

Pengaruh Perbandingan Kitosan Dan Selulosa Dari Serat Daun Nanas (*Ananas comosus*) Terhadap Pembuatan Bioplastik

¹⁾Tengku Urai Ani, ²⁾Idral Amri, ²⁾Zultiniar

¹⁾Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Kimia ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Teknologi Produk

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Subrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,

Pekanbaru 28293

Email : onil.andika3113@student.unri.ac.id

tengku.urai3109@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Pineapple leaf waste can be utilized as a raw material for synthesis of bioplastic. the objective from this research was to determine effect of comparison of chitosan and cellulose from pineapple leaf fiber in synthesis of bioplastic and also to determine the good composition of comparison who based on mechanical properties of bioplastic. This research began by extracting cellulose from pineapple leaf fiber in three stages. The first stage was alkaline treatment (delignification), pineapple leaf fiber were cut in size ± 5 mm. Then 400 ml of 1M NaOH was added in 40 grams of fiber and heated at 80°C for 4 hours then washed and filtered. The second stage was bleaching, result of delignification process was dissolved in 5% NaOCl for 3 hours at 30°C then filtered. The third stage of acid treatment, the results of bleaching added 3% HCl and heated at 60°C for 1 hour then filtered and dried so that cellulose was obtained. Furthermore, synthesis of bioplastics was made by mixing PVA 10%, cellulose 1 gram and chitosan with comparison of chitosan: cellulose was 4:10; 5:10; 6:10. Then bioplastic mixture heated and stirred at 70°C for 20 minutes then printed on the glass mold. Repeat the synthesis for cellulose 2 gram. The good composition results in this study were chitosan with a ratio of 5:10, cellulose 2 grams and PVA 10%. Where the results of the tensile strength, elongation, biodegradation and water uptake produced were 15.36 MPa, 10%, 28.44% for 2 weeks and 82.17% respectively. The results of the analysis of Scanning Electron Microscopy (SEM) bioplastics showed that the surface of the bioplastic looks homogeneous and by using the ImageJ application the average of cellulose particle size was 0.246 μ m.

Keywords: *bioplastic, cellulose, chitosan, pineapple leaf fiber, pineapple leaf waste.*

1. PENDAHULUAN

Plastik konvensional yang masih sering digunakan saat ini berasal dari bahan polimer sintesis yang terbuat dari petroleum, atau gas alam yang sulit didaur ulang dan diuraikan oleh pengurai. Plastik konvensional yang dihasilkan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa pencemaran tanah, air, dan udara, serta penumpukan sampah plastik (Marbun, 2012).

Penumpukan sampah plastik *nondegradable* ini menjadi masalah yang perlu ditangani karena kebutuhan plastik sebagai kantong plastik, kemasan pangan atau barang semakin lama semakin

meningkat. Ini dikarenakan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan media lain seperti logam atau gelas, yaitu jauh lebih ringan, harga lebih murah, tidak mudah pecah dan kemudahan dalam proses pembuatan serta aplikasinya. Selain itu, meningkatnya jumlah penduduk di dunia dan penggunaan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui untuk memproduksi plastik menyebabkan semakin bertambahnya penumpukan sampah plastik.

Indonesia berada di peringkat kedua dunia sebagai Negara terbanyak yang membuang sampah plastik ke laut, yaitu mencapai sebesar 187,2 juta ton setelah

Cina yang mencapai 262,9 juta ton (Jambeck dkk, 2015). Hal tersebut didukung dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia yang semakin meningkat sehingga penggunaan plastik semakin banyak. Salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan polimer alami yang bersifat *biodegradable*.

Bioplastik adalah plastik yang bersifat *biodegradable*, yang akan terurai oleh mikroorganisme secara enzimatik menghasilkan air dan gas karbondioksida. Bioplastik menjadi solusi untuk mengurangi permasalahan sampah plastik *nondegradable* karena bersifat ramah lingkungan dan tidak menjadi polutan tanah. Bioplastik dapat disintesis dari bahan alam terbarukan seperti dari agro polimer berupa polisakarida, protein, dan lain sebagainya (Averous, 2008).

Menurut data Kementerian Pertanian (2016), produksi buah nenas di Indonesia tahun 2013 mencapai 1.882.802 ton per tahun. Salah satu wilayah yang menghasilkan nenas di Indonesia adalah Provinsi Riau yang terletak di daerah Rimbo Panjang, Kampar. Produksi nenas saat ini hanya memanfaatkan buah nenas dan meninggalkan limbah seperti daun nenas, mahkota nenas, dsb. Oleh sebab itu, limbah daun nenas yang dihasilkan cukup banyak. Limbah perkebunan yang dapat dimanfaatkan tersebut adalah limbah daun nenas. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan pada pembuatan bioplastik karena didalamnya terdapat selulosa yang merupakan salah satu senyawa penyusun bioplastik. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan bioplastik dengan memanfaatkan limbah perkebunan nenas.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah serat daun nenas, kitosan (CM), polivinil alkohol, akuades, asam asetat, NaOH (Bratachem), NaOCl (Bratachem) dan HCl.

2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, gelas kimia 500 ml dan 250 ml, gelas ukur 10 ml dan 100 ml, oven, cetakan kaca, cawan petri, pipet tetes, batang pengaduk, labu leher tiga, kompor listrik, *hot plate*, *heating mantle*, kondensor. Peralatan atau instrumen untuk karakterisasi antara lain uji kuat tarik/ *Universal Testing Machine* (UTM) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

2.3 Variabel

Variabel berubah pada penelitian ini adalah selulosa 1 dan 2 gram. Selain itu, variabel lainnya yang digunakan adalah perbandingan kitosan dan selulosa, yaitu 4:10, 5:10, dan 6:10 (b/b).

2.4 Prosedur Penelitian

a. Ekstraksi Selulosa

Serat daun nenas dipotong menjadi ukuran ± 5 mm. Selanjutnya dilakukan tahap isolasi selulosa. Ekstraksi selulosa dilakukan melalui tiga tahap perlakuan. Tahap pertama adalah delignifikasi dengan perlakuan basa menggunakan NaOH disertai pemanasan. Pada penelitian ini serat daun nenas sebanyak 40 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dimasukkan NaOH 1 M sebanyak 400 ml kemudian dirangkai alat refluks dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 4 jam. Setelah itu, serat hasil delignifikasi kemudian dicuci dan disaring. Tahap kedua adalah proses pemucatan, hasil tahapan pertama direndam dalam larutan NaOCl 5% selama 3 jam pada suhu 30°C kemudian disaring. Tahap ketiga adalah perlakuan dengan asam, yaitu hasil tahapan kedua dicampurkan menggunakan HCl 3% disertai pemanasan pada suhu 60°C selama 1 jam. Lalu, selulosa hasil ekstraksi disaring dan dikeringkan (Febriyani, 2014).

b. Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dilakukan terlebih dahulu dengan membuat matriks yaitu poli vinil alkohol. Sebanyak 10 gram poli vinil alkohol dicampurkan dengan 100

ml akuades pada suhu 80°C sampai larut (Iriani dkk, 2015). Lalu, kitosan sebanyak 0,4 gram (dari perbandingan kitosan : selulosa 4:10 (b/b) dan basis 1 gram) dilarutkan dalam 10 ml asam asetat 1%. Kemudian, larutan polivinil alkohol ditambahkan dengan selulosa dari serat daun nanas dan kitosan. Setelah itu, campuran dipanaskan dan diaduk pada suhu 70°C selama 20 menit (Roy dkk, 2017) sehingga didapatkan campuran bioplastik siap dicetak pada cetakan kaca. Kemudian, prosedur diulangi untuk variasi selulosa 2 gram serta perbandingan kitosan : selulosa lain yaitu, 5:10 dan 6:10 (b/b).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakterisasi Serat Daun Nanas

Serat daun nanas merupakan salah satu serat yang berasal dari tumbuhan yaitu nanas (*Ananas comosus*). Serat daun nanas memiliki selulosa yang dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pada pembuatan bioplastik. Berikut pada tabel 4.1 ditampilkan hasil karakterisasi dari serat daun nanas yang digunakan pada pembuatan bioplastik.

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Serat Daun Nanas

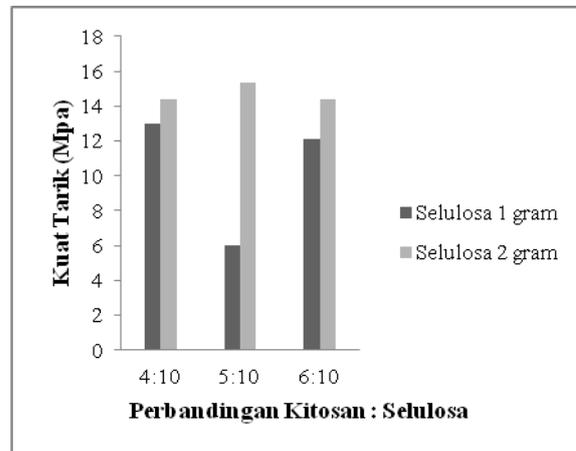
Parameter Analisis	Hasil Analisis	Metode Pengujian
Selulosa	35,81 %	Hidrolisis, Chesson 1981
Hemiselulosa	11,77 %	
Lignin	17,10 %	

Serat daun nanas yang digunakan pada penelitian ini dikirim untuk diuji kadar selulosa, hemiselulosa dan ligninnya. Pengujian dikirim ke Laboratorium Jasa Uji, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. Hasil pengujian pada tabel 4.1 dapat dilihat kadar selulosa dalam serat adalah sebanyak 35,81%.

b. Analisa Sifat Mekanik

Sifat mekanik merupakan hal yang dipertimbangkan untuk kegunaan dari suatu material, baik kegunaan dalam industri maupun kegunaan dalam kehidupan sehari-hari (Eldo, 2012). Sifat mekanik yang

didapatkan dari data pengujian adalah kuat tarik dan elongasi. Pengaruh perbandingan kitosan dan selulosa dari serat daun nanas terhadap kuat tarik bioplastik dapat diinterpretasikan secara grafikal untuk melihat kecenderungan atau keterkaitan antara variabel. Hasil analisa menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki nilai kekuatan tarik seperti ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Kuat Tarik Bioplastik dengan PVA 10%

Kenaikan nilai *tensile strength* dapat diakibatkan karena penambahan selulosa. Hal ini dikarenakan selulosa sebagai komponen penguat di dalam material komposit mampu meningkatkan kekuatan mekaniknya. Peningkatan kekuatan tarik akibat penambahan selulosa terjadi karena peningkatan interaksi gaya tarik-menarik antar intermolekul penyusunnya. Interaksi yang terjadi adalah ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen adalah sejenis gaya tarik antar molekul yang terjadi antara dua muatan listrik parsial dengan polaritas yang berlawanan. Ikatan hidrogen terjadi ketika sebuah molekul memiliki atom F, O atau N yang mempunyai pasangan elektron bebas.

Kondisi ini berkaitan dengan gugus hidroksil yang saling membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan membentuk lapisan yang saling menguatkan (Indriyati dkk, 2006). Listiyaningsih (2013) juga menyatakan dengan bertambahnya komposisi *filler* kitosan akan meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, hal ini dipengaruhi oleh ikatan hidrogen antar

gugus fungsi NH₂ (amino) dari kitosan dan OH (hidroksil) dari polivinil alkohol. Menurut Utari (2008), semakin banyak konsentrasi kitosan maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk dalam bioplastik dan menyebabkan ikatan kimianya semakin kuat dan semakin sulit untuk diputus.

Pada gambar 4.1 juga dapat dilihat nilai kuat tarik terjadi penurunan pada perbandingan dari 5:10 ke 6:10, hal ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi kitosan tidak diikuti oleh pembentukan interaksi dengan rantai polimer bioplastik. Interaksi ikatan hidrogen antara selulosa, kitosan dan polivinil alkohol akan terjadi apabila masih ada gugus OH yang bebas yang dapat berikatan antara senyawa tersebut. Menurut Pratiwi dkk (2016), apabila tidak terdapat gugus OH bebas maka senyawa yang ditambahkan akan ada yang tetap berdiri sendiri sebagai molekulnya tanpa adanya ikatan dengan molekul lain. Hal inilah yang menyebabkan nilai kuat tarik pada peningkatan konsentrasi kitosan bioplastik 6:10 mengalami penurunan. Kitosan yang ditambahkan jika berlebih tidak dapat lagi membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa ataupun gliserol karena sudah tidak terdapat gugus OH bebas. Berikut dapat dilihat tabel perbandingannya pada tabel 4.2.

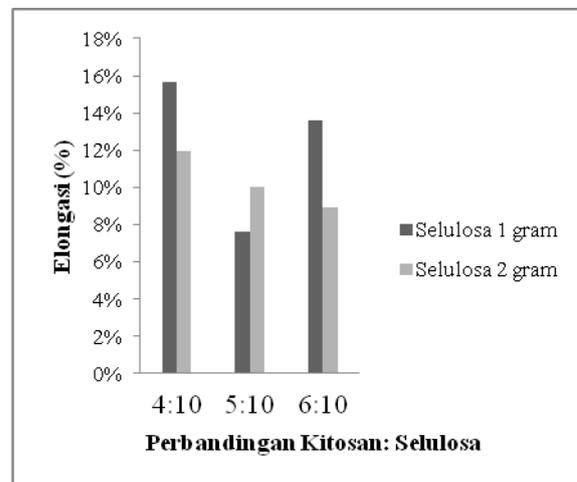
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil dengan SNI dan Penelitian Lain

Parameter	Septiosari dkk (2014)	Pratiwi dkk (2016)	Roy dkk (2017)	SNI 7818	Penelitian Ini
Kuat Tarik (MPa)	6,26	13,8	7,6	13,7	15,36
Elongasi (%)	13,43	-	11,38	400-1120	10

Pada gambar 4.1 dapat dilihat nilai *tensile strength* tertinggi pada analisa bioplastik yang dihasilkan terdapat pada perbandingan 5:10 dengan selulosa serat daun nanas sebanyak 2 gram yaitu sebesar 15,36 MPa. Nilai kuat tarik pada penelitian ini telah sesuai dengan SNI 7818 dan lebih tinggi dibandingkan penelitian lainnya seperti pada tabel 4.2 dimana pada

penelitian Septiosari dkk (2014), Pratiwi dkk (2016) dan Roy dkk (2017) memiliki nilai kuat tarik masing-masing berurutan 6,2551 MPa, 13,8 MPa dan 7,595 MPa.

Sifat mekanik selanjutnya yang akan dibahas adalah elongasi. Hasil analisa elongasi sampel bioplastik yang dihasilkan pada penelitian in dapat dilihat pada gambar 4.2.

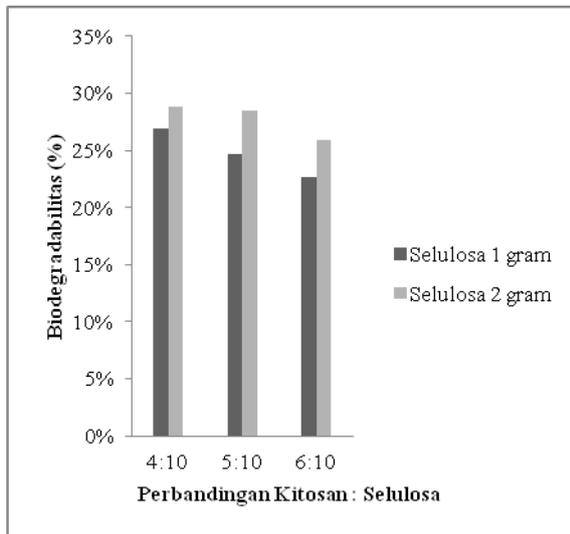


Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Elongasi Bioplastik dengan PVA 10%

Elongasi merupakan regangan maksimum yang dialami bahan saat dikenai gaya. Dengan semakin bertambahnya jumlah *filler* dapat menyebabkan nilai pemanjangan saat putus dari bioplastik menjadi menurun. Gambar 4.2 menunjukkan terjadinya penurunan nilai elongasi dengan penambahan *filler* kitosan. Banyaknya pengisi kitosan menyebabkan menurunnya jarak ikatan intramolekulnya sehingga molekul pemlastis berada di daerah tersendiri di luar fase polimer (Coniwanti dkk, 2014). Menurunnya jarak ikatan ini disebabkan semakin banyaknya terbentuk ikatan hidrogen antara molekul kitosan dengan sehingga bioplastik menjadi semakin kaku dan kurang elastis.

c. Analisa Hasil Biodegradabel

Uji biodegradasi bertujuan untuk mengetahui seberapa lama bioplastik yang dihasilkan agar dapat terurai di lingkungan. Hasil pengujian biodegradasi bioplastik dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Biodegradabel dengan PVA 10%

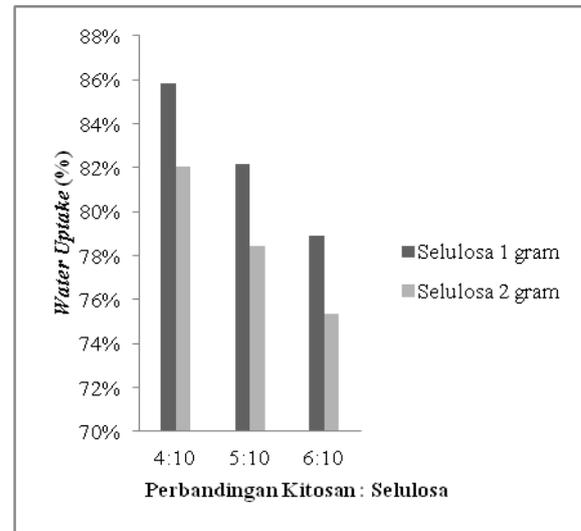
Pada gambar 4.3 dapat dilihat semakin meningkatnya *filler* kitosan menghasilkan nilai biodegradasi semakin rendah. Rendahnya nilai biodegradasi akibat bertambahnya *filler* kitosan juga terjadi pada penelitian Coniwanti dkk (2014). Pada penelitian Coniwanti dkk (2014), semakin meningkatnya konsentrasi kitosan, maka bioplastik akan lebih sulit untuk didegradasi. Hal tersebut disebabkan oleh kitosan sebagai penguat alami memiliki sifat hidrofobik yaitu sukar larut di dalam air yang terkandung di dalam di tanah.

Gambar 4.3 juga memperlihatkan bahwa nilai biodegradabel pada selulosa 2 gram lebih besar dibandingkan selulosa 1 gram. Menurut Behjat dkk (2009), semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat plastik tersebut untuk terdegradasi. Jadi, yang berperan dalam faktor biodegradabilitas suatu plastik adalah bahan penyusunnya.

d. Analisa Hasil Water Uptake

Water uptake sering juga disebut dengan daya serap air, di mana bioplastik yang diharapkan memiliki daya serap air yang rendah. Darni dan Herti (2010) menyatakan bahwa sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekulnya. Bahan poli vinil alkohol yang digunakan dalam penelitian ini bersifat

hidrofilik, yaitu menyukai air. Data analisa *water uptake* bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik gambar 4.4.



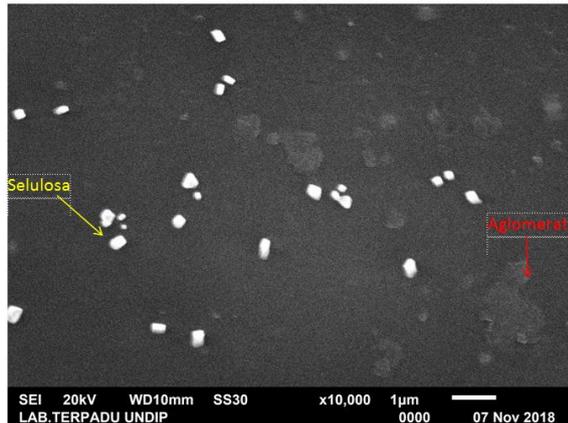
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian *Water Uptake* dengan PVA 10%

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa penambahan kitosan sebagai *filler* menghasilkan nilai *water uptake* semakin rendah. Rendahnya nilai *water uptake* akibat bertambahnya *filler* juga terjadi pada penelitian Roy dkk (2017). Hal ini disebabkan semakin besar kadar *filler* kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut (Utari, 2008). Selain itu, kitosan sebagai biopolimer telah memberikan sifat ketahanan air yang baik pada bahan bioplastik, dikarenakan sifat kitosan yang hidrofobik (tidak suka air) dan mudah mengalami biodegradasi (Kumar, 2000).

e. Analisa Morfologi

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui bentuk dan struktur permukaan dari sampel bioplastik. Hasil analisa SEM bioplastik menunjukkan persebaran dari *filler* selulosa pada matriks poli vinil alkohol. Dari gambar permukaan bioplastik hasil SEM pada gambar 4.5 dapat dilihat

adanya aglomerasi pada panah berwarna merah.



Gambar 4.5 Hasil SEM Permukaan Bioplastik dengan PVA 10% pada Perbesaran 10.000x

Aglomerasi pada matriks poli vinil alkohol dapat mengakibatkan tidak meratanya persebaran dari *filler* yang ditambahkan sehingga mengakibatkan hasil analisa permukaan sampel bioplastik tidak merata. Untuk mengurangi aglomerasi dibutuhkan kompatibilizer dan teknik pengadukan yang lebih baik seperti dengan menggunakan *ultrasonic processing* agar dapat meningkatkan persebaran *filler* secara merata (Marbun, 2012).

Menurut Roy dkk (2017), peningkatan kandungan bahan pengisi bisa menyebabkan terbentuknya aglomerat pada bioplastik. Dimana ketika tingkat aglomerasi meningkat maka interaksi antara pengisi dan matriks menjadi lemah. Selain itu, penurunan nilai kuat tarik juga dapat disebabkan oleh ketidakmampuan pengisi mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks, sehingga mekanisme penguatan oleh adanya pengisi tidak terjadi dengan baik (Adryani dan Maulida, 2014).

4. KESIMPULAN

Semakin tinggi perbandingan kitosan dan selulosa maka kuat tarik yang dihasilkan semakin besar, karena konsentrasi kitosan yang semakin besar sehingga ikatan hidrogen yang terbentuk semakin banyak dan menyebabkan ikatan kimianya semakin kuat dan semakin sulit

putus. Komposisi terbaik yang dihasilkan dari penelitian ini adalah pada kitosan dengan perbandingan 5:10, selulosa 2 gram dan poli vinil alkohol 10%. Dimana hasil kuat tarik, elongasi, biodegradasi dan *water uptake* yang dihasilkan berturut-turut adalah 15,36 MPa, 10%, 28,44% selama 2 minggu dan 82,17%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adryani, R., Maulida. 2014. Pengaruh Ukuran Partikel Dan Komposisi Abu Sekam Padi Hitam Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Komposit Poliester Tidak Jenuh. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3 (4), 31-36.
- Averous, L. 2008. *Polylactic Acid : Synthesis, Properties and Applications, in Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources 1st Edition*. Chapter 21, Amsterdam, Elsevier Ltd.
- Coniwanti, P., Laila, L., Alfira, dan Mardiyah, R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 4 (20). 22-30.
- Behjat T., A. R. Russly, C. A. Luqman, A. Y. Yus dan I. Nor Azowa. 2009. Effect of PEG on the biodegradability studies of Kenaf cellulose-polyethylenecomposites. *International Food Research Journal*. 16. 243-247.
- Darni, Y., Utami, H. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7 (4): 88-93.
- Febriyani, E.P. 2014. Selulosa Mikrobifril dari Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Film Plastik. *Skripsi*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Indriyati, L., Indrarti, dan Rahimi, E. 2006. Pengaruh Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 8 (1). 40-44.
- Iriani, E. S., Kendri W., Titi C. S., dan Asep W. P. 2015. Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas dan Aplikasinya Sebagai Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12 (1). 11-19.
- Jambeck, Jenna R. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. Vol. 347. ISSUE 6223.
- Kementerian Pertanian. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Holtikultura Nenas*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. ISSN: 1907-1507.
- Kumar M. N. R. 2000. A Review of Chitin and Chitosan Application. *Journal Reactive and Functional Polymers*. 46. 1-27.
- Listiyaningsih, D. 2013. Penentuan Dan Karakterisasi Biofilm Pati Gembili-kitosan Dengan Plasticizer Polivinil Alkohol (PVA). *Skripsi*. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Semarang.
- Marbun. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Depok: Universitas Indonesia.
- Pratiwi, R., D. Rahayu, dan M. I. Barliana. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*. 3 (3). 83-91.
- Roy, M. P., Irdoni, dan Bahrudin. 2017. Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Berbasis Batang Pisang Terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbahan Pati Umbi Talas. *Jurnal Online Mahasiswa FTEKNIK*. 4 (1). 1-7.
- Septiosari, A., Latifah., dan Kusumawati, E. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 3 (2): 157-162.
- Utari, S. 2008. Pembuatan Bioplastik dari Campuran Rumpun Laut (*Gracilaria coronopifolia*) dan Kitosan dengan Gliserol sebagai Plasticizer. *Skripsi*. Teknik Kimia. Bandar Lampung.