

PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI LIMBAH KERAK NIRA

Rega Satria Wijaya, Firra Rosiawari dan Edi Mulyadi

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email: regasatria98@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan plastik konvensional membawa masalah bagi lingkungan karena sifatnya yang sulit diuraikan oleh lingkungan. Indonesia berada di peringkat kedua dunia penghasil sampah plastik ke laut yang mencapai 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton. Alternatif yang dapat digunakan yaitu mengganti plastik tersebut dengan plastik yang dapat terurai atau plastik biodegradable. Salah satunya yaitu limbah kerak nira dari industri gula. Berdasarkan uji analisis, kerak nira memiliki kandungan selulosa 30,3% berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable. Pembuatan plastik biodegradable menggunakan variasi limbah kerak nira 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr. Penambahan plasticizer gliserol dan sorbitol dengan perbandingan 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 akan dibentuk dengan basis 4 ml. Karakterisasi plastik biodegradable dilakukan dengan menggunakan pengujian kuat tarik (tensile strength), elongasi, dan uji biodegradasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan plasticizer gliserol 50% dan sorbitol 50% memiliki nilai kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 0,94 Mpa dan pada komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan plasticizer gliserol 75% dan sorbitol 25% memiliki nilai elongasi tertinggi yaitu sebesar 11,73%. Hasil uji biodegradasi menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kuat tarik dan elongasi plastik biodegradable, maka akan terdegradasi lebih lama.

Kata kunci: limbah kerak nira, plastik biodegradable, gliserol, sorbitol

ABSTRACT

The use of conventional plastics brings problems to the environment because difficult to become disentangled. Indonesia is second ranked in the world of plastic waste to the sea which reached 187,2 million tons after China reached 262,9 million tons. The alternative can replace the conventional plastic is biodegradable plastic. One of them is the sap crust from the sugar industry. Based on the analysis test, the sap crust has 30,3% cellulose which can be used as raw material for making biodegradable plastic. Fabrication of biodegradable plastic using variation of sap crust waste 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, and 10 gr. Addition of glycerol and sorbitol plasticizer by comparison 100:0, 50:50, 0:100 with a base of 4 ml. Characterization of biodegradable plastics by using the Tensile Strength tests, Elongation tests, and Biodegradation tests. The results showed that on the composition of the 6 gr sap crust and added plasticizer with 50% glycerol and 50% sorbitol has the highest tensile strength value 0,94 Mpa and on the composition of the 6 gr sap crust and added plasticizer with 75% glycerol and 25% sorbitol has the highest elongation value 11,73%. Biodegradation test results show that the higher value of tensile strength and elongation, it will be degraded longer.

Key word: sap crust waste, biodegradable plastic, glycerol, sorbitol

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, dan berbagai sektor lainnya. Hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan antara lain fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain, dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002). Kebutuhan akan plastik tersebut sangat besar sehingga memicu permasalahan lingkungan di dunia terutama di Indonesia yaitu sampah plastik.

Sampah plastik dapat mencemari lingkungan karena membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar terdekomposisi atau terurai secara sempurna dan dapat menghasilkan dioksin ketika dibakar (Vedder, 2008). Menurut Jambeck (2015), Indonesia berada di peringkat kedua dunia penghasil sampah plastik ke laut yang mencapai 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton. Salah satu cara untuk mengurangi limbah plastik ini dengan cara mendaur ulang plastik tersebut. Plastik daur ulang ini juga menimbulkan isu kesehatan yang dapat membahayakan terkait tingkat keamanan dan kesehatan bagi pemakainya (Sanjaya & Puspita, 2011). Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan yang berasal dari bahan yang dapat terurai di lingkungan, tersedia di alam dalam jumlah besar, dan dapat menghasilkan produk berkekuatan sama dengan plastik sintetis (Darni *et al.*, 2008).

Alternatif yang ditawarkan pada pembuatan plastik *biodegradable* ini berasal dari limbah kerak nira dari industri gula. Limbah kerak nira berasal dari proses pengentalan nira yang akan dijadikan kristal gula. Pada proses tersebut nira mengeras dan menempel di saluran atau pipa. Berdasarkan uji analisis, kerak nira memiliki kandungan selulosa 30,3%, hemiselulosa 4,52%, dan lignin 11,25%. Kandungan selulosa yang terdapat di kerak nira tersebut, berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan Plastik *biodegradable* mempunyai metode yang beragam tergantung dari sifat fisika dan kimia bahan baku yang digunakan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah teknik inverse fasa, yaitu dengan menguapkan pelarut yang telah dicetak pada plat kaca.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang material pembuatan plastik *biodegradable*, untuk meningkatkan sifat mekanis plastik *biodegradable* ditambahkan *plasticizer*. Penelitian mengenai *biodegradable film* dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* pada ampas nanas menunjukkan bahwa gliserol mampu merubah sifat *biodegradable film* menjadi lebih plastis (Satriyo, 2012). Penambahan *plasticizer* pada *biodegradable film* berfungsi untuk mengurangi kerapuhan *film*, meningkatkan permeabilitas uap air dan meningkatkan sifat plastik (Gontard & Guilbert, 1992).

Sintaria (2012) melakukan penelitian berbasis ampas rumput laut *Eucheuma cottonii* menunjukkan bahwa tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan kertas sehingga permukaan kertas lebih halus. Tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengisi pada rongga-rongga *biodegradable film*, sehingga dapat memperkecil pori-pori dan menghomogenkan *biodegradable film* (Chandra, 2011). Penambahan tapioka diharapkan dapat memperbaiki sifat *biodegradable film* dari bahan selulosa.

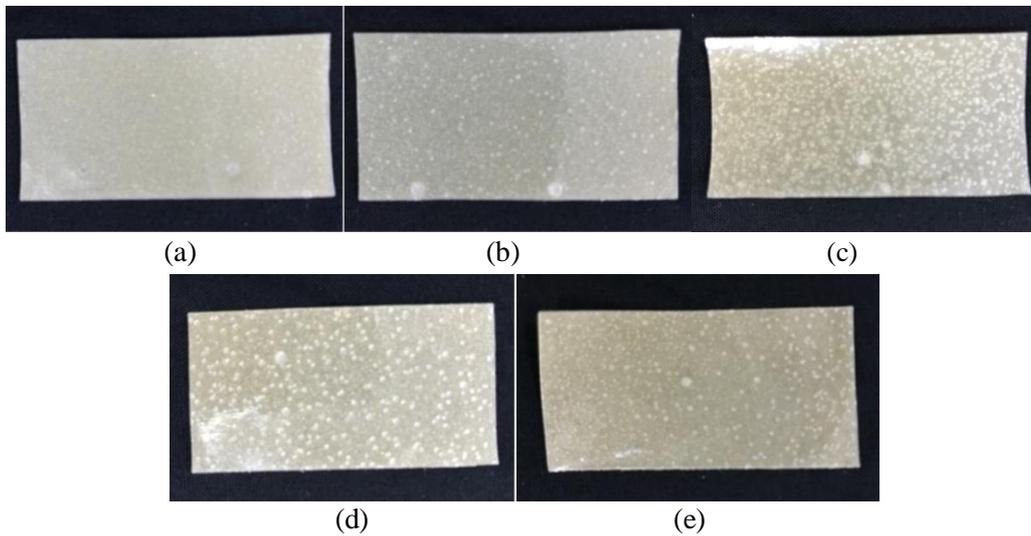
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan limbah kerak nira dari industri gula sebagai plastik *biodegradable*, penambahan gliserol dan sorbitol sebagai *plasticizer* dan tapioka sebagai bahan pengisi untuk meningkatkan kuat tarik, elongasi serta kecepatan degradasi terhadap pembuatan plastik *biodegradable*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi sampah plastik yang sulit terdegradasi dan menghasilkan suatu plastik *biodegradable* baru yang memiliki sifat lebih unggul.

METODE PENELITIAN

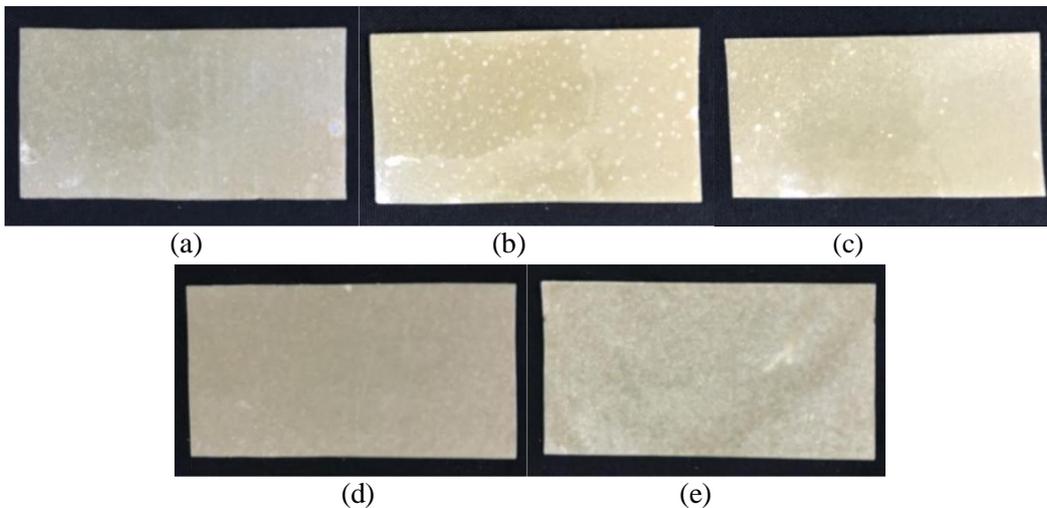
Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan variasi limbah kerak nira 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr. Penambahan *plasticizer* gliserol dan sorbitol dengan perbandingan 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 akan dibentuk dengan basis 4 ml. Karakterisasi plastik *biodegradable* dilakukan dengan menggunakan pengujian kuat tarik (tensile strength), elongasi, dan uji biodegradasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN Penampakan Visual Plastik *Biodegradable* Sampel plastik *biodegradable* dibuat dari pemanfaatan limbah kerak nira dengan variasi komposisi 2 gr, 4 gr, 6 gr, 8 gr, dan 10 gr. Penambahan gliserol dan sorbitol sebagai

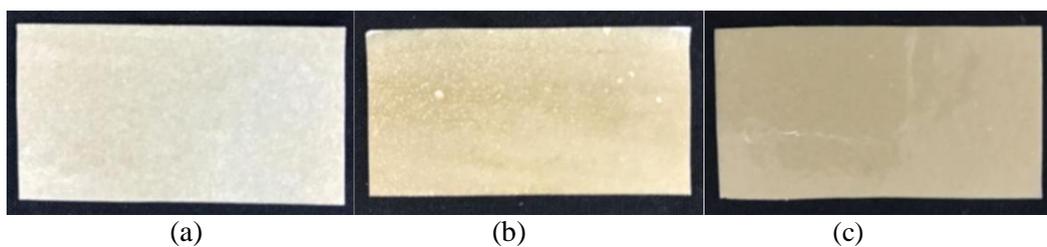
plasticizer untuk meningkatkan elastisitas sampel plastik *biodegradable* dengan perbandingan 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100 berbasis 4 ml. Berikut merupakan penampakan visual plastik *biodegradable* pada penelitian ini.

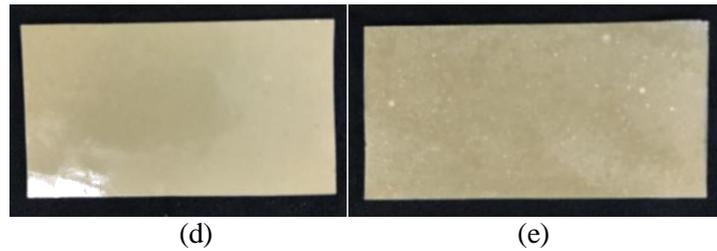


Gambar 1 Sampel dengan Penambahan 2 gram Kerak Nira dan Perbandingan *Plasticizier* Gliserol dan Sorbitol (a) 100:0 (b) 75:25 (c) 50:50 (d) 25:75 (e) 0:100

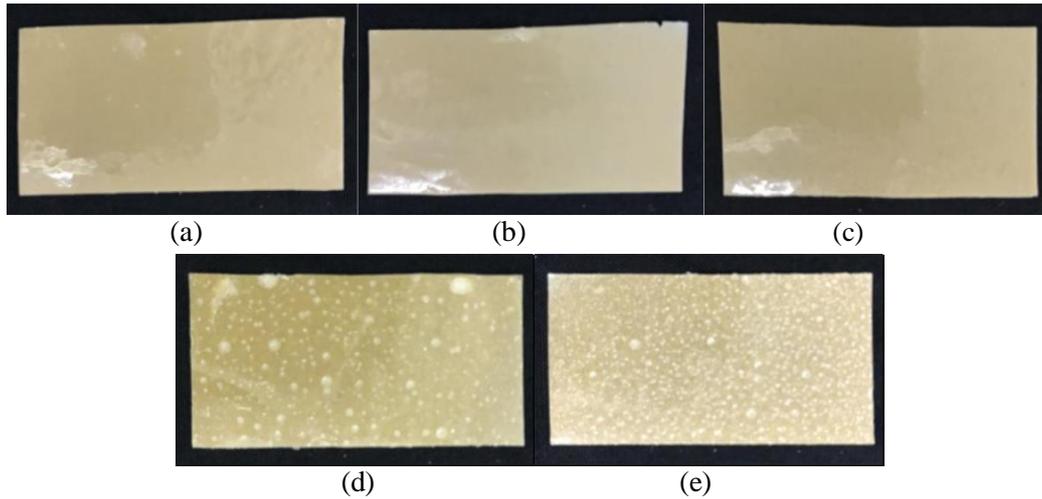


Gambar 2 Sampel dengan Penambahan 4 gram Kerak Nira dan Perbandingan *Plasticizier* Gliserol dan Sorbitol (a) 100:0 (b) 75:25 (c) 50:50 (d) 25:75 (e) 0:100

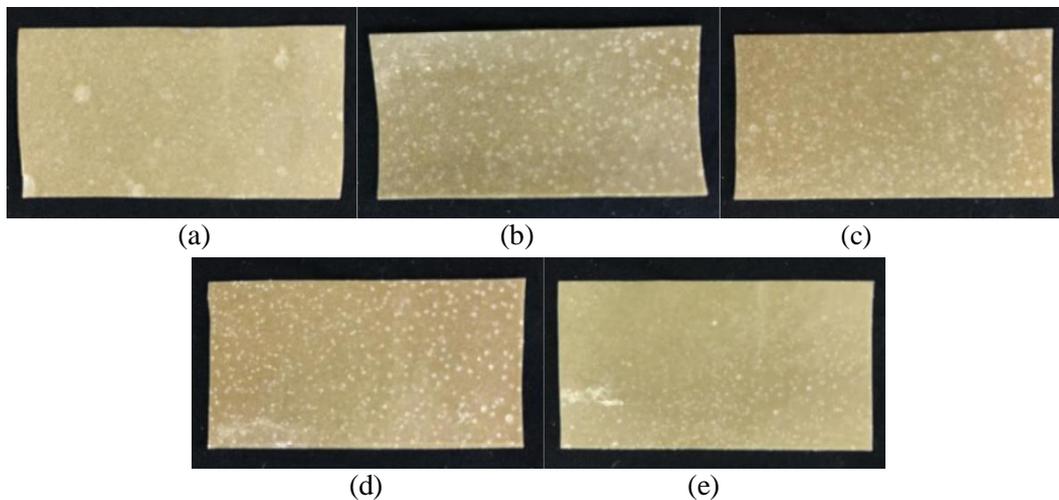




Gambar 3 Sampel dengan Penambahan 6 gram Kerak Nira dan Perbandingan *Plasticizier* Gliserol dan Sorbitol (a) 100:0 (b) 75:25 (c) 50:50 (d) 25:75 (e) 0:100



Gambar 4 Sampel dengan Penambahan 8 gram Kerak Nira dan Perbandingan *Plasticizier* Gliserol dan Sorbitol (a) 100:0 (b) 75:25 (c) 50:50 (d) 25:75 (e) 0:100

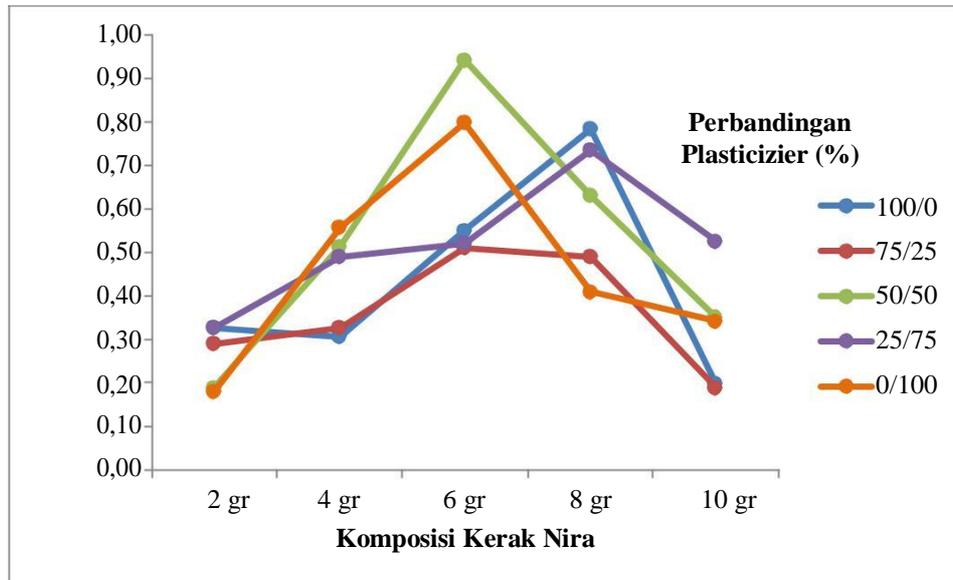


Gambar 5 Sampel dengan Penambahan 10 gram Kerak Nira dan Perbandingan *Plasticizier* Gliserol dan Sorbitol (a) 100:0 (b) 75:25 (c) 50:50 (d) 25:75 (e) 0:100

Berdasarkan penampakan visual plastik *biodegradable* yang terbentuk semakin berwarna kecoklatan. Hal ini dipengaruhi karena penambahan serbuk kerak nira dari 2 gram yang masih terlihat bening keputihan berubah warna seiring dengan semakin bertambahnya komposisi serbuk kerak nira dan puncaknya pada 10 gram sampel berwarna kecoklatan.

Kuat Tarik

Pengukuran kuat tarik menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Kuat tarik plastik *biodegradable* yang diperoleh dari hasil pengukuran antara 0,18 Mpa sampai 0,94 Mpa. Berikut merupakan hasil uji kuat tarik plastik *biodegradable*.



Gambar 6 Hasil Uji Kuat Tarik Plastik *Biodegradable*

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat bahwa kuat tarik plastik *biodegradable* tertinggi adalah pada komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 50:50 yaitu sebesar 0,94 Mpa, sedangkan kuat tarik plastik *biodegradable* terendah adalah pada komposisi kerak nira 2 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 0:100 yaitu sebesar 0,18 Mpa.

Penambahan serbuk kerak nira yang mengandung selulosa 30,3% berperan aktif meningkatkan nilai kuat tarik plastik *biodegradable*. Dilihat dari komposisi yang ditambahkan, pada perbandingan *plasticizier* 75:25, 50:50, dan 0:100 terjadi peningkatan kuat tarik yang puncaknya dominan pada komposisi serbuk kerak nira 6 gram, namun mengalami penurunan pada komposisi serbuk kerak nira 8 gram dan 10 gram. Berdeda pada perbandingan *plasticizier* 100:0 dan 25:75 peningkatan kuat tarik yang puncaknya terjadi pada komposisi serbuk kerak nira 8 gram dan mengalami penurunan pada komposisi serbuk kerak nira 10 gram.

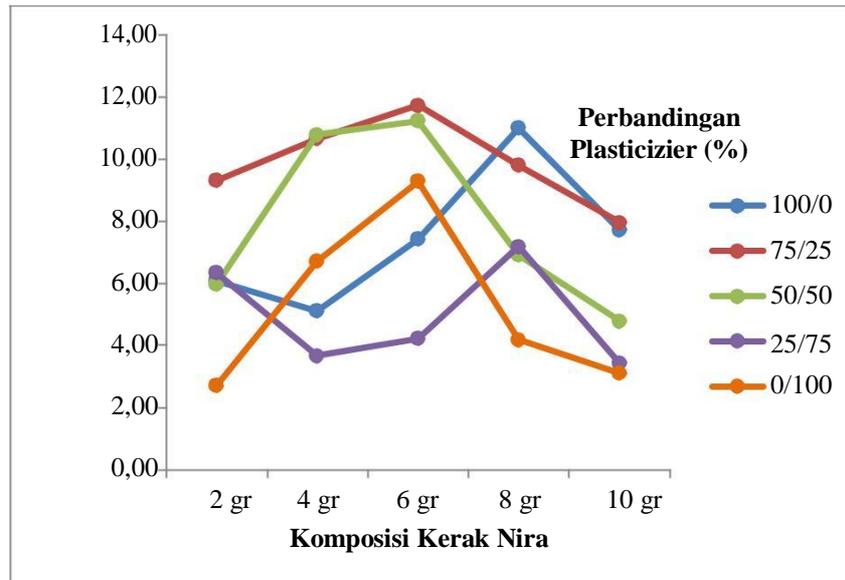
Penambahan kerak nira yang mengandung selulosa secara efektif akan meningkatkan kekuatan tegangan namun sifat material akan lebih getas (rapuh atau mudah sobek). Pada komposit meningkatnya derajat kristalinitas maka karakteristik mekanikalnya akan berubah dari

elastis menjadi kaku dan getas. Klemm (1998) dalam Wiradipta (2017), mengatakan karakteristik selulosa adalah kuat dan keras karena struktur selulosa dapat tersusun secara teratur dan membentuk daerah kristalin. Daerah kristalin adalah daerah yang terbentuk dengan susunan rantai yang sangat teratur. Oleh karena itu, penambahan selulosa akan meningkatkan struktur kristalin komposit plastik, sehingga sifatnya akan lebih getas.

Jika dibandingkan dengan standar plastik SNI besarnya kuat tarik mencapai 24,7 – 302 Mpa dan plastik *biodegradable* jenis plastik poli asam laktat (PLA) (Kaplan, 1994) yang mencapai 2050 Mpa. Besarnya kuat tarik plastik *biodegradable* yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 0,94 Mpa belum sesuai dengan standar yang digunakan oleh plastik SNI maupun plastik *biodegradable* jenis plastik poli asam laktat (PLA).

Elongasi

Persentase pemanjangan diperoleh dengan membandingkan besar pemanjangan dengan panjang awal sampel setelah uji tarik. Elongasi plastik *biodegradable* yang diperoleh dari hasil pengukuran antara 2,70% sampai 11,73%. Berikut merupakan hasil uji persen perpanjangan (elongasi) plastik *biodegradable*.



Gambar 7 Hasil Uji Elongasi Plastik *Biodegradable*

Berdasarkan gambar 7, dapat dilihat bahwa persen perpanjangan (elongasi) plastik *biodegradable* tertinggi adalah pada komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 75:25 yaitu sebesar 11,73%, sedangkan persen perpanjangan plastik *biodegradable* terendah adalah pada komposisi kerak nira 2 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 0:100 yaitu sebesar 2,70%.

Persen pemanjangan (elongasi) sangat penting untuk diketahui, karena dapat membantu mengetahui tingkat plastis *biodegradable film*. Pada *biodegradable film*, semakin tinggi nilai persen pemanjangan maka akan semakin plastis, sebaliknya semakin rendah akan bersifat rapuh (Theresia, 2003). Pada penelitian ini, dilakukan penambahan *plasticizier* gliserol dan sorbitol yang dimaksudkan untuk mengurangi ikatan molekuler pada selulosa dengan memutuskan rantainya yang panjang sehingga *biodegradable film* yang dihasilkan menjadi plastis (elastis).

Penambahan *plasticizier* gliserol 75% dan sorbitol 25% memiliki nilai elongasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan perbandingan *plasticizier* lainnya. Gliserol merupakan *plasticizier* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan intermolekuler sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas (Nourieddini & Mendikonkuru, 1997).

Pada penelitian yang dilakukan Wirawan *et al.*, (2012), pengaruh *plasticizier* gliserol dan sorbitol pada karakteristik *edible film* dari pektin menunjukkan persen perpanjangan dengan penambahan *plasticizier* gliserol yaitu 37,82%, sedangkan persen perpanjangan dengan penambahan *plasticizier* sorbitol lebih rendah yaitu 31,58%. Dari segi sifat *film* yang terbentuk, *film* dengan *plasticizier* gliserol lebih fleksibel dan elastis daripada film dengan *plasticizier* sorbitol.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *plasticizier* gliserol mampu meningkatkan persen perpanjangan (elongasi) lebih tinggi daripada *plasticizier* sorbitol karena sorbitol lebih bersifat rapuh (*brittle*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Wirawan *et al.*, (2012), yaitu gliserol merupakan *plasticizier* yang lebih efisien dibandingkan sorbitol.

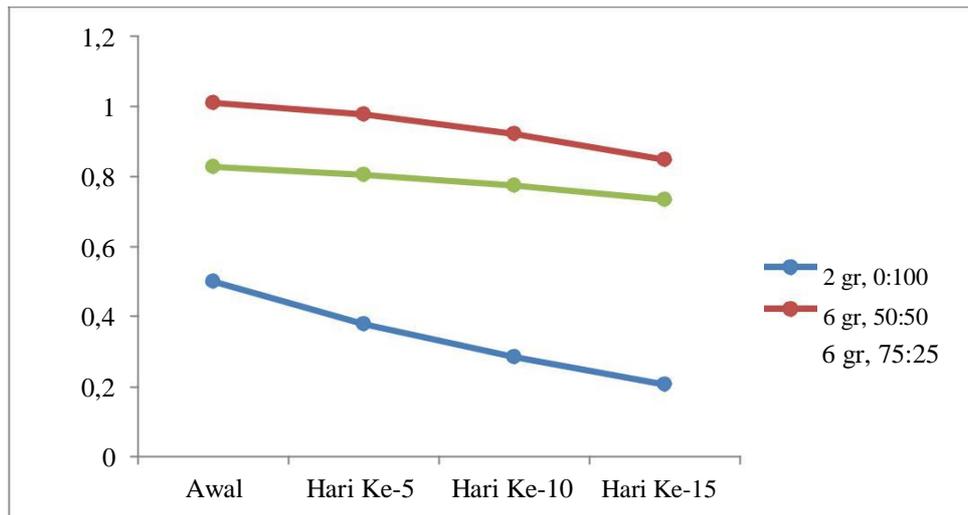
Jika dibandingkan dengan standar plastik SNI persen perpanjangan mencapai 21% – 202% dan plastik *biodegradable* jenis plastik poli asam laktat (PLA) (Kaplan, 1994) yang mencapai 9%.

Besarnya persen perpanjangan plastik *biodegradable* yang dihasilkan pada penelitian ini adalah sebesar 11,73% belum sesuai dengan standar yang digunakan oleh plastik SNI, namun sesuai dengan standar plastik *biodegradable* jenis plastik poli asam laktat (PLA).

Biodegradasi

Pada penelitian ini, pengujian biodegradasi hanya dilakukan pada sampel yang memiliki nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) tertinggi dan terendah. Pada sampel komposisi kerak nira 2 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 0:100 memiliki nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) terendah.

Sampel dengan komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 50:50 memiliki nilai kuat tarik tertinggi. Sedangkan, persen perpanjangan (elongasi) tertinggi terdapat pada sampel 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 75:25..



Gambar 8 Hasil Uji Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Berdasarkan gambar 10, dapat dilihat bahwa pada ketiga sampel yang dilakukan uji biodegradasi mengalami penurunan hingga hari ke-15. Pada sampel komposisi kerak nira 2 gram dengan *plasticizier* griserol dan sorbitol 0:100 yang memiliki nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) terendah mengalami pengurangan massa cukup signifikan dibandingkan dengan sampel lain dengan rata-rata persen degradasi 45,3%. Hal ini dapat terjadi karena strukturnya yang kurang rapat dan tidak homogen menyebabkan mikroorganisme mudah menguraikan partikel-partikel penyusun plastik.

Berbeda dengan sampel komposisi kerak nira 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 50:50 yang memiliki nilai kuat tarik tertinggi mengalami pengurangan massa dengan rata-rata persen degradasi 13,2%. Begitu pula dengan sampel yang memiliki persen perpanjangan (elongasi) tertinggi yaitu pada sampel 6 gram dengan penambahan *plasticizier* griserol dan sorbitol 75:25 mengalami pengurangan massa dengan rata-rata persen degradasi 8,8%. Pada kedua sampel tersebut strukturnya rapat dan homogen, dengan karakteristik tersebut tentunya menyebabkan

mikroorganisme sulit menguraikan partikel-partikel penyusun plastik. Sama seperti yang dilakukan pada penelitian Utomo *et al.*, (2013), sampel yang memiliki nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) tertinggi akan terdegradasi lebih lama dibandingkan dengan sampel yang memiliki nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) terendah.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai kuat tarik dan persen perpanjangan (elongasi) plastik *biodegradable*, maka akan terdegradasi lebih lama. Hal ini terjadi karena partikel-partikel penyusun plastik yang terbentuk strukturnya rapat dan homogen sehingga mikroorganisme sulit mengurai sampel plastik *biodegradable*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kerak Nira Sebagai Bahan Pembuatan Plastik *Biodegradable*” diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kerak nira yang mengandung selulosa secara efektif dapat meningkatkan kuat tarik plastik *biodegradable*. Komposisi optimum kerak nira 6 gram dengan

perbandingan *plasticizier* gliserol 50% dan sorbitol 50% terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* yaitu sebesar 0,94 Mpa.

2. Persen perpanjangan (elongasi) plastik *biodegradable* sangat penting untuk diketahui, karena dapat membantu mengetahui tingkat plastis *biodegradable film*. Komposisi optimum kerak nira 6 gram dengan perbandingan *plasticizier* gliserol 75% dan sorbitol 25% terhadap persen perpanjangan (elongasi) plastik *biodegradable* yaitu sebesar 11,73%.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, L. H. (2011). *Pengaruh Konsentrasi Tapioka dan Sorbitol dalam Pembuatan Edible Coating pada Penyimpanana Buah Melon*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Darni, Y., & Herti, U. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7 (4): 88-93.
- Darni, Yuli, Chici, A., & Sri, I. D. (2008). Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi II 2008*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Gontard, N., & Guilbert. (1992). *Bio Packaging : Tecnology and Properties of Edible Biodegradable Material of Agricultural Origin. Food Packaging a Preservation*. Gaithersburg, Maryland: The Aspen Publisher Inc.
- Kaplan. (1994). *Fundamental of Biodegradable Polymer*. Pennsylvania, USA: Technomic Publishing Company Inc.
- Nourieddini, H., & Mendikonkuru, V. (1997). Glycerolysis of Fats and Methyl Ester. *J. Am. Oil. Chem. Socs*, 74(4):418-425.
- Nurminah. (2002). *Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sanjaya, I., & Puspita, T. (2011). Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik *biodegradable* Dari Pati Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia ITS*.
- Satriyo.(2012). *Kajian Penambahan Chitosan, Gliserol, Dan Cmc Terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Bahan Komposit Nanas*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Sintaria D. (2012). *Pengaruh konsentrasi hidrogen peroksida H2O2 dan tepung tapioka terhadap sifat fisik kertas berbasis ampas rumput laut Eucheuma cottonii*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Theresia, V. (2003). *Aplikasi dan Karakterisasi Sifat Fisik Mekanik Plastik Biodegradable dari Campuran LLDPE dan Tapioka*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Vedder, T. (2008). *Edible Film*. London: CRC Press.
- Wiradipta, I. A. (2017). *Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa dari Tongkol Jagung*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wirawan, S. K., Prasetya, A., & Ernie. (2012). Pengaruh Plasticizer Pada Karakteristik Film Dari Pektin. *Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*, Vol. 14 No. 1 Hal. 61-67.