

## Pembuatan Plastik *Biodegradable* Pati Jagung Terplastisasi Sorbitol dengan Pengisi Selulosa dari Ampas Tebu

Ardimas Fauzan Huwaidi<sup>a\*</sup>, Edy Supriyo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia 50275

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

DOI: <https://dx.doi.org/10.20961/equilibrium.v6i1.62552>

### Article History

Received: 27-06-2022, Accepted: 07-08-2022, Published: 09-08-2022

### Kata kunci:

Ampas Tebu,  
Bioplastik, dan  
Selulosa

**ABSTRAK.** Plastik menimbulkan kerusakan lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai secara alami. Banyaknya ampas tebu di Indonesia dan tingginya kandungan selulosa dapat digunakan sebagai pengisi pada pembuatan bioplastik. Selulosa memberikan sifat kedap air, menghambat biodegradasi, dan meningkatkan kuat tarik bioplastik. Oleh karena itu dilakukan penelitian pembuatan bioplastik menggunakan ampas tebu sebagai pengisi. Pembuatan bioplastik menggunakan metode *solution casting*. Hasil terbaik pengujian daya serap air pada rasio pati : ampas tebu 7,5:2,5; massa sorbitol 2,3 g; dan suhu 75°C dengan nilai 46,638%. Hasil terbaik pengujian biodegradasi pada rasio pati:ampas tebu 8,5:1,5; massa sorbitol 2,7 g; dan suhu 65°C dengan nilai 88,253%. Hasil terbaik pengujian kuat tarik dan perpanjangan putus dengan nilai 2.9574 N/mm<sup>2</sup> dan 0.8896%. Hasil kedua pengujian masih belum memenuhi standar SNI 7828:2014.

### Keywords:

Bagasse,  
Bioplastic, and  
Cellulose

**ABSTRACT.** Plastic causes environmental pollution because it is difficult to decompose in nature. The large amount of bagasse in Indonesia and the high cellulose content can be used as filler for making bioplastics. Cellulose as a bioplastic filler provides water resistance, inhibits biodegradation, and increases tensile strength. Therefore, research was conducted using bagasse as a bioplastic filler. Bioplastics are made by the solution casting method. The best results of water absorption at the ratio of starch: bagasse 7.5:2.5; mass of sorbitol 2,3 g; and temperature of 75°C with a value of 46.638%. The best results of biodegradability at the ratio of starch: bagasse 8.5:1.5; mass of sorbitol 2,7 g; and temperature of 65°C with a value of 88.253%. The best results of tensile strength and elongation at break are 2.9574 N/mm<sup>2</sup> and 0.8896%. The results of the both tests still do not meet the requirements of SNI 7818:2014 standard.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia menghasilkan sampah sebesar 33,2 juta ton per tahun. Sampah plastik menyumbang 17% dari total sampah atau sekitar 5,7 juta ton per tahun [1]. Banyaknya plastik dapat menimbulkan permasalahan pencemaran lingkungan, karena plastik merupakan polimer sintetis dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya, tidak dapat diperbaharui, dan sifat plastik yang sulit terurai [2]. Solusi permasalahan tersebut yakni penggantian bahan kemasan plastik konvensional dengan bahan yang mudah terurai di alam dan bersifat ramah lingkungan yang disebut *biodegradable plastic* (Bioplastik) [3].

*Biodegradable plastic* (Bioplastik) memiliki fungsi dan kegunaan layaknya plastik konvensional, namun dapat terurai oleh mikroorganisme menjadi air dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) kemudian dibuang ke lingkungan. Bahan baku bioplastik berasal produk tanaman seperti pati dan selulosa [3]. Pati sebagai bahan baku bioplastik memiliki keuntungan jumlahnya berlimpah, harga murah, dan dapat diperbaharui [4]. Namun, bioplastik berbahan dasar pati memiliki kekurangan yaitu bersifat tidak tahan air, rapuh, dan kaku [5].

Plasticizer digunakan untuk memberikan sifat elastis dan mengurangi sifat rapuh dan kaku pada bioplastik dengan cara mengurangi ikatan hidrogen pada ikatan molekuler [6]. Penggunaan sorbitol sebagai plasticizer dalam pembuatan bioplastik menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan gliserol [7].

Kementerian Pertanian mendata bahwa produksi tebu nasional pada tahun 2021 adalah 2,36 juta ton/tahun. Jumlah tersebut meningkat 2,58% dari tahun lalu sebesar 2,29 juta ton/tahun [8]. Produksi gula menggunakan tebu menghasilkan 30-40% limbah ampas tebu [9]. Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan ampas tebu agar mengurangi limbah yang dihasilkan. Ampas tebu berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena

memiliki kandungan selulosa sebesar 40-55%, hemiselulosa 20-25%, Lignin 20-34%, dan zat ekstraktif lain 2-6% [10]. Selulosa sebagai *filler* bioplastik berfungsi untuk memberikan sifat tahan air, menghambat biodegradasi, dan meningkatkan sifat kuat tarik [11].

Penelitian serupa telah dilakukan oleh Lindriati et al. (2021) dengan menggunakan bahan baku berupa pati singkong dan *plasticizer* gliserol. Penelitian tersebut mengkaji variasi variabel yang menghasilkan bioplastik terbaik. Selanjutnya, penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Mosisa (2021) dengan menggunakan bahan baku berupa pati jagung dan ampas tebu. Pada penelitian tersebut dikaji hal mengenai karakter bioplastik yang dihasilkan kemudian dilakukan optimasi. Setelah mengkaji beberapa penelitian terdahulu, pada penelitian kali ini dilakukan pembuatan bioplastik dengan bahan baku pati jagung, *plasticizer* sorbitol, serta pengisi selulosa ampas tebu dengan variasi komposisi yang belum dilakukan oleh penelitian sebelumnya.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah (a) membuat bioplastik berbahan dasar pati jagung, *plasticizer* sorbitol, dan pengisi selulosa dari ampas tebu dengan variasi komposisi tertentu dan (b) mengetahui variasi komposisi yang terbaik berdasarkan hasil pengujian daya serap air, biodegradasi, kuat tarik, dan perpanjangan putus.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian, antara lain gelas kimia, termometer, *magnetic stirrer hotplate*, oven, blender, spatula, neraca digital, kertas saring, cetakan kaca, gelas ukur, pipet, desikator, dan ayakan 50 mesh.

### 2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian, antara lain akuades, pati jagung merek mamasuka, ampas tebu, NaOH 98%, dan sorbitol 70% yang didapatkan dari Toko Kimia Indrasari, Semarang.

### 2.3 Persiapan Sampel

Persiapan sampel menggunakan proses delignifikasi. Pertama jemur ampas tebu di bawah sinar matahari hingga kering. Kemudian potong ampas tebu menjadi potongan-potongan kecil dan haluskan menggunakan blender. Setelah itu ayak ampas tebu menggunakan ayakan ukuran 50 mesh. Selanjutnya tambahkan NaOH 10% b/v akuades dan ampas tebu dalam gelas kimia glass untuk melarutkan hemiselulosa dan lignin sehingga diperoleh selulosa. Panaskan dan aduk menggunakan *magnetic stirrer hotplate* pada suhu 80°C selama 60 menit. Lakukan filtrasi menggunakan kertas saring dan residu dicuci dengan akuades. Terakhir oven residu hingga kering.

### 2.4 Pembuatan Bioplastik

Pertama tambahkan pati dan selulosa 7.5:2.5 dan 8.5:1.5. Kemudian masukkan 100 ml akuades ke dalam gelas kimia. Panaskan dan aduk dengan *magnetic stirrer hotplate* pada suhu 65°C dan 75°C selama 15 menit. Kemudian tambahkan sorbitol 2,3 dan 2,7 g. Lalu aduk selama 10 menit. Setelah itu tuang ke dalam cetakan kemudian ratakan dan dibentuk *film* dengan ketebalan < 1 mm. Keringkan di dalam oven pada suhu 60°C selama 5 jam. Terakhir keluarkan cetakan dari oven dan biarkan pada suhu ruang agar plastik dapat dikeluarkan dari cetakan.



**Gambar 1.** *Film* Bioplastik

### 2.5 Pengujian Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

Pengujian kuat tarik mengacu pada ASTM D882-18. Ukur dimensi sampel meliputi: panjang, lebar, dan tebal. Lalu buat grip agar sampel tidak rusak saat diuji. Nyalakan mesin uji tarik. Kemudian masukkan data sampel dan

data pengujian pada program komputer mesin uji tarik. Selanjutnya pasang sampel pada mesin uji tarik. Catat data pengujian tarik hasil pengujian. Lakukan pengujian sampel sebanyak 5 kali percobaan. Hitung besar nilai kuat tarik dengan cara besar gaya yang diberikan pada sampel dibagi luas permukaan sampel. Hitung besar nilai perpanjangan putus dengan cara selisih antara panjang akhir sebelum sampel putus dan panjang awal dibagi dengan panjang awal dikalikan 100.

### 2.6 Variabel

Variabel percobaan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1.** Variabel Percobaan

Run	Rasio pati : Ampas Tebu (g)	Sorbitol (g)	Suhu (°C)
1.	7,5:2,5	2,3	65
2.	8,5:1,5	2,3	65
3.	7,5:2,5	2,7	65
4.	8,5:1,5	2,7	65
5.	7,5:2,5	2,3	75
6.	8,5:1,5	2,3	75
7.	7,5:2,5	2,7	75
8.	8,5:1,5	2,7	75

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Hasil Percobaan

Run	Daya Serap Air (%)	Biodegradasi (%)	Kuat Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan Putus (%)
1.	48,206	80,789	-	-
2.	57,295	86,512	-	-
3.	52,820	82,519	-	-
4.	66,308	88,253	2,5858	0,8896
5.	46,638	83,455	2,9574	0,8624
6.	57,717	85,167	-	-
7.	53,764	82,593	-	-
8.	60,141	87,181	-	-

### 3.1 Analisa Daya Serap Air

Analisa daya serap air dengan cara Sampel *film* dipotong dengan diameter 50,8 mm. Oven sampel selama 24 jam pada suhu 50°C kemudian dimasukkan ke dalam desikator hingga dingin. Sampel *film* kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital dan rendam dalam air selama 24 jam pada suhu 23°C. Sampel *film* kemudian dikeringkan dengan kain dan ditimbang. Hitung selisih massa akhir setelah direndam air dan massa awal dibagi dengan massa awal dikalikan 100.

Seperti terlihat pada Tabel 2 di atas, menunjukkan bahwa rasio pati : selulosa 7,5 : 2,5 menghasilkan ketahanan air yang lebih baik dibandingkan rasio pati : selulosa 8,5 : 1,5 dengan nilai terbaik 46,638%. Penambahan selulosa dapat mengurangi hidrofilik pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air [13]. Penyerapan air dari bioplastik berbanding lurus dengan peningkatan selulosa berikut. Hal ini disebabkan karena selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat dan sifat sulit berikatan dengan air [14].

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan [12] menggunakan variabel pati jagung 10 g, gliserol 3,6 ml, dan variasi penambahan selulosa (0.5, 1, 1.5 g) didapatkan hasil daya serap sebesar 36.90, 23.6, dan 24.01%. Hasil tersebut sudah sesuai bahwa selulosa berpengaruh dalam memberikan ketahanan terhadap air.

### 3.2 Analisa Biodegradasi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *soil burial test*, di mana sampel dibenamkan di dalam tanah. Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8 x 2 cm. Analisis biodegradasi bioplastik membutuhkan waktu 7 hari. Lalu dihitung dengan cara selisih massa awal dan massa akhir dibagi dengan massa akhir dikalikan 100.

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 di atas, menunjukkan bahwa rasio pati : selulosa 8,5 : 1,5 dan sorbitol 2,7 g menghasilkan biodegradasi yang lebih baik dibandingkan rasio pati : selulosa 7,5 : 2,5 dan sorbitol 2,3 g dengan nilai terbaik 88,253%. Biodegradasi bioplastik menurun dengan peningkatan selulosa. Hal ini terjadi karena selulosa memiliki rantai polimer yang panjang yang memberikan sifat fisik kuat dan tahan terhadap degradasi [11]. Peningkatan sorbitol juga menyebabkan laju biodegradasi meningkat. Karena sorbitol mudah menyerap air sehingga menyebabkan aktivitas biologis seperti mikroba atau jamur pada bioplastik [11].

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan [11] menggunakan variasi selulosa 5, 10, 15%, dengan variasi penambahan gliserol 20, 30, 40% didapatkan hasil bahwa penambahan selulosa memperlambat biodegradasi dan penambahan sorbitol memberikan pengaruh sebaliknya. Hasil biodegradasi terbaik didapatkan pada penelitian tersebut dengan nilai 10,40%.

### 3.3 Analisa Kuat Tarik

Sifat mekanik *film* bioplastik diuji di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik di Yogyakarta. Pengujian meliputi kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Metode ini mengikuti metode uji standar ASTM D882.

Berdasarkan Tabel 2 di atas, pada uji kuat tarik untuk run 5 dengan rasio pati:selulosa 7,5:2,5, nilai kekuatan tariknya lebih baik daripada run 4 dengan rasio pati:selulosa 8,5:1,5. Hal ini karena selulosa cenderung meningkatkan kekuatan tarik bioplastik [13]. Selulosa memiliki rantai polimer yang panjang yang memberikan sifat fisik kuat [11]. Peningkatan nilai kuat tarik pada penambahan selulosa disebabkan oleh daya tarik antar permukaan yang baik sehingga dapat membentuk jaringan ikatan hidrogen yang kuat yang terjadi antara matriks pati dan selulosa [14].

**Tabel 3.** Hasil Uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus Run 4

Karakteristik	Hasil Uji	Rata-rata
Kuat Tarik (Mpa atau N/mm <sup>2</sup> )	2,017 ; 2,679 ; 1,293 ; 2,488 ; 4,452	2,5858
Perpanjangan Putus (%)	0,808 ; 0,736 ; 1,488 ; 0,360 ; 1,056	0,8896

**Tabel 4.** Hasil Uji Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus Run 5

Karakteristik	Hasil Uji	Rata-rata
Kuat Tarik (Mpa atau N/mm <sup>2</sup> )	2,713 ; 2,271 ; 4,938 ; 1,163 ; 3,702	2,9574
Perpanjangan Putus (%)	0,488 ; 0,904 ; 0,448 ; 0,720 ; 1,752	0,8624

**Tabel 5.** Perbandingan dengan SNI Bioplastik [15]

Karakteristik	Run 4	Run 5	SNI 7818:2014
Kuat Tarik (N/mm <sup>2</sup> )	2,5858	2,9574	Min. 13,7
Perpanjangan Putus (%)	0,8896	0,8624	400-1120

Berdasarkan tabel 5 perbandingan dengan SNI bioplastik untuk parameter kuat tarik dapat disimpulkan bahwa hasil uji kuat tarik terbaik diperoleh pada run 5 dengan nilai 2,9574 N/mm<sup>2</sup>. Hasil tersebut masih belum memenuhi persyaratan standar SNI 7818:2014.

### 3.4 Analisa Perpanjangan Putus

Pada uji perpanjangan putus untuk run 4 dengan sorbitol 2,7 g, nilai perpanjangan putus lebih baik dari run 5 dengan sorbitol 2,3 g. Sorbitol memberikan sifat elastis pada bioplastik dan memiliki kemampuan untuk memperlama ikatan antarmolekul hidrogen dan menambah ruang kosong [14]. Hal Ini menghasilkan perpanjangan putus yang lebih tinggi dan menurunkan kuat tarik seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan tabel 5 perbandingan dengan SNI bioplastik untuk parameter perpanjangan putus dapat disimpulkan bahwa hasil uji perpanjangan putus terbaik diperoleh pada run 4 dengan nilai 0,8896%. Hasil tersebut masih belum memenuhi persyaratan standar SNI 7818:2014.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, produk bioplastik dengan kondisi daya serap air terbaik dengan rasio pati: ampas tebu 7,5:2,5, massa sorbitol 2,3 g, dan suhu 75°C. Serta sampel terbaik untuk biodegradasi dengan rasio pati: ampas tebu 8,5:1,5, massa sorbitol 2,7 g, dan suhu 65°C. Hasil uji kuat tarik terbaik diperoleh pada run 5 dengan nilai 2,9574 N/mm<sup>2</sup>. Hasil uji Perpanjangan putus terbaik diperoleh pada run 4 dengan nilai 0,8896. Namun hasil dari kedua pengujian tersebut masih belum memenuhi persyaratan standar SNI 7818:2014.

Penambahan selulosa dapat mengurangi hidrofilik pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air sehingga dapat mengurangi penyerapan air bioplastik. Selulosa memiliki rantai polimer yang panjang yang memberikan sifat fisik kuat dan tahan terhadap degradasi. Sorbitol mudah menyerap air menyebabkan aktivitas biologis seperti mikroba atau jamur pada bioplastik dan meningkatkan biodegradasi. Sorbitol memberikan sifat elastis dan memiliki kemampuan untuk memperlemah ikatan antarmolekul hidrogen serta menambah ruang kosong pada bioplastik.

#### PUSTAKA

- [1] Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, “Timbulan Sampah Tahun 2020,” (2020). <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan> (accessed May 17, 2022).
- [2] J.R. et al Jambeck, O. Hoegh-Guldberg, R. Cai, E. Poloczanska, P. Brewer, S. Sundby, K. Hilmi, V. Fabry, S. Jung, “Plastic waste inputs from land into the ocean,” *Science* (80-. ). 1655–1734 (2015).
- [3] Zulisma Anita, Fauzi Akbar, Hamidah Harahap, “Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong,” *J. Tek. Kim. USU*. 2 37–41 (2013). <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1437>.
- [4] R. V. Gadhav, A. Das, P.A. Mahanwar, P.T. Gadekar, “Starch Based Bio-Plastics: The Future of Sustainable Packaging,” *Open J. Polym. Chem.* 08 21–33 (2018). <https://doi.org/10.4236/ojchem.2018.82003>.
- [5] N.N. Nasir, S.A. Othman, “The Physical and Mechanical Properties of Corn-based Bioplastic Films with Different Starch and Glycerol Content,” *J. Phys. Sci.* 32 89–101 (2021). <https://doi.org/10.21315/jps2021.32.3.7>.
- [6] U. Kalsum, H. Juniar, I. Khirnanda, “Pengaruh Sorbitol Dan Carboxymethyl Pada Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu,” *J. Distilasi*. 5 21 (2020). <https://doi.org/10.32502/jd.v5i1.3026>.
- [7] A.D. Putra, V.S. Johan, R. Efendi, “Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun,” *Jom Fak. Pertan.* 4 1–15 (2017).
- [8] Kementerian Pertanian, “Kementan Perkirakan Produksi Tebu RI 2,36 Juta Ton pada 2021,” 2024 (2021).
- [9] E. Misran, “Industri Tebu Menuju,” 4 6–10 (2005).
- [10] S. Sabiha-Hanim, A.M. Siti-Norsafurah, “Physical properties of hemicellulose films from sugarcane bagasse,” *Procedia Eng.* 42 1390–1395 (2012). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.532>.
- [11] T. Lindriati, A.S. Rusdianto, Bustani Pakartiko, Firda Ainia Adha, “Physical Mechanical Properties of Biodegradable Plastics from Cassava Starch with Variation of Bagasse and Glycerol.,” *J. La Lifesci.* 2 9–19 (2021). <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v2i1.287>.
- [12] G. Mosisa, V.R. K, “Production , Characterization and Optimization of Biodegradable Plastic from Corn starch and Sugarcane Bagasse,” 17 39–50 (2021).
- [13] S. Intandiana, A.H. Dawam, Y.R. Denny, R.F. Septiyanto, I. Affifah, “Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobitas,” *EduChemia (Jurnal Kim. Dan Pendidikan)*. 4 185 (2019). <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>.
- [14] Maulida, M. Siagian, P. Tarigan, “Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer,” *J. Phys. Conf. Ser.* 710 (2016). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/710/1/012012>.
- [15] SNI 7818:2014, “Kantong Plastik Mudah Terurai,” *Standar Nas. Indones.* (2014).