitosan-Selulosa Asetat-PVA sebagai Kemasan Pangan Biodegradable. *Konversi*, 2(2).
- Saputra, M. R. B., & Supriyo, E. (2020). Pembuatan plastik biodegradable menggunakan pati dengan penambahan katalis ZnO dan stabilizer gliserol. *PENTANA*, 1(1), 41–51.
- Sara, N. E. M. (2015). Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Dangke dan Agar Dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol. [Skripsi] (Vol. 151).
- Warsa, I. W., Septiyani, F., & Lisna, C. (2013). Bioetanol dari bonggol pisang. *Jurnal Teknik Kimia*, 8(1), 37–41.
- Zuhra, Hasan, M., & Nasir, M. (2017). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Kitosan, Pati Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*,L), dan Minyak Jarak (Castor oil). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*, 2(3), 173–182.