

Pengaruh Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol Dalam Pembuatan Plastik *Biodegradable* Dari Pati Talas

Effect Of Chitosan And Glycerol Plastizer In BiodegradableI Plastics Development Of Talas Pati

Hilwatullisan¹⁾ dan Ibrahim Hamid^{1a)}

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia 30139

^{1a)}Widyaiswara di Badan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia 30139

^{a)}Corresponding/ Main Contributor : hilwalisan@yahoo.com dan Ibrahim_plgskynian@yahoo.com

ABSTRAK

Sampah plastik termasuk salah satu masalah lingkungan yang paling memprihatinkan di Indonesia, bahkan diperkirakan sudah mencapai ribuan ton. Plastik akan rusak dalam waktu 450 hingga 600 tahun. Untuk itu, diperlukan plastik yang ramah lingkungan untuk mengurangi polusi yang diakibatkan sampah plastik, misalnya plastik biodegradable. Plastik biodegradable adalah jenis plastik yang terbuat dari sumber biomassa terbarukan, seperti minyak nabati, pati, dan mikrobiota. Pati umbi talas dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable karena pati umbi talas mengandung 74,34% karbohidrat. Dalam penelitian ini, pembuatan plastik biodegradable menggunakan metode casting dengan variasi chitosan (0gr; 0,5gr; 1 g) dan variasi volume gliserol (2ml, 3ml, 4ml) melalui 3 tahap yaitu pembuatan talas pati, pembuatan plastik dan analisis plastik biodegradable (kekuatan tarik, tahan air, titik leleh dan uji biodegradasi). Efek penambahan volume gliserol akan meningkatkan waktu degradasi plastik tetapi mengurangi nilai kekuatan tarik, % tahan air dan titik lebur. Efek chitosan akan meningkatkan nilai kekuatan tarik dan % ketahanan air, tetapi dapat mengurangi waktu degradasi plastik

Kata Kunci : biodegaradabe, kitosan, degradasi, talas

Abstract

Plastic waste including one of the problem of environment that most concern in Indonesia, even thought to have reached thousands of tons. Plastic will be breaks down in time 450 until 600 years. Taro tuber starch can be used as raw material for the making of biodegradable plastics because taro tuber starch containing 74,34% carbohydrates. Biodegradable plastics using the casting method with variation of chitosan (0gr ; 0,5gr ; 1 g) and glycerol volume variation (2ml , 3ml , 4ml)through 3 stages of that is making taro starch, making plastics and analysis of biodegradable plastic (tensile strenght, water resistance, a melting point and biodegradability test). Adding glycerol volume will increase degradation time of plastic but reduce the value of tensile strength water resistance % and a melting point. Chitosan will increase the value of tensile strength and % water resistance , but it can decreasing degradation time of plastic.

Keywords: *biodegradable, chitosan, degradation, starch*

PENDAHULUAN

Plastik adalah bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia, sebagai alat bantu yang relatif kuat, ringan dan mempunyai harga yang murah. Plastik merupakan bahan yang *nondegradable* sehingga pemanfaatan plastik harus diperhatikan mengingat besarnya limbah yang dihasilkannya [1].

Plastik memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil. Kelemahan plastik diantaranya adalah bahan baku utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui [2]. Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah [3].

Plastik mudah terbakar, ancaman terjadinya kebakaranpun semakin meningkat. Asap hasil pembakaran bahan plastik sangat berbahaya karena mengandung gas-gas beracun seperti hidrogen sianida (HCN) dan karbon monoksida (CO). Hidrogen sianida berasal dari polimer berbahan dasar akrilonitril, sedangkan karbon monoksida sebagai hasil pembakaran tidak sempurna. Hal inilah yang menyebabkan sampah plastik sebagai salah satu penyebab pencemaran udara [4].

Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan teknologi kemasan plastik *biodegradable* yang merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik *nondegradable*. Pembuatan plastik dapat dilakukan di semua lingkungan, baik pada kondisi aerob maupun anaerob, dan di dalam tubuh hewan. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil pertanian), memiliki potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik [5].

Salah satu sumber pati yang sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* yang berasal dari tanaman yaitu talas. Karena talas sangat tepat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis [6].

Plastik edible yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Plastik kitosan dengan penambahan bahan *plasticizer* mempunyai sifat lebih fleksibel dari pada film tanpa *plasticizer*. Menurut Rinaldy, [7] dalam hasil penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Talas menyatakan bahwa bioplastik terbaik yang dihasilkan yaitu pada temperatur 70°C dengan nilai kekuatan tarik 18,4992 MPa dan nilai pemanjangan pada saat putus 2,1290%. Dari hasil penelitian tersebut perlu dilakukan pengembangan penelitian bioplastik berbahan dasar talas dengan variasi pengisi atau variasi pemalastis untuk menambah informasi dalam penelitian bioplastik.

Dilihat dari latar belakang diatas, rumusan masalah dari penelitian ini yaitu Bagaimana proses pembuatan plastik *biodegradable* dari pati talas, pengaruh proses pembuatan plastik *biodegradable* dengan memberikan variasi komposisi kitosan dan *plasticizer* gliserol serta bagaimana komposisi kitosan dan *plasticizer* gliserol yang tepat untuk menghasilkan plastik *biodegradable* yang baik [8].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Menghasilkan produk berupa plastik *biodegradable*. Mengetahui komposisi kitosan dengan *plasticizer* gliserol yang optimum dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Mendapatkan pengaruh variasi komposisi kitosan dan *plasticizer* gliserol terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas plastik *biodegradable*.

METODE PENELITIAN

Bahan

Talas, Gliserol, Kitosan, Asam Asetat, Aquadest

Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilakukan dalam skala Laboratorium dilanjutkan dengan analisis hasil.

Persiapan Bahan

Tahapan Proses Penelitian adalah

1. Pembuatan tepung talas
2. Pembuatan plastik *biodegradable*
3. Analisa sample plastik *biodegradable*

Peralatan

Pisau, Oven, Ayakan, Parutan, Nampan, Plat Kaca, Neraca Analitik, Hot Plate, Gelas Kimia, Pipet Ukur, Magnetic Stirrer, Termometer, Spatula, Aluminium Foil, Alat Uji Kuat Tarik, Alat Uji Titik Leleh

Pembuatan Tepung Talas

1. Membersihkan talas menggunakan air sampai bersih.
2. Memotong talas dan menghaluskan menggunakan blender.
3. Menyaring talas yang telah halus tadi, kemudian memeras menggunakan kain penyaring ke dalam wadah hingga tidak mengeluarkan air perasan lagi.
4. Mengendapkan suspensi atau filtrat yang dihasilkan selama 5 jam hingga pati mengendap sempurna.
5. Membuang cairan supernatan dan memperoleh endapan pati.
6. Kemudian mengeringkan endapan pati menggunakan oven pada suhu $\pm 30^{\circ} \text{C}$ selama 24 jam hingga kering.
7. Menghaluskan dan mengayak serbuk pati yang sudah kering kemudian hingga diperoleh pati talas yang halus dan kering

Pembuatan Plastik *Biodegradable*

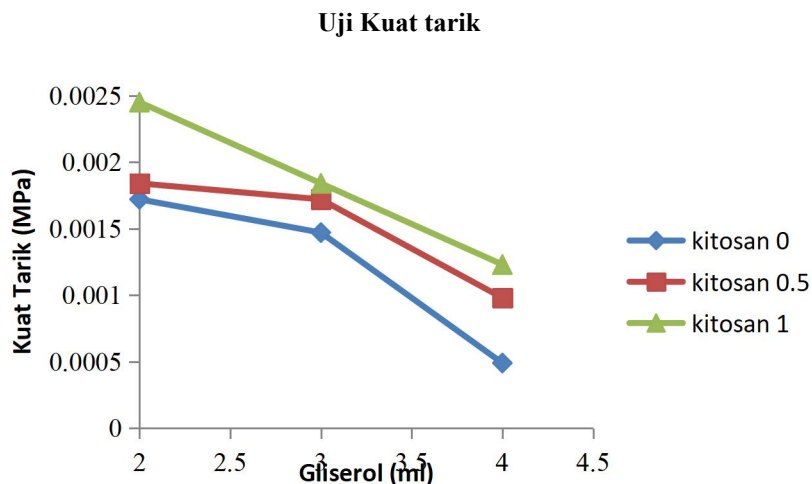
1. Mencampurkan 5 gr tepung talas dan 50 ml aquadest kemudian mengaduk sampai membentuk suspensi pati.
2. Menambahkan variasi jumlah gliserol dan kitosan yang telah ditetapkan.
3. Melakukan pemanasan pada suhu $62-70^{\circ} \text{C}$ dan pengadukan sampai mengental ± 1 jam.
4. Mencetak lapisan lem pada plat kaca dengan cara mengoleskannya secara perlahan.
5. Mengeringkan sampel plastik *biodegradable* pada plat kaca dengan menggunakan oven atau dengan sinar matahari.
6. Setelah kering, melepaskan plastik pada cetaknya dan melanjutkan ketahap pengujian kualitas plastik dengan dilakukannya uji mekanik dan uji degradasi.

Pengujian

- Uji Kuat Tarik
- Uji Ketahanan Air
- Uji Titik Leleh (*Melting Point*)
- Uji Biodegradasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, telah didapatkan film *plastic biodegradable* yaitu dengan variasi komposisi kitosan dan *plasticizer* gliserol untuk mengetahui komposisi optimum yang digunakan dalam pembuatan *plastic biodegradable*. Plastik yang telah dihasilkan selanjutnya dianalisa uji kuat tarik, ketahanan air, titik leleh dan degradasi. Berikut merupakan data hasil analisa plastik yang telah dilakukan.

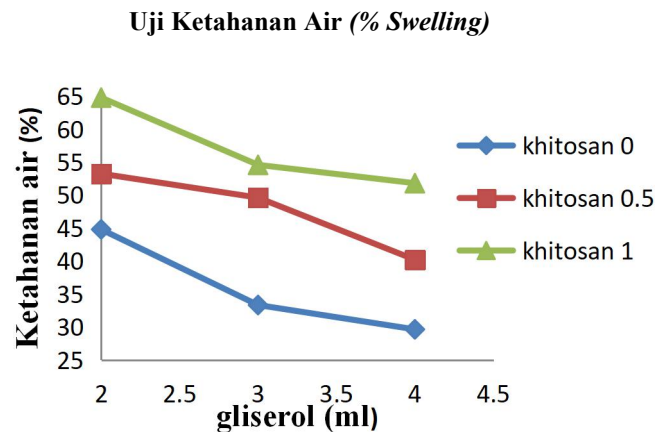


Gbr. 1 Pengaruh Gliserol dan Kitosan terhadap Kuat Tarik

Dari data yang diperoleh, dapat dianalisa bahwa komposisi gliserol dan kitosan mempengaruhi kuat tarik yang dihasilkan pada plastik. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi kitosan pada sampel, maka kuat tariknya akan semakin besar. Pada sampel 3, 6 dan 9 dimana komposisi kitosan pada sampel tersebut lebih banyak yaitu 1 gram. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi 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. Nilai kuat tarik terbesar terdapat pada sampel 3 yaitu dengan komposisi 1 gram kitosan dan 2ml gliserol yang menghasilkan nilai kuat tarik senilai 0,00245 MPa. Nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan adanya penambahan komposisi gliserol, dimana nilai kuat tarik akan semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi gliserol. Penurunan ini berhubungan dengan adanya ruang kosong yang terjadi karena ikatan antar polisakarida diputus oleh gliserol[9]. Hal ini menyebabkan ikatan antar molekul dalam plastik tersebut semakin melemah dan akan menghasilkan plastik dengan kuat tarik yang lebih rendah.

Nilai kuat tarik terendah yaitu 0,00049 MPa terdapat pada sampel 7 yaitu dengan komposisi 4 ml gliserol dan 0 gram kitosan. Tetapi, pada pengujian kuat tarik ini juga dipengaruhi oleh ketebalan plastik *biodegradable* yang dihasilkan, seperti pada sampel 3 yang mempunyai nilai kuat tarik terbesar, ketebalan plastik mencapai 0,09 cm. Pada sampel 7 yang mempunyai nilai kuat tarik terendah, ketebalan plastik hanya sebesar 0,035 cm.

Nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh sampel pembandingan (plastik *biodegradable* Indomaret) adalah sebesar 0,00490 MPa. Plastik ini mampu menahan beban hingga 1 kg. Besarnya kuat tarik optimum yang dihasilkan pada penelitian adalah 0,00245 MPa, dimana besar kuat tarik tersebut masih belum memenuhi standar yang digunakan sampel pembandingan (plastik *biodegradable* indomaret).



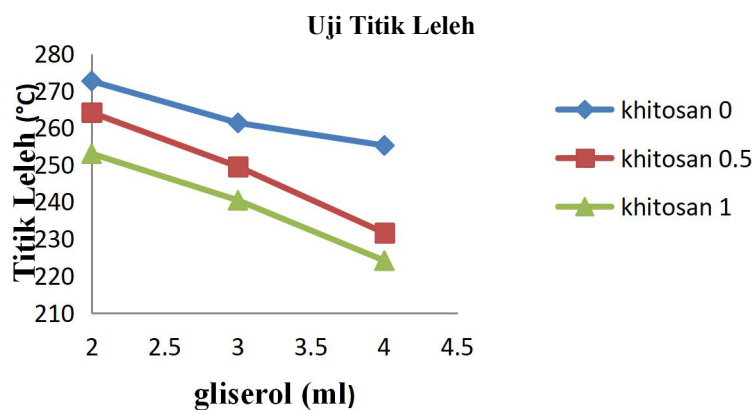
Gbr. 2 Pengaruh Gliserol dan Kitosan terhadap Ketahanan Air

Dari hasil pengujian ketahanan air yang dilakukan terhadap 9 sampel utama dan 1 sampel pembanding memiliki tujuan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air. Sifat ketahanan air pada sampel plastik ditentukan dengan uji ketahanan air. Grafik antara komposisi gliserol dan kitosan terhadap nilai persen ketahanan air dapat di lihat pada gambar 2.

Pada plastik diharapkan air yang terserap bahan sangat sedikit. Bahan pendukung yang digunakan pada penelitian ini yaitu kitosan. Kitosan merupakan salah satu campuran pada bioplastik yang menyebabkan bioplastik tersebut memiliki ketahanan terhadap air. Hal ini dikarenakan kitosan merupakan senyawa hidrofobik (tak suka air). Kitosan diharapkan mampu mereduksi sifat pati yang pada dasarnya bersifat hidrofilik (suka air).

Dari data terlihat bahwa kitosan 1 gram dan gliserol 2 ml memiliki ketahanan terhadap air paling bagus dibandingkan dengan yang lainnya yaitu senilai 64,79%. Hal ini disebabkan karena sifat kitosan yang hidrofobik dan tak larut dalam air. Jadi, semakin besar konsentrasi kitosan, maka % ketahanan airnya semakin besar dan semakin baik juga ketahanan plastik terhadap air. Hal ini dikarenakan 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 [10].

Nilai ketahanan air pada sampel plastik pembanding (plastik *biodegradable* indomaret) adalah sebesar 92,42%. Terlihat bahwa nilai ini paling besar dibanding nilai sampel plastik penelitian lainnya, yang artinya ketahanan air terhadap plastik *biodegradable* indomaret sangat baik. Pada penelitian ini nilai ketahanan air paling bagus terdapat pada sampel 3 sebesar 64,79%. Nilai ketahanan air pada sampel penelitian masih jauh nilainya daripada sampel pembanding sehingga sampel penelitian ini belum memenuhi standar dari sampel pembanding.



Gbr. 3 Pengaruh Gliserol dan Kitosan terhadap Uji Titik Leleh

Dari hasil pengujian titik leleh yang dilakukan terhadap 9 sampel utama dan 1 sampel pembanding memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui jenis polimer yang dimiliki oleh sampel plastik yang dapat dilihat dari *temperature* titik pelelehan sampel plastik tersebut.

Pelelehan sampel dapat dilihat dari pipa kapiler. Ketika suhu meningkat maka titik leleh sampel dapat diketahui dari perubahan sampel yang terdapat dalam pipa kapiler yang menjadi tetesan kecil cairan, jika hal ini di biarkan maka sampel pada pipa kapiler tidak lagi meneteskan cairan melainkan akan mengalami reaksi kemerahan akibat panas yang berlebih pada sampel, mengingat sampel juga mengandung hidrokoloid berupa serat maka sampel tak lagi meleleh melainkan akan terbakar sehingga warna sampel pada pipa kapiler akan menjadi coklat hingga menghitam [11].

Grafik antara komposisi gliserol dan kitosan terhadap nilai titik leleh dapat dilihat pada gambar 3. Dari grafik dapat dilihat bahwa penambahan gliserol mampu menurunkan titik leleh pada plastik. Titik leleh tertinggi pada plastik terdapat pada sampel 1 yaitu sebesar 272,6°C dengan komposisi gliserol sebanyak 2 ml dan kitosan 0 gram. Sementara itu, titik leleh paling rendah terdapat pada sampel 9 yaitu sebesar 224,1°C dengan komposisi gliserol 4 ml dan kitosan 1 gram. Titik leleh dipengaruhi oleh ikatan hidrogen yang terdapat dalam plastik. Semakin banyak ikatan hidrogen dalam film plastik maka akan semakin tinggi pula titik lelehnya karena energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan juga akan semakin besar.[12]

Uji Degradasi

Uji degradasi dilakukan untuk mengetahui suatu bahan apakah dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. *Biodegradable film* yang dihasilkan bersifat mudah terurai, hal tersebut disebabkan karena bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme. Degradasi plastik di lingkungan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung seperti fisika, biologis dan kimiawi. Fisika dan kimiawi merupakan degradasi pada kondisi abiotik seperti sinar matahari, iklim, hidrolisis dan oksidasi. Sedangkan degradasi secara biologis melibatkan makhluk hidup seperti bakteri, jamur, dan organisme yang lebih tinggi pada lingkungan.

Pada penelitian ini, uji biodegradasi dilakukan pada kondisi *aerobic* dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat di tanah. Metode yang digunakan yaitu dengan penanaman sampel dalam tanah. Analisa biodegradasi plastik dilakukan melalui pengamatan secara visual dan menimbang berat plastik per hari. Pada hari pertama sampel plastik terlihat masih utuh tetapi telah mengalami kerusakan tekstur yaitu menjadi lebih lunak. Pada hari kelima, hasil pengamatan menunjukkan bahwa ada sebagian plastik *biodegradable* yang terdegradasi secara sempurna (100%) yaitu ditandai dengan tidak adanya sampel saat proses penggalian.

Uji degradasi dilakukan untuk mengetahui suatu bahan apakah dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. *Biodegradable film* yang dihasilkan bersifat mudah terurai, hal tersebut disebabkan karena bahan baku yang digunakan adalah bahan baku yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme.

Degradasi plastik di lingkungan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung seperti fisika, biologis dan kimiawi. Fisika dan kimiawi merupakan degradasi pada kondisi abiotik seperti sinar matahari, iklim, hidrolisis dan oksidasi. Sedangkan degradasi secara biologis melibatkan makhluk hidup seperti bakteri, jamur, dan organisme yang lebih tinggi pada lingkungan.

Pada penelitian ini, uji biodegradasi dilakukan pada kondisi *aerobic* dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat di tanah. Metode yang digunakan yaitu dengan penanaman sampel dalam tanah.

Analisa biodegradasi plastik dilakukan melalui pengamatan secara visual. Pada hari pertama sampel plastik terlihat masih utuh tetapi telah mengalami kerusakan tekstur yaitu menjadi lebih lunak. Pada hari kelima, hasil pengamatan menunjukkan bahwa ada sebagian plastik *biodegradable* yang terdegradasi secara sempurna (100%) yaitu ditandai dengan tidak adanya sampel saat proses penggalian. Sampel plastik tanpa penambahan kitosan terurai sempurna pada hari ke 5. Ini disebabkan karena kitosan memiliki sifat yang kuat dan hidrofobik sehingga plastik tanpa penambahan kitosan dapat terdegradasi lebih cepat di lingkungan dibandingkan sampel plastik dengan penambahan kitosan. Menurut Standar Plastik Internasional (ASTM-5336), lamanya terdegradasi untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai secara sempurna (100%). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan terdegradasi plastik yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi standar yang digunakan oleh plastik PLC dari Inggris dan plastik PLA dari Jepang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan gliserol akan mempercepat proses degradasi pada plastik namun menurunkan nilai kuat tarik, nilai %ketahanan air dan nilai titik leleh.
2. Pengaruh penambahan kitosan akan meningkatkan nilai kuat tarik dan nilai %ketahanan air namun memperlambat proses degradasi plastik.
3. Setelah melakukan penelitian, maka didapatkan komposisi optimum yaitu dengan penambahan gliserol sebanyak 2 ml dan 1 gr kitosan dengan hasil optimum kuat tarik sebesar 0,00245 MPa dan %ketahanan air sebesar 64,79%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada civitas Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Argamazuplastik. 2014. *Pengertian Plastik dan Sejarah Plastik*. <http://argamazuplastik.com/pengertian-plastik-dan-sejarah-plastik.html> . diakses pada 14 Mei 2015.
- [2] Di Gioia, L. and Guilbert, S.1999. Corn ProteinBased Thermoplasticresins: Effect of Some Polar and Amphiphilic Plasticizers, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47, pp. 1254-1261. Di Gioia, L. and Guilbert, S.1999. Corn ProteinBased Thermoplasticresins: Effect of Some Polar and Amphiphilic Plasticizers, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47, pp. 1254-1261.
- [3] Careda, M. P., C. M. Henrique, M. A. de Oliveira, M. V. Ferraz, N. M. Vincentini. 2000. Characterization of Edible Films of Cassava Starch by Electron Microscopy. *Braz. J. Food Technol* 3 : 91-95 (on line). Available at : <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2000/p0040.pdf> (diakses tanggal 27 Februari 2009)
- [4] Benny A.2010. *Pengertian Polimer Manfaat Polimer*. <http://ardra.biz/sain-teknologi/ilmu-kimia/pengertian-sifat-dan-manfaat-kegunaan-senyawa-polimer/> .Diakses pada tanggal 29 Mei 2015.
- [5] Darni Yuli dan Herti Utami. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurusan Teknik Kimia FT. Kimia Unila: Lampung.
- [6] Rahmawati, dkk.. 2010. *Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (Musa sapientum) dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserin dari Minyak Jelantah*. Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [7] HeryantiR.2013.*Polimer*.<https://riyaastoryline.wordpress.com/2014/11/13/polimer/> diakses pada pada tanggal 14 Mei 2015.
- [8] Mustikasari. 2014. *Pembuatan Plastik Biodegradable (Edible Film) dari Pati Lidah Buaya (Aloe-Vera)*. Skripsi. JurusanTeknik Kimia. POLSRI: Palembang.
- [9] Rahardiyanto, Tri Prastyo dan Rudiana Agustini. 2013. *Pengaruh Massa Gliserol Terhadap Titik Leleh Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Kayu*: Universitas Negeri Surabaya.
- [10] Widyaningsih, dkk..2012. *Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film Dari Kulit Pisang*. Fakultas Sains dan Teknik Unsoed :Purwokerto.
- [11] Hartatik, Dwi Yunita, dkk. 2014. *Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable plastik*. Jurnal jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya: Malang.
- [12] Utomo Arief Wahyu dan Kawan-kawan. 2013. *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikomiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera)*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis Vol.1 No.1