

MANUFACTURING OF BIOPLASTICS FROM CELLULOSE EMPTY FRUIT BUNCHES WASTE WITH ADDITION OF GLYCEROL AS PLASTICIZER

Azahra Rizka Amalia, Rian Fasya Kumara, Novy Pralisa Putri*

Chemical Engineering, Mulawarman University, Indonesia

* E-mail corresponding author: np.putri@ft.unmul.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 10-05-2019 Received in revised form: 22-05-2019 Accepted: 10-07-2019 Published: 11-10-2019</p> <p><i>Keywords:</i> Empty fruit bunches waste Cellulose Delignification Synthesis Bioplastic</p>	<p><i>Production plastic waste increases every day and can damage the environment because of the plastic is difficult to decompose. Therefore, reducing the use of plastic or replacing plastic raw materials is one solution to environmental problems. Cellulose is a natural fiber with a polymer chain so that it can replace polymers from crude oil to become plastic raw materials. One of celluloses sources is polymer from empty fruit bunches. Cellulose was extracted from empty fruit bunches waste using the delignification method with 17.5% NaOH solution for three hours at a temperature of 90-95°C. Bioplastic synthesis formed from cellulose, starch and glycerol. The synthesis method used is heating for 1 hour at a temperature of 80-90°C. The variables analyzed were the variations in cellulose and starch mass ratio of 0.4 : 0.8; 0.5:0.7; 0.6:0.6; 0.7:0.5; and 0.8:0.4. Bioplastics tests carried out include water resistance test, density test, and biodegradation test. The most optimal results in the water resistance test were 29.17%, the density test was 0.7273 g/mL, and the biodegradation test was 19.58%.</i></p>

PEMBUATAN BIOPLASTIK DARI SELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL SEBAGAI PLASTICIZER

Abstrak- Produksi sampah plastik meningkat setiap hari dan dapat merusak lingkungan karena plastik sulit terurai. Oleh karena itu mengurangi penggunaan plastik atau mengganti bahan baku plastik adalah salah satu solusi untuk masalah lingkungan. Selulosa merupakan serat alam dengan rantai polimer sehingga bisa menjadi pengganti polimer dari minyak mentah untuk menjadi bahan baku plastik. Salah satu sumber selulosa adalah tandan kosong kelapa sawit. Selulosa diekstraksi dari limbah tandan buah kosong menggunakan metode delignifikasi dengan larutan NaOH 17,5% selama 3 jam pada suhu 90-95°C. Sintesis bioplastik diproses dengan selulosa, pati dan gliserol. Metode sintesis yang digunakan adalah pemanasan selama 1 jam pada suhu 80-90°C. Variabel yang dianalisis adalah perbandingan variasi selulosa dan massa pati 0,4 : 0,8; 0,5:0,7; 0,6:0,6; 0,7:0,5; dan 0,8:0,4. Tes bioplastik yang dilakukan meliputi uji ketahanan air, uji kepadatan, dan uji biodegradasi. Hasil yang paling optimal dalam uji ketahanan air adalah 29,17%, uji kepadatan 0,7273 g mL, dan uji biodegradasi adalah 19,58%

Kata kunci : Tandan kosong kelapa sawit, selulosa, delignifikasi, sintesa, bioplastik.

PENDAHULUAN

Menurut data Badan Pusat Statistik Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2016, perkiraan produksi sampah per hari di Samarinda sebanyak 3.133,83 m³ dan hanya 1.938,57 m³ yang dapat ditanggulangi. Menurut data Badan Pusat Statistik Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun

2016, perkiraan produksi sampah per hari di Samarinda sebanyak 3.133,83 m³ dan hanya 1.938,57 m³ yang dapat ditanggulangi. Ditambah lagi dengan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2017 menyebutkan bahwa setiap individu rata-rata menghasilkan 0,8 kilogram sampah setiap hari dan 15% dari komposisinya adalah plastik.

Di Kalimantan Timur, salah satu biomassa dengan jumlah besar dan mengandung kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah industri sawit. Diketahui untuk 1 ton kelapa sawit akan mampu menghasilkan limbah berupa TKKS sebanyak 23% atau 230 kg (Kamal, 2012).

Dalam TKKS terdapat beberapa komponen penyusun yang dapat diekstraksi dan dimanfaatkan menjadi produk lain yang lebih berharga. Salah satu komponen TKKS tersebut adalah selulosa. Selulosa merupakan bahan penyusun TKKS dengan persentase paling besar yaitu sekitar 30 - 40% (Dewanti, 2018).

Untuk mendapatkan selulosa dari TKKS dilakukan dengan cara delignifikasi menggunakan larutan NaOH 12% (b/v) selama 3 jam pada suhu yang dijaga 90 – 95°C, dan didapatkan *yield* selulosa sebesar 34%. NaOH dipilih karena lignin lebih larut dalam kondisi alkali dan selulosa tidak (Dewanti, 2018).

Pembuatan bioplastik dengan penambahan sorbitol pada selulosa sekam padi dilakukan dengan menghomogenkan campuran menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit, setelah itu dipanaskan pada suhu 80°C selama 7 menit. Sorbitol akan meningkatkan nilai fleksibilitas dan elastisitas dari bioplastik sehingga film bioplastik yang dihasilkan tidak terlalu kaku (Jannah, 2017).

Bioplastik (plastik *biodegradable*) merupakan plastik dengan bahan dasar yang dapat diperoleh dari alam sehingga mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Keuntungan dari bioplastik ini diantaranya adalah bahan yang digunakan mudah ditemukan dan dapat diperbaharui. Kualitas plastik *biodegradable* juga hampir sama dengan plastik konvensional pada umumnya. Bahan baku dari bioplastik dapat berupa pati, protein, lipid dan selulosa (I Gede and Tyas, 2012).

Pada penelitian sebelumnya bioplastik yang terbuat dari pati singkong dan diberi *plasticizer* gliserol bersifat transparan, jernih, homogen, fleksibel dan mudah dibawa (Titani, 2017). Menurut (Anggarayni, 2006), pada sampel plastik yang mengalami penambahan gliserol, nilai kuat tarik dari sampel plastik cenderung menurun. Turunnya nilai kuat tarik ini disebabkan karena dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* menurunkan kekuatan ikatan hidrogen pada plastik sehingga menaikkan fleksibilitas sampel plastik. Faktor yang menyebabkan lemahnya ketahanan tarik plastik adalah ukuran partikel pati, kecepatan pengadukan, penambahan gliserol dan berat pati serta selulosa yang digunakan. Dengan adanya konsentrasi gliserol yang bertambah, kuat tarik plastik ramah

lingkungan (*biodegradable*) menjadi semakin berkurang.

Keterbaruan penelitian kali ini yaitu pembuatan bioplastik dari selulosa TKKS dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer*. Sehingga tujuan dari penelitian kali ini yaitu untuk menghasilkan bioplastik berbahan baku TKKS dan mengetahui pengaruh perbandingan massa pati dan selulosa pada karakteristik bioplastik. Dengan variabel bebas berupa perbandingan massa pati dan selulosa, dan variabel terikat karakteristik bioplastik berupa kuat tarik, persen elongasi dan hidrofobisitas.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), pati tapioka, larutan NaOH 17,5%, gliserol, dan Aquadest. TKKS yang digunakan dihaluskan hingga menjadi serbuk.

Alat

Alat yang digunakan adalah alat delignifikasi, kertas saring *whatman*, indikator pH, *stopwatch*, cawan petri, *magnetic stirrer*, spatula, batang pengaduk, dan oven.

Ekstraksi Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pembuatan bioplastik dengan TKKS ini dimulai dengan cara mengekstraksi selulosa dari TKKS tersebut. TKKS yang telah menjadi serbuk disaring agar didapatkan serbuk yang lebih halus, lalu dipanaskan menggunakan oven untuk mengurangi kadar airnya. Selanjutnya didelignifikasi dengan memanaskan TKKS dalam larutan NaOH 17,5% pada suhu 90 - 95°C selama 3 jam. Kemudian larutan didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring *whatman*. Setelah itu selulosa yang didapat dicuci bersih dengan *aquadest* hingga pH netral.

Pembuatan Bioplastik dari Selulosa

Sebanyak 2 mL gliserol ditambahkan ke dalam gelas kimia yang berisi selulosa : pati dengan rasio 0,4 : 0,8; 0,5 : 0,7; 0,6 : 0,6; 0,7 : 0,5; dan 0,8 : 0,4. Ditambahkan air dengan rasio pati dan selulosa : air sebesar 1:20. Kemudian dihomogenkan dengan *stirrer* selama 15 menit. Selanjutnya dipanaskan pada suhu 80°C selama 7 menit. Kemudian sampel dituangkan pada plat kaca.

ANALISIS

Uji Ketahanan terhadap Air

Potongan plastik dengan ukuran 2 x 2 cm² ditimbang berat awalnya (W_0), kemudian dimasukkan ke dalam gelas yang berisi akuades pada temperatur kamar. Potongan plastik ini selanjutnya diambil setelah 20 menit dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu kertas setelah itu baru dilakukan penimbangan (W). Uji ketahanan terhadap air dihitung menggunakan persamaan (Lazuardy and Cahyaningrum, 2013):

$$\text{Air yang diserap} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

dengan:

W = Massa sampel akhir dalam keadaan basah (g)

W_0 = Massa sampel awal dalam keadaan kering (g)

Uji Densitas

Prosedur penentuan densitas bioplastik adalah massa sampel yang akan diuji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Kemudian gelas ukur 10 mL diisi dengan air hingga 5 mL dan sampel plastik dimasukkan dalam gelas ukur yang berisi air. Setelah 15 menit, dicatat volume air yang baru (v) untuk menghitung volume plastik sebenarnya dengan cara: selisih volume akhir air dengan volume awal air. Maka didapatkan ρ plastik dengan persamaan (Darni et al., 2014):

$$\rho = m/v \quad (2)$$

dengan:

ρ = densitas (gram/mL)

m = massa (gram)

v = volume (mL)

Uji Biodegradasi

Uji Biodegradasi ditunjukkan dengan tingkat kerusakan bioplastik. Kerusakan bioplastik dapat diketahui dari pengurangan massa bioplastik saat dikubur dalam tanah. Sebelum dikubur, sampel ditimbang sebagai massa awal (m_0). Kemudian dikubur dalam tanah dengan variasi waktu selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari. Sampel bioplastik yang sudah dikubur tersebut lalu diambil, dikeringkan dan ditimbang. Massa bioplastik yang telah dikubur disebut sebagai m_1 . Nilai presentase pengurangan massa rata-rata dari bioplastik yang telah dikubur diperoleh melalui persamaan (Hartatik et al., 2014).

$$\%m = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (3)$$

dengan:

m = Massa bioplastik (g)

m_0 = Massa mula-mula bioplastik (g)

m_1 = Massa akhir bioplastik (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

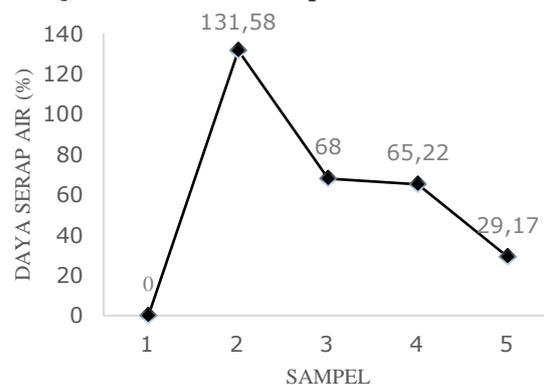
Hasil Sintesa Bioplastik

Hasil pencampuran selulosa dan pati dengan gliserol menghasilkan plastik yang berwarna gelap. Pada variasi massa selulosa dan pati dengan rasio 0,4 g dan 0,8 g menghasilkan film bioplastik yang tidak larut, gliserol yang ditambahkan menggumpal dengan selulosa dan pati yang tersebar tidak merata di seluruh permukaannya. Film bioplastik tidak bisa dilepaskan dari plat kaca secara utuh, sehingga analisa terhadap sampel ini tidak bisa dilakukan.



Gambar 1. Hasil Sintesa Bioplastik

Hasil Uji Ketahanan terhadap Air



Gambar 2. Grafik Uji Ketahanan terhadap Air

Hasil dari uji ketahanan air yang baik adalah bioplastik dapat menyerap air lebih sedikit yaitu nilai ketahanan air lebih kecil. Berdasarkan Gambar 2, penyerapan tertinggi terjadi pada sampel kedua dengan variasi selulosa dan pati sebesar 0,5 : 0,7. Hal ini disebabkan kandungan pati yang bersifat hidrofilik yang tinggi sehingga menyerap air banyak (Darni and Utami, 2010).

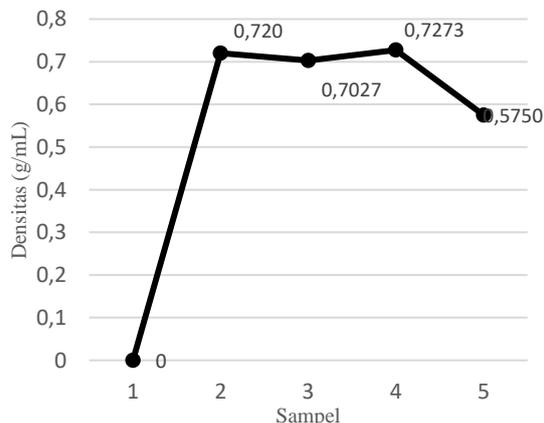
Semakin besar konsentrasi pati maka nilainya semakin besar dikarenakan kecenderungan pati yang memiliki lebih banyak gugus hidroksil (OH) sehingga lebih banyak menyerap air (Setiani et al., 2013). Sedangkan selulosa merupakan komponen yang sukar larut dalam air (Pratiwi et al., 2016). Hal ini sesuai pada sampel berikutnya di mana % penyerapan air menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pati.

Dari hasil ini dapat terlihat bahwa kombinasi antara selulosa dan pati tapioka pada umumnya mampu meningkatkan ketahanan air bioplastik terbaik pada formulasi tertentu, yaitu pada sampel 5.



Gambar 3. Uji Ketahanan Air

Hasil Uji Densitas



Gambar 4. Hasil Uji Densitas

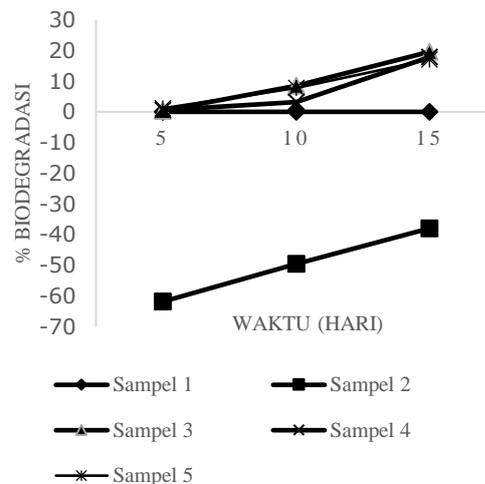
Densitas atau kerapatan (massa/volume) merupakan sifat fisik suatu polimer. Semakin rapat suatu bahan, maka sifat mekaniknya semakin baik. Selulosa dapat mengisi ruang kosong pada film bioplastik, sehingga peningkatan jumlahnya dapat meningkatkan densitas bioplastik (Kristiani, 2015).

Berdasarkan Gambar 4, densitas pada sampel 2, 3, dan 4 memiliki nilai densitas yang hampir menyerupai, sedangkan pada sampel 5 terdapat perbedaan densitas, densitas tertinggi terdapat pada sampel ketiga sebesar 0,7273 g/mL, yang menunjukkan sampel tersebut memiliki kekuatan tarik yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi yang lain, namun belum memenuhi nilai densitas standar LDPE yaitu 0,91-0,925 g/mL (Arizal et al., 2017)

Dengan kerapatan yang tinggi menunjukkan bahwa ruang antar molekul saling berdekatan sehingga tidak memberikan ruang untuk udara, ini berdampak pada sifat bioplastik yang mengakibatkan elastisitas menjadi kecil karena molekul yang rapat sehingga film bioplastik menjadi kaku (Arizal et al., 2017).

Hasil Uji Biodegradasi

Penguburan plastik dilakukan bertujuan untuk melihat kemampuan bioplastik yang terdegradasi dalam tanah, plastik mengalami perubahan berat dengan persentase yang berbeda-beda (Lazuardy and Cahyaningrum, 2013).



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Biodegradasi

Persen biodegradasi tertinggi terjadi pada sampel 3 pada hari ke-15 (Gambar 5) sebesar 19,58%, sedangkan yang terendah terjadi pada sampel 5 sebesar 17,06% (Behjat et al., 2009). menyatakan bahwa semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat plastik tersebut untuk terdegradasi. Sedangkan pada sampel 2 setelah ditimbun dalam tanah mengalami peningkatan massa.

Hal ini juga terjadi pada penelitian (Nugroho et al., 2012) di mana salah satu sampel bioplastik yang di uji biodegradasi tidak mengalami penurunan

massa dikarenakan adanya penyerapan uap air. Selain itu pati yang bersifat hidrofilik akan mudah menyerap air (Darni and Utami, 2010).

Kondisi bioplastik sebelum uji biodegradasi dapat dilihat pada Gambar 6. Dapat dilihat bahwa bioplastik masih utuh berupa persegi 2x2 cm. Namun setelah biodegradasi selama 15 hari, secara kasat mata terlihat pada gambar 6 bahwa sampel bioplastik mulai hancur dan mengalami reduksi ukuran.



Gambar 6. Kondisi awal uji biodegradasi



Gambar 7. Uji Biodegradasi setelah 15 hari

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Hasil pencampuran selulosa dan pati dengan perbandingan massa (selulosa:pati), (0,4:0,8), (0,5:0,7), (0,6:0,6), (0,7:0,5), dan (0,8:0,4) dengan gliserol menghasilkan plastik yang berwarna cenderung hitam. Kuatnya gaya intermolekuler dalam selulosa menyebabkan sulit berinteraksi dengan komponen lain sehingga selulosa terdispersi.
- (2) Untuk uji ketahanan terhadap air sampel (0,8:0,4) yang paling sedikit menyerap yaitu 29,17%, karena penyerapan air menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi pati. Untuk uji densitas sampel (0,6:0,6) memiliki densitas tertinggi yaitu 0,7273

g/mL, karena semakin rapat suatu bahan maka sifat mekaniknya semakin baik di mana film plastik yang dihasilkan mempunyai kekuatan tarik yang baik. Untuk uji biodegradasi tertinggi terjadi pada sampel (0,6:0,6) pada hari ke-15 sebesar 19,58%, sedangkan yang terendah terjadi pada sampel (0,8:0,4) sebesar 17,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- ANGGARAYNI, T.N., 2006. Plastik Ramah Lingkungan Dengan Bahan Baku Biji Alpukat Dan Kulit Kacang Tanah Dengan Penambahan Gliserol 165–168.
- ARIZAL, V., DARNI, Y., AZWAR, E., LISMERI, L., UTAMI, H., 2017. Aplikasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol (Application *Eucheuma Cottonii* in Bioplastics Synthesis Based On Sorghum with Plasticizers Glycerol) 32–39.
- BEHJAT, T., RUSSLY, A.R., LUQMAN, C.A., YUS, A.Y., NOR AZOWA, I., 2009. Effect of PEG on the biodegradability studies of Kenaf cellulose -polyethylene composites. *Int. Food Res. J.* 16, 243–247. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3056.6881>
- DARNI, Y., SITORUS, T.M., HANIF, M., 2014. Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik Thermoplastic Processing of Sorghum and Cellulose to Produce Bioplastics. *Rekayasa Kim. dan Lingkung.* 10, 55–62.
- DARNI, Y., UTAMI, H., 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung.* 7, 88–93. <https://doi.org/10.1038/srep39734>
- DEWANTI, D.P., 2018. Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan Cellulose Potential of Empty Fruit Bunches Waste as The Raw Material of Bioplastics Environmentally Friendly. *Tekno. Lingkung.* 19, 81–88.
- HARTATIK, Y.D., NURIYAH, L., ISWARIN, 2014. Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik. *J. Penelit.* 5, 3–6. [https://doi.org/10.1038/ng1102-347\rng1102-347 \[pii\]](https://doi.org/10.1038/ng1102-347\rng1102-347 [pii])
- I GEDE, S., TYAS, P., 2012. Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong. *Pengelolaan Limbah.*
- JANNAH, M., 2017. Penentuan Konsentrasi Ooptimum Selulosa Sekam Padi Dalam

- Pembuatan Film Bioplastik.
- KAMAL, N., 2012. Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit. *Itenas Libr.* 61–68. <https://doi.org/10.1038/embor.2011.213>
- KRISTIANI, M., 2015. Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bioplastik Dari Pati Biji Durian. Medan, Sumatera Utara.
- LAZUARDY, G.P., CAHYANINGRUM, S.E., 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik berbahan dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA J. Chem.* 2, 161–166.
- NUGROHO, W.S., FITRI, H., RENI, D., WULAN, N., DEA, S.H., 2012. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Alang-alang (*Imperata Cylindrica(L.)*) Dengan Penambahan Kitosan, Gliserol, dan Asam Oleat. *Penelit. Saintek* 13–25. <https://doi.org/10.1126/science.1082364>
- PRATIWI, R., RAHAYU, D., BARLIANA, M.I., 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik Utilization of Rice Straw Cellulose (*Oryza sativa*) as Bioplastics. Jawa Barat 3.
- SETIANI, W., SUDIARTI, T., RAHMIDAR, L., 2013. Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati. *Valensi* 3, 100–109. <https://doi.org/10.15408/JKV.V3I2.506>
- TITANI, F.R., 2017. Bioplastic from Tapioca and Maizena Starch Haryanto , Fena Retyo Titani 18, 1–6.