

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI KITOSAN, PATI TALAS (*Colocasia esculenta*) DAN MINYAK JARAK

Fajri, G., Hasan, M., Zulfadli

Prodi Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh 23111

*Corresponding Author: Gunawanfajri93@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan bioplastik merupakan salah satu solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan sampah. Bioplastik merupakan plastik yang diproduksi dari bahan-bahan yang dapat diperbaharui seperti pati talas dan kitosan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi pati talas, kitosan dengan minyak jarak sebagai bahan pemlastis terhadap uji kuat tarik, ketahanan bioplastik dalam pelarut dan kemampuan degradasi bioplastik. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan cara *blending* pati talas dan kitosan pada berbagai komposisi dengan minyak jarak sebanyak 15% dari total campuran pati talas dan kitosan. Karakterisasi bioplastik dilakukan dengan uji ketahanan bioplastik dalam pelarut, uji kuat tarik dan uji biodegradasi plastik dengan menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Hasil analisis ketahanan bioplastik dalam pelarut air, etanol dan HCl (pH=5) dari yang paling tinggi ke yang paling rendah adalah komposisi pati talas/kitosan (50/50), pati talas/kitosan (40/60) dan pati talas/kitosan (60/40). Hasil uji kuat tarik bioplastik komposisi pati talas/kitosan (40/60) memiliki nilai kuat tarik tertinggi yaitu 11.740 MPa, sedangkan yang terendah pada komposisi pati talas/kitosan (60/40) dengan nilai kuat tarik sebesar 7.470 MPa. Persen elongasi terbesar terdapat pada bioplastik dengan komposisi pati talas/kitosan (60/40) yaitu 18.905% dan persen elongasi terendah pada komposisi pati talas/kitosan (50/50) yaitu sebesar 14.028%. Hasil pengamatan terhadap laju degradasi bioplastik dari yang paling cepat terdegradasi ke yang paling lambat terdegradasi secara berturut-turut adalah komposisi pati talas/kitosan (40/60), komposisi pati talas/kitosan (60/40) dan komposisi pati talas/kitosan (50/50).

Kata Kunci: Bioplastik, kitosan, pati talas, minyak jarak

THE DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BIOPLASTIC FROM CHITOSAN, TARO STARCH (*Colocasia esculenta*) AND CASTOR OIL

ABSTRACT

Bioplastic development is one of the alternative solutions to overcome the problem of waste. Bioplastic is plastics produced from renewable ingredients such as taro starch and chitosan. The purpose of this study is to determine the effect of composition of taro starch and chitosan with castor oil as a plasticizer toward tensile strength test, bioplastic resistance in solvent and bioplastic degradation ability. Bioplastic was made by blending taro starch and chitosan on various compositions which is 15% of them is castor oil. Bioplastic characterization was performed by bioplastic resistance test in solvent, tensile strength test and plastic biodegradation test by using *Pseudomonas aeruginosa* bacteria. The results of analysis of bioplastic resistance in water solvent, ethanol and HCl (pH=5) from highest to lowest were taro starch/chitosan (50/50), taro starch/chitosan (40/60) and taro starch/chitosan (60/40). The tensile strength test of bioplastic composition of taro starch/chitosan (40/60) has the highest tensile strength value of 11,740 MPa, while the lowest is the composition of taro starch/chitosan (60/40) with tensile strength value of 7,470 MPa. The largest percentage of elongation was found in bioplastic with taro starch/chitosan composition (60/40) that was 18.905% and the lowest percentage of elongation in taro starch/chitosan composition (50/50) that was 14.028%. The results of observations on the rate of bioplastic degradation from the fastest degraded to the slowest degraded successively were taro starch/chitosan composition (40/60), taro starch/chitosan composition (60/40) and starch/chitosan composition (50 / 50).

Keywords: bioplastic, chitosan, taro starch, castor oil

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan dalam berbagai keperluan manusia, seperti sebagai pembungkus makanan, alas makanan dan minuman dan untuk keperluan lainnya. Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas ini disebabkan sifatnya yang elastis, transparan, serta kedap air. Plastik pada kenyataannya menimbulkan dampak negatif jika dibuang ke lingkungan. Plastik mencemari lingkungan karena tidak dapat terdegradasi secara cepat oleh mikroorganisme, serta membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar dapat terurai dan menghasilkan dioksin jika dibakar (Darni, dkk., 2008).

Plastik yang sudah tidak dipakai menghasilkan sampah yang sulit terurai secara alami oleh mikroba. Sampah plastik sudah menjadi permasalahan yang sangat mengawatirkan. Berdasarkan data yang disampaikan oleh Indonesia *Solid Waste Association* (InSWA) pada tahun 2014, Indonesia menemati posisi kedua dalam menghasilkan sampah plastik yaitu sebesar 5,4 juta ton lebih per tahunnya, dengan persentase sebesar 14% dari total produksi sampah di Indonesia (Maryati, 2015).

Pemerintah telah menerbitkan kebijakan untuk mengurangi jumlah sampah plastik dengan menerapkan kantong plastik berbayar. Peraturan mengenai kantong plastik berbayar ini, sebagaimana diuraikan dalam surat edaran Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan Direktorat Jendral Pengolahan Sampah, Limbah dan Bahan Berbahaya dan Beracun nomor: S.1230/PSLB3-PS/2016 tentang mekanisme penerapan dan harga kantong plastik berbayar. Minimal harga satu kantong plastik adalah Rp.200,- sebagaimana dijelaskan dalam surat edaran tersebut. Upaya pemerintah dalam mengurangi sampah plastik ini dinilai tidak efektif. Masyarakat lebih memilih untuk tetap memakai kantong plastik dibandingkan membawa tempat sendiri. (Christian, 2016)

Solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut, dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan yang berasal dari bahan alami serta tersedia dalam jumlah besar di alam, dan dapat menghasilkan produk yang memiliki sifat seperti plastik konvensional tetapi mudah terurai di lingkungan (Darni, dkk., 2008). Pengembangan bioplastic merupakan salah satu solusi untuk memecahkan masalah ini. Bioplastic diproduksi dari senyawa-senyawa organik yang dihasilkan dari bagian tanaman seperti selulosa, protein, dan pati yang merupakan material-material yang dapat diperbaharui (*renewable source*).

Pemanfaatan pati dapat menjadi pilihan utama karena pati dapat diperoleh dari beras, jagung, sagu, dan yang semuanya tumbuh dengan mudah di Aceh. Begitu juga dengan tanaman talas tumbuh dengan mudah di Aceh bahkan banyak tumbuh secara liar. Publikasi penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kandungan pati pada talas cukup tinggi. Pati yang dapat diekstraksi dari umbi talas mencapai 80%. Kadar pati yang dihasilkan dari umbi talas nilainya lebih tinggi serta pati yang diperoleh lebih murni (Rahmawati, dkk., 2012).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati talas, kitosan, minyak jarak, etanol (C_2H_5OH), natrium hidroksida (NaOH) pH 10, asam klorida (HCl) pH 5, asam asetat (CH_3COOH) 5%, mikroba *Pseudomonas aeruginosa*, Serbu Nutrisi Agar (NA), Aquades (H_2O), *aluminium foil*, dan koran. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, *hotplate*, *magnetic stirrer*, timbangan analitik, cawan petri, alat uji tarik (IK Force Tester MCT-2150), *needle*, Open, pembakar spiritus, *Laminar Flow* dan *Autoklaf*.

Isolasi Pati Talas

Pati dari umbi talas dapat diisolasi dalam skala laboratorium dengan cara umbi talas dikupas, dan dipotong kecil-kecil. Selanjutnya dicuci dengan air kran untuk menghilangkan kotoran dan lendir. Umbi talas selanjutnya diblender dan dihomogenkan dengan air dengan perbandingan (1:1). Campuran tersebut diperas dengan kain halus. Residu pada kain

dihomogenkan lagi untuk mendapatkan pati yang lebih banyak. *Filtrat* yang dihasilkan selanjutnya diendapkan dan dipisahkan dengan air yang terdapat di atas endapan. Selanjutnya filtrat dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C.

Untuk pemurnian, pati yang dihasilkan dilarutkan dengan NaOH 0,05 M dan diendapkan lagi untuk menghilangkan protein yang ada pada pati. Endapan dipisahkan dengan pelarut serta warna gelap yang timbul pada endapan dipisahkan dengan spatula. Selanjutnya pati dicuci dengan HCl 0,1 M untuk menetralkan pati. Terakhir untuk menghilangkan lemak, pati dicuci dengan kloroform: metanol (2:1), selanjutnya dicuci lagi dengan air. Endapan pati murni selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C (Simesek dan Sedef, 2012).

Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan cara *blending*, ditimbang kitosan, pati Talas dan minyak jarak dengan massa bervariasi yang sudah ditentukan (Tabel 3.1). Kitosan dilarutkan dalam asam asetat 5% dengan *magnetik stirer*. Kemudian dilakukan hal yang sama terhadap pati talas sehingga pati larut. Kedua larutan dicampur dalam gelas kimia dan ditambahkan gliserol sebanyak 15% (0,3 gram). Setelah sampel mulai membentuk gel, sampel dituang ke dalam cetakan dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 75°C sampai semua pelarut menguap dan diperoleh plastik *biodegradable* (Yuniarti, dkk., 2014).

Tabel 1. Rancangan Eksperimen pada Pembuatan Bioplastik

No	Kitosan/Pati Talas (%)	Massa Kitosan (g)	Massa Talas (g)	Massa Total (g)	Minyak Jarak (g)
1	40/60	0,56	0,84	1,4	0,21
2	50/50	0,70	0,7	1,4	0,21
3	60/40	0,84	0,56	1,4	0,21

Uji Tarik

Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran panjang 4 cm dan lebar 1 cm.. Sampel dijepit pada rahang bagian bawah dan atas alat uji tarik. Dijalan kanal sesuai dengan kondisi yang sudah di tentukan sehingga sampel terputus. Diulangi prosedur diatas untuk masing-masing sampel dilakukan 3 kali uji tarik. Dicatat uji tarik yang disajikan dalam bentuk table antara kuat tarik dengan perpanjangan, Hasan (dalam Fitri, 2009).

Uji Ketahanan Bioplastik Dalam Pelarut

Plastik dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Plastik yang telah dipotong kemudian ditimbang dengan neraca analitik. Plastik dimasukkan kedalam gelas kimia 10 ml yang telah diisi pelarut sebanyak 5 ml, kemudian didiamkan dalam suhu kamar. Setiap satu menit, plastik diambil, pelarut di permukaan plastik dilap dengan tisu, kemudian ditimbang. Langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat konstan (Pimpan, dkk., 2001).

Uji Biodegrasi

Proses biodegrasi ini dilakukan di dalam medium agar nutrisi (NA). Medium NA di buat dengan melarutkan Sebanyak 10 gram serbuk NA dengan 100 mL Aquades didalam erlenmeyer, ditutup dengan *Aluminium foil* dan di panaskan diatas *hotplate* selama 15 menit sampai homogen. Kemudian *diinkubasi* dalam *Autoklaf* selama 15 menit. Selanjutnya, medium NA dimasukan kedalam 24 didalam cawan petri. Dimana dalam 12 buah cawan petri diisi Bateria *Pseudomonas aeruginosa* dan 12 buah lain hanya berisi media NA. Sampel bioplastik yang sudah dipotong dengan ukuran (1x1) cm masing-masing yang sudah dimasukkan ke dalam 24 cawan petri yang sudah disiapkan dan selanjutnya ditutup dan dibungkus. Pengamatan di lakukan setiap 5 hari selama 20 hari (Samingan, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Ketahanan Bioplastik Dalam Pelarut

Uji liofobisitas dilakukan dengan cara menimbang massa sampel bioplastik dengan ukuran 1 cm x 1 cm sebelum dan sesudah dicelupkan dalam berbagai pelarut. Penelitian ini menggunakan empat jenis pelarut yakni air, etanol, HCl, dan NaOH Hasil pengamatan dari daya serap pelarut konstan bioplastik ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Daya Serap Konstan Bioplastik pada Berbagai Pelarut

No.	Komposisi (%) Pati Talas/ Kitosan	Daya Serap Terhadap Pelarut (%)			
		Air	Etanol	HCl (pH 5)	NaOH (pH 10)
1	60/40	12,125	0,280	13,472	17,125
2	50/50	8,782	0,231	10,062	10,701
3	40/60	10,843	0,249	19,011	14,246

Berdasarkan data di atas, daya serap bioplastik cenderung menurun dengan meningkatnya persentase kitosan, kecuali pada etanol karena etanol tidak terserap oleh bioplastik. Hal ini disebabkan karena sifat kitosan yang hidrofobik dan tidak larut dalam air. Selain dengan pelarut etanol daya serap pelarut terendah yaitu pada sampel bioplastik dengan perbandingan kitosan/pati talas (50/50) dengan pelarut air yaitu 8,782%. Daya serap pelarut tertinggi pada sampel bioplastik dengan komposisi kitosan 60% dengan pelarut HCl yaitu 19,011%, hal ini terlihat dari bentuk sampel bioplastik yang mengembung setelah dicelupkan kedalam pelarut. Ini menunjukkan adanya pori-pori pada sampel bioplastik, sehingga pelarut mengisi pori-pori pada bioplastik tersebut (Sanjaya dan Puspita, 2009).

Perbandingan antara pelarut HCl dengan NaOH, berdasarkan data hasil uji, bioplastik dengan komposisi pati talas/ kitosan (40/60) menyerap pelarut HCl sebesar 19,001% lebih besar dari pada pelarut NaOH dengan daya serap pelaut sebesar 14.246%, sedangkan pada bioplastik variasi pati talas/ kitosan (60/40) daya serap pelarut NaOH lebih tinggi yaitu 13.472% dari pada pelarut HCl yaitu 13,472%. Ini menunjukkan semakin banyak persentase kitosan maka semakin mudah menyerap pelarut asam dan semakin sulit menyerap pelarut yang bersifat basa. Kitosan memiliki sifat tidak larut dalam air, larut dalam larutan asam dan tidak larut dalam larutan basa dan ikatan silang kitosan memiliki sifat tidak larut dalam media campuran asam dan basa serta memiliki kereaktifan yang tinggi karena memiliki gugus NH_2 dan OH^- . (Muzzarelli,1997).

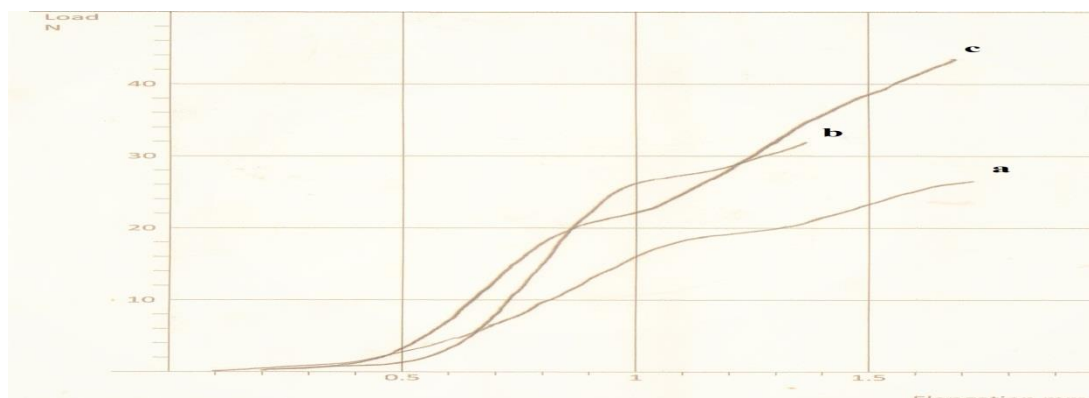
Tabel 3. Persentase Ketahanan Bioplastik Terhadap Berbagai Pelarut

No.	Komposisi (%) Pati Talas/ Kitosan	Daya Tahan Terhadap Pelarut (%)			
		Air	Etanol	HCl (pH 5)	NaOH (pH 10)
1	60/40	87.875	99.720	86.528	82.875
2	50/50	91.218	99.769	89.938	89.299
3	40/60	89.157	99.751	80.989	85.754

Berdasarkan dari Tabel 4.2 dapat diamati persentase ketahanan bioplastik terhadap berbagai pelarut yang paling tinggi ketahanannya adalah menggunakan pelarut etanol. Persentase ketahanan plastik terhadap etanol lebih tinggi dari ketahanan pelarut air, hal ini dipengaruhi oleh ikatan hidrogen, pati dan kitosan mempunyai gugus OH^- yang berikatan dengan air. Pelarut etanol juga bisa membentuk ikatan hidrogen tetapi etanol hanya mengikat air dari bioplastik sehingga massa dari bioplastik berkurang (Listiyarningsih, 2013).

Uji Kuat Tarik

Uji tarik ini dilakukan dengan cara sampel bioplastik dipotong dengan ukuran yang telah disesuaikan dengan alat uji serta dijepit pada grip bagian atas dan bawah. Berikut Gambar 2 grafik tegangan terhadap perpanjangan bioplastik saat putus yang dihasilkan pada uji tarik



Gambar 2. Grafik Tegangan Terhadap Perpanjangan dari (a) Bioplastik Pati Talas/Kitosan (60/40); (b) Bioplastik Pati Talas/Kitosan (50/50); (c) Bioplastik Pati Talas/Kitosan (40/60).

Berdasarkan Gambar 4.3 diatas, bioplastik pati talas/kitosan (40/60) memiliki puncak tegangan tertinggi sedangkan tegangan terendah diperoleh pada bioplastik komposisi bioplastik pati talas/kitosan (60/40). Perenggangan sampel bioplastik paling tinggi terdapat pada sampel bioplastik pati talas/kitosan (60/40) sedangkan yang terendah pada sampel bioplastik pati talas/kitosan (50/50). Tinggi puncak tegangan terhadap perpanjangan renggangan saat putus nilai *Modulus Young* yang merupakan rasio antara kuat tarik saat putus terhadap perpanjangan bioplastik. Hasil pengujian bioplastik kitosan/ pati talas dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tarik
















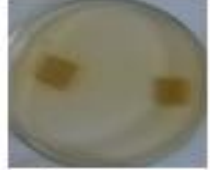






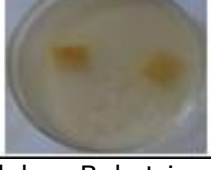

No.	Variasi (%) Pati Talas : Kitosan	Kuat Tarik (MPa)	Elonagansi (%)	Modulus Young (MPa)
1	60:40	7.470 ± 1.460	18.905 ± 2.696	9.802
2	50:50	9.849 ± 0.153	14.028 ± 0.685	14.751
3	40:60	11.740 ± 0.676	17.716 ± 0.033	8.519

Kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik hingga terputus. Berdasarkan Table 4 hasil uji tarik yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada peningkatan persentase kitosan mengakibatkan nilai kuat tarik bioplastik mengalami kenaikan. Nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada variasi bioplastik pati talas/kitosan (40/60) dengan nilai kuat tarik rata – rata sebesar 11,74 MPa, sedangkan yang terendah pada komposisi pati talas/kitosan (60/40) dengan nilai kuat tarik rata – rata sebesar 7,47 MPa. Peningkatan persentase kitosan akan mengakibatkan banyaknya ikatan hidrogen yang terjadi di dalam campuran, baik intermolekuler maupun intramolekuler sehingga nilai kuat tarik pada pada bioplastik akan lebih besar karena lebih besar energi yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan hidrogen tersebut (Sanjaya dan Puspita 2011).

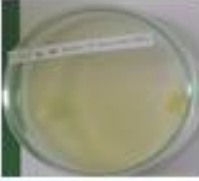

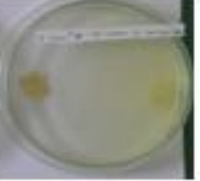





















Peningkatan persentase kitosan maupun persentase pati talas tidak menunjukkan tren peningkatan maupun penurunan terhadap persen elongansi bioplastik. Nilai persentase elongansi terbesar terdapat pada variasi pati talas /kitosan (60/40) yaitu 18,905%, sedangkan nilai terendah pada variasi 50/50 yaitu sebesar 14,028%. Ikatan hidrogen yang terjadi antara pati-kitosan pada bioplastik variasi pati talas/kitosan (50/50) lebih maksimal dibandingkan variasi bioplastik lainnya. Oleh karena itu, interaksi hidrogen antara pati-

pemlastis (minyak jarak) maupun kitosan-pemlastis tidak banyak terjadi sehingga elastisitas bioplastik variasi pati talas/kitosan (50/50) lebih rendah (Listiyarningsih, 2013).

Uji Biodegradasi

Pengamatan	Variasi Pati Talas/Kitosan (%)		
	40/60	50/50	60/40
Hari pertama			
Setelah 5 hari			
Hari pertama			
Setelah 10 hari			
Hari pertama			
Setelah 15 hari			
Hari Pertama			
Setelah 20 hari			

Gambar 3 Hasil Degradasi Sampel Bioplastik dalam Baketri

Pengamatan	Variasi Pati Talas : Kitosan		
	40% : 60%	50% : 50 %	60% : 40%
Hari pertama			
Setelah 5 hari			
Hari pertama			
Setelah 10 hari			
Hari pertama			
Setelah 15 hari			
Hari Pertama			
Setelah 20 hari			

Gambar 4 Hasil Degradasi Sampel Bioplastik tanpa Baketri

Gambar 3 dan 4 menunjukkan perbandingan antara bioplastik sebelum dan setelah diinkubasi kedalam medium bakteri dalam selang waktu tertentu dalam medium bakteri dan medium yang tidak dibubuhi bakteri. Berdasarkan gambar tersebut terlihat adanya bagian dari bioplastik yang terurai. Penguraian sampel ini terlihat meningkat dengan bertambahnya waktu inkubasi. Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa variasi bioplastik pati talas/kitosan (60/40) pada medium yang dibubuhi bakteri cenderung lebih cepat terurai dari variasi lainnya. Hal ini membuktikan bahwa plastik variasi pati talas/kitosan (60/40) memiliki kemampuan daya serap air lebih tinggi sehingga mempengaruhi kekuatan rantai dan tingginya gaya antar rantai dari ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pada rantai yang menyebabkan mudah berinteraksi dengan adanya aktivitas mikroorganisme yang telah dibubuhi pada medium uji (Lazuardi, dkk., 2013). Kecepatan degradasi sampel bioplastik dalam medium bakteri dengan medium tanpa dibubuhi bakteri dapat dibandingkan antara kedua gambar tersebut. Sampel yang tidak dibubuhi bakteri terlihat lebih cepat dalam proses degradasi plastik dibandingkan dengan medium yang dibubuhi bakteri *Pseudomonas aerogenosa*. Medium yang dibubuhi bakteri di semua bagian medium ini mengakibatkan medium tersebut hanya ditumbuhi dan dikuasai oleh bakteri *Pseudomonas aerogenosa* saja, sedangkan medium yang tidak dibubuhi bakteri, sangat memungkinkan ditumbuhi oleh berbagai jenis bakteri maupun mikroorganisme lain seperti jamur sehingga dalam proses degradasi terjadi pegeroyokan terhadap sampel bioplastik. Munculnya mikroorganisme pada medium pendegradasi ini sangat mungkin terjadi dikarenakan proses persiapan medium degradasi sangat rentan terkontaminasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil analisis ketahanan bioplastik dalam pelarut air, etanol dan HCl (pH=5) dari yang paling tinggi ke yang paling rendah adalah komposisi pati talas/kitosan (50/50), pati talas/kitosan (40/60) dan pati talas/kitosan (60/40).
2. Hasil uji kuat tarik bioplastik komposisi pati talas/kitosan (40/60) memiliki nilai kuat tarik tertinggi yaitu 11.740 MPa, sedangkan yang terendah pada komposisi pati talas/kitosan (60/40) dengan nilai kuat tarik sebesar 7470 MPa. Persen elongasi terbesar terdapat pada bioplastik dengan komposisi pati talas/kitosan (60/40) yaitu 18,905% dan persen elongasi terendah pada komposisi pati talas/kitosan (50/50) yaitu sebesar 14,028%.
3. Hasil pengamatan terhadap laju degradasi bioplastik dari yang paling cepat terdegradasi ke yang paling lambat terdegradasi adalah komposisi pati talas/kitosan (40/60), komposisi pati talas/kitosan (60/40) dan komposisi pati talas/kitosan (50/50).

Saran

Pengembangan bioplastik merupakan alternatif untuk memecahkan permasalahan sampah saat ini. Pengembangan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pengujian lebih lanjut seperti uji SEM, FTIR, XRD dan uji permeabilitas oksigen

DAFTAR PUSTAKA

Christian, Willy. 2016. "Kantong Plastik Berbayar atau Membayar Kantong Politik". (Online) (<http://www.kompasiana.com/willychristians/kantong-plastik-berbayar-atau-membayar-kantong-politik.html>., diakses 3 Maret 2017)

- Darni, Y., Chici, A., dan Ismayani, D.S. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plastizer Gliserol. *Makalah* disajikan dalam seminar nasional sains dan teknologi, Uversitas Lampung, 17-18 November 2008.
- Fitri, M. 2009. Pengaruh Ketebalan Pencetakan (*CASTING*) Poliblend dari Pati Tapioka, Khitosan, dan RDBPO sebagai Pemplastis, terhadap Uji Sifat Mekanik dan Permeabilitas Oksigen. *Skripsi*. Banda Aceh: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala.
- Lazuardi P.G dan Cahyanigrum S.E. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati singkong Dengan Plastizer Gliserol. *Journal of Chemistry*. Vol: 2 (3): 161- 166.
- Listiyaningsih, D. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi *Biofilm* Pati Gembili-Kitosan dengan *Plasticizer* Polivinil Alkohol (PVA). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Maryati. 2015. "269.000 Ton Sampah Plastik Cemari Samudra Dunia", (Online), ([http://www.antaraneews.com/berita/.](http://www.antaraneews.com/berita/), diakses pada 09 April 2016).
- Muzzarelli, R.A.A. 1997. *Chitin*. UK: Pergamon Press Oxford.
- Pimpan, V., Ratanarat, K., dan Pongchawanaku, M. 2001. Preliminary Study on Preparation of Biodegradable Plastic From Modified Cassava Starch. *Journals science Research Chulalongkorn University* (26).
- Rahmawati, W., Kusumastuti Y.A. Aryanti, N. 2012. Karakteriasi Pati Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri di Indonesia. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 1. No.(1): 347-351.
- Samingan. 2008. Kumonitas Mikrofungi pada Lapisan searah Acacia Mangium. *Jurnal Agrista Faperta Unsyiah*, 12. (2): 131-140.
- Sanjaya, I Gede M.H. dan Tyas Puspita. 2009. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong. *Jurnal FTI-ITS*.
- Sinaga, R.F, Ginting, G.M, Hasibuan, S. 2014 Pengaruh Penambahan gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik dari Pati Umbi Talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2 (3): 19-24.
- Simesek, S., Sedef, N. 2012. Production of Resistant Strach From Taro (*Colocassia esculenta* (L.) Schoot) Corn and Determination of Its Effect on Health by in Vitro Methods. *Carbohidrat Polimer*, 90:1204-1209.
- Yuniarti, L., Gatot S.H, dan Rahim, A. 2014. Sintesis dan Karakteriasi Bioplastik Berbasis Pati sagu (*metroxylyon* sp). *E-J. Agrotekbis*.2 (1): 38-46.