



SINTESIS PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI KULIT PISANG DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN DAN *PLASTICIZER* GLISEROL

Meilina Rahayu Utami *), Latifah dan Nuni Widiarti

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juni 2014
Disetujui Juli 2014
Dipublikasikan Agustus 2014

Kata kunci:
plastik *biodegradable*
limbah kulit pisang raja
gliserol
kitosan

Abstrak

Limbah plastik merupakan masalah lingkungan dikarenakan plastik sulit terdegradasi. Plastik *biodegradable* menjadi salah satu solusinya. Pati merupakan polimer alami yang dapat digunakan untuk produksi plastik *biodegradable* karena sumbernya melimpah, dapat diperbaharui dan mudah terdegradasi misalnya kulit pisang raja. Namun plastik *biodegradable* dari pati memiliki sifat yang kurang elastis dan bersifat hidrofilik sehingga perlu ditambahkan bahan tambahan lain untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya. Penambahan *plasticizer* dengan maksud meningkatkan elastisitas untuk memperlemah kekakuan dari polimer, misalnya gliserol. Serta penambahan aditif lain seperti kitosan, karena kitosan yang memiliki sifat hidrofob sehingga dapat mengurangi sifat hidrofiliknya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mensintesis plastik *biodegradable* dari limbah kulit pisang raja dengan penambahan gliserol dan kitosan serta karakteristiknya. Dari hasil penelitian diperoleh plastik berupa lembaran tipis berwarna cokelat (*film* plastik) yang telah diuji sifat mekaniknya sehingga didapatkan kondisi terbaik yaitu formulasi pati-kitosan 6:4 g/g adalah pada konsentrasi *plasticizer* gliserol 15 % dengan kekuatan tarik 12,36 Mpa, persen elongasi 2,3 % dan persen air terserap 20,75%.

Abstract

Plastic waste is an environmental problem due to hard plastic degraded. Biodegradable plastics into one solution. Starch is a natural polymer that can be used for the production of biodegradable plastics because the source is abundant, renewable and readily degraded eg plantain skin. However, biodegradable plastics from starch has properties that are less elastic and hydrophilic, so it needs to add other additives to improve the mechanical characteristics. The addition of plasticizer in order to weaken the stiffness increases the elasticity of the polymer, such as glycerol. And the addition of other additives such as chitosan, since chitosan has hydrophobic properties that may reduce the hydrophilic. This research was conducted with the aim to synthesize biodegradable plastic waste from plantain skin with the addition of glycerol and chitosan and characteristic. For results were obtained in the form of a thin sheet of plastic brown (plastic film) that have been tested mechanical properties to obtain the best conditions for the formulation of starch-chitosan 6:4g/g is at a concentration of 15% glycerol plasticizer to 12.36 MPa tensile strength, percent elongation 2.3% and 20.75% percent of the water is absorbed.

Pendahuluan

Penggunaan plastik sebagai kemasan semakin meningkat, sehingga menyebabkan penumpukan sampah plastik. Hal tersebut akan berdampak pada pencemaran lingkungan karena sampah plastik merupakan sampah yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Berdasarkan data yang diperoleh setiap tahun, sekitar 500 miliar hingga satu triliun kantong plastik digunakan di seluruh dunia. Diperkirakan setiap orang menghabiskan 170 kantong plastik tiap tahun dan lebih dari 17 miliar kantong plastik dibagikan secara gratis oleh supermarket di seluruh dunia setiap tahun (Margianto; 2010).

Sampah plastik rata-rata memiliki porsi sekitar 10 persen dari total volume sampah. Berdasarkan penelitian, kurang dari 1% plastik dapat dihancurkan karena sampah plastik berbahan polimer sintetik yang tidak mudah diurai organisme dekomposer. Memerlukan waktu 300-500 tahun agar dapat terdekomposisi atau terurai sempurna. Saat terurai, partikel-partikel plastik akan mencemari tanah dan air tanah. Pembakaran plastik juga bukan pilihan baik. Plastik yang tidak sempurna terbakar pada suhu 800°C akan membentuk dioksin yang berbahaya bagi kesehatan (Vedder; 2008).

Plastik merupakan bahan kimia sintetik yang bersifat ringan, kuat, dan elastis. Namun plastik juga memiliki sifat tidak mudah terurai, sehingga mencemari lingkungan apabila penanganannya tidak tepat. Saat ini dilakukan berbagai upaya dan inovasi untuk mengurangi dampak sampah plastik, diantaranya dengan proses daur ulang plastik dan pengembangan plastik ramah lingkungan (Darni & Utami; 2010).

Pengembangan plastik *biodegradable* telah banyak dilakukan, terutama dengan bahan-bahan alam yang mengandung pati. Pati merupakan bahan yang dapat atau mudah terdegradasi menjadi senyawa-senyawa ramah lingkungan. Bahan alam yang sering digunakan sebagai penelitian adalah umbi-umbian. Pembuatan plastik *biodegradable* dari komposit pati ubi jalar dan singkong mampu menghasilkan performansi yang cukup baik yaitu memiliki ketahanan panas maksimum *film* plastik *biodegradable* yang dihasilkan menunjukkan hasil yang cukup baik yakni 100°C (Huda & Firdaus; 2007). Namun demikian singkong merupakan bahan pangan pokok pengganti beras yang banyak dibutuhkan untuk ketahanan pangan. Sehingga perlu dicari suatu bahan yang mengandung pati tetapi tidak berasal dari bahan

pangan pokok, seperti limbah kulit pisang raja.

Kulit pisang raja merupakan bahan buangan pisang raja hanya digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Kulit pisang raja memiliki kandungan pati 18,50 g/100 g kulit pisang raja sehingga kulit pisang raja dapat digunakan sebagai biopolimer yang dapat terdegradasi secara mudah di alam dan bersifat dapat diperbarui (Apriliana; 2008). Namun plastik *biodegradable* dari pati memiliki sifat yang kurang elastis dan bersifat hidrofilik sehingga perlu ditambahkan bahan tambahan lain untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya (Darni & Utami; 2010). Penambahan *plasticizer* dengan maksud meningkatkan elastisitas untuk memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer seperti gliserol, karena gliserol memiliki kemampuan mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler. Serta penambahan aditif lain seperti kitosan, karena kitosan yang memiliki sifat hidrofob sehingga dapat mengurangi sifat hidrofiliknya (Darni & Utami; 2010).

Berdasarkan dari sifat-sifat yang dimiliki kulit pisang raja, gliserol dan kitosan maka pada penelitian ini peneliti telah meneliti bagaimana mensintesis plastik *biodegradable* dengan bahan utamanya adalah limbah kulit pisang raja dengan penambahan kitosan dan *plasticizer* gliserol.

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi neraca analitik, *micrometer scrup*, spektrofotometer IR *Shimadzu, ASTM D 638*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah kulit pisang raja, CH₃COOH dengan *grade pro analyst* buatan *Merck*, aquades, kitosan, dan *plasticizer* gliserol (*Glycerin ph, BrataCo.*).

Pembuatan pati kulit pisang berdasarkan Anneke, *et al.* (2011) yang telah dimodifikasi, kulit pisang raja dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil-kecil. Setelah dipotong kemudian diblender dan disaring dengan saringan plastik. Filtrat diendapkan selama satu hari, endapan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 6 jam kemudian digiling. Hasil gilingan diayak dengan menggunakan ayakan.

Pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan berdasarkan metode yang diperoleh dari Darni *et al.* (2009) dan Larotonda, *et al.* (2004). Pati

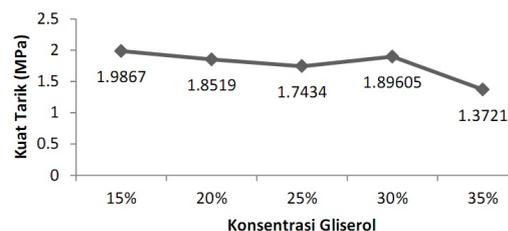
dan air dicampurkan dengan perbandingan 1:20 dalam gelas beaker. Campuran diletakkan pada *hot plate* dan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada suhu 90°C selama 25 menit. Ditambahkan gliserol dengan konsentrasi 15, 20, 25, 30, dan 35% pada campuran tersebut dan aduk selama 1 jam agar homogen. Kemudian larutan didinginkan. Larutan sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam cetakan dan diratakan. Kemudian diletakkan dalam *oven* pada suhu 60°C selama 24 jam. Setelah itu dimasukkan dalam desikator selama 24 jam. Kemudian plastik dilepaskan dari cetakannya. Uji kuat tarik dilakukan di laboratorium Bahan Teknik Mesin UGM, sedangkan karakterisasi gugus fungsi plastik *biodegradable* dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA UGM.

Uji ketahanan air didasarkan pada metode yang dilakukan oleh Pimpan, *et al.* (2001) dan Darni, *et al.* (2009). Plastik dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Ditimbang dengan neraca analitik. Plastik dimasukkan ke dalam gelas beaker 10 mL yang diisi akuades sebanyak 5 mL. Didiamkan pada suhu kamar. Diambil tiap menit, air di permukaan plastik dilap dengan kertas tisu, kemudian ditimbang. Langkah ini diulang-ulang sampai diperoleh berat konstan.

Uji biodegradabilitas didasarkan pada metode yang dilakukan oleh Pimpan, *et al.* (2001). Plastik dipotong dengan ukuran 5 cm x 1 cm. Dikeringkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan. Uji ini dilakukan dalam medium tanah, dengan cara melubangi tanah yang akan digunakan sebagai media. Lubang-lubang tersebut berkedalaman 5 cm dan diameter \pm 20 cm. Sampel dikubur dalam tanah selama 1 minggu. Kemudian sampel dikeringkan dalam desikator lagi dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan.

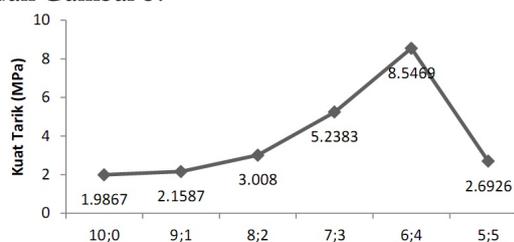
Hasil dan Pembahasan

Parameter yang diukur dalam sifat mekanik diantaranya adalah kuat tarik dan persen elongasi. Sampel plastik yang dihasilkan dipotong sesuai spesimen standar ASTM D638 untuk diuji kuat tarik dan persen elongasi. Kuat tarik merupakan salah satu uji untuk mengetahui tegangan maksimum suatu bahan. Kuat tarik pada plastik *biodegradable* dipengaruhi komponen penyusunnya yaitu pati, gliserol dan kitosan. Sedangkan persen elongasi merupakan parameter yang menunjukkan sifat elastis plastik *biodegradable*. Hasil pengujian sifat mekanik plastik *biodegradable* dengan variasi gliserol dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik

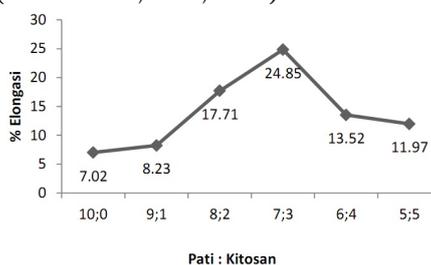
Pada Gambar 1. terlihat pengaruh penambahan gliserol terhadap kuat tarik semakin menurun seiring bertambahnya gliserol, hal ini dikarenakan *plasticizer* dalam jumlah yang tinggi menyebabkan bahan tersebut menjadi elastis sehingga menurunkan *tensile strength* bahan tersebut (Darni, *et al.*; 2010). Hasil terbaik kuat tarik terdapat pada sampel plastik dengan penambahan gliserol sebesar 15%. Dikarenakan plastik yang memiliki kuat tarik yang besar tidak akan mudah rusak karena jumlah gliserol yang ditambahkan masih sedikit. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam plastik sehingga ikatan kimianya semakin kuat dan sulit diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutus ikatan tersebut (Sanjaya & Puspita; 2011). Dengan demikian konsentrasi gliserol 15% digunakan dalam sintesis plastik dengan sebagai dasar sintesis plastik *biodegradable* dengan bahan tambahan adalah kitosan untuk meningkatkan sifat hidrofobnya. Hasil pengujian kuat tarik dan persen elongasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Pengaruh perbandingan pati dan kitosan terhadap kuat tarik

Gambar 2. menyajikan pengaruh perbandingan pati dan kitosan terhadap kuat tarik, diperoleh kuat tarik terjadi peningkatan sehingga dapat disimpulkan bahwa kitosan dapat meningkatkan kuat tarik. Dapat dilihat terjadi penurunan pada perbandingan pati:kitosan 5:5. Penurunan ini disebabkan oleh adanya penambahan kitosan yang mencapai setengah berat campuran sehingga proses pencampuran kurang sempurna. Proses pencampuran yang kurang homogen mengakibatkan distribusi molekul komponen penyusun plastik kurang merata, sehingga material yang dihasilkan

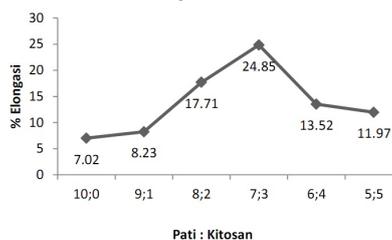
memiliki kuat tarik mengalami penurunan. Dan juga terlihat pada tekstur permukaannya yang masih kasar, yang menandakan kurang homogen (Buzarovska, *et al.*; 2008).



Gambar 3. Pengaruh perbandingan pati dan kitosan terhadap % elongasi

Pada uji persen elongasi diperoleh hasil dari perbandingan pati: kitosan 10:0 mengalami kenaikan dan mengalami penurunan pada perbandingan 7:3. Hal ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan intermolekulernya (Sanjaya & Puspita; 2011). Dengan demikian dapat disimpulkan adanya penambahan kitosan juga dapat meningkatkan elastisitas plastik. Diperoleh hasil terbaik pada plastik yang memiliki kuat tarik terbaik yaitu pada perbandingan pati: kitosan 6:4. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam plastik sehingga ikatan kimianya semakin kuat dan sulit diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutus ikatan tersebut (Sanjaya & Puspita; 2011).

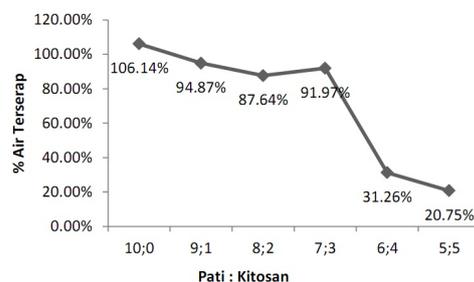
Pada pengujian ketahanan air, penambahan kitosan sebagai bahan pendukung merupakan salah satu campuran dari plastik *biodegradable* yang menyebabkan plastik *biodegradable* tersebut memiliki ketahanan terhadap air, hal ini karena kitosan sendiri adalah senyawa yang bersifat hidrofobik. Dimana kitosan memodifikasi molekul pati dengan proses *grafting* atau pencangkakan molekul kitosan kedalam molekul pati sehingga kitosan akan mampu mereduksi sifat dari pati yang pada dasarnya bersifat hidrofilik. Berdasarkan uji yang dilakukan didapat bahwa kondisi terbukti menurunkan sifat hidrofil plastik yang dihasilkan. Hasil uji ketahanan air disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh pati dan kitosan terhadap persen air yang terserap

Pada Gambar 4. plastik dengan perbandingan pati: kitosan memiliki ketahanan terbaik adalah 5:5, dengan persen air terserap 20,75%. Penambahan kitosan menjadikan plastik memiliki nilai persen air terserap menjadi kecil. Hal ini karena kitosan memiliki sifat hidrofobik dan tidak larut dalam pelarut air. Namun hasil yang diperoleh belum sepenuhnya baik karena plastik masih cenderung menyerap air yaitu 20,75%, hal ini juga dipengaruhi oleh adanya gugus OH- pada plastik yang menyebabkan bioplastik ini masih bersifat hidrofilik (Darni & Utami; 2010).

Plastik *biodegradable* memiliki keunggulan dibandingkan plastik sintesis yang terbuat dari minyak bumi yaitu dalam hal lama waktu terdegradasinya. Plastik *biodegradable* lebih mudah terdegradasi di alam sedangkan plastik sintesis membutuhkan waktu lama. Hal tersebut disebabkan karena komponen penyusun didalamnya yang merupakan bahan alam yang mudah terdegradasi. Hal ini dikarenakan plastik yang dihasilkan mengandung gugus hidroksi dan gugus karbonil (CO) dan gugus ester (COOH), gugus tersebut menandakan bahwa plastik mampu terdegradasi dengan baik di dalam tanah. Hasil pengujian biodegradabilitas disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh perbandingan pati dan kitosan terhadap persen kehilangan berat

Gambar 5. membuktikan bahwa plastik yang dihasilkan bersifat *biodegradable*. Sifat yang cenderung hidrofil membuat plastik lebih cepat terdegradasi. Hasil yang diperoleh persen berat yang hilang semakin kecil dari perbandingan pati:kitosan adalah 10:0 dikarenakan penambahan kitosan akan mengurangi sifat hidrofil dari plastik. Sehingga plastik tidak mudah menyerap air. Hal yang sangat berpengaruh dalam proses biodegradasi diantaranya adalah pengaruh mikroorganisme (bakteri), jamur, dan alga serta aktivitas enzim, selain itu sifat hidrofobik bahan adiktif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul plastik tersebut. Faktor eksternal lain diantaranya adalah kondisi lingkungan (suhu, intensitas cahaya matahari, dan kelembaban)

(Rochmadi, *et al.*; 2006).

Analisis gugus fungsi plastik *biodegradable* dari limbah kulit pisang raja bertujuan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi dalam sampel. Dari hasil analisis gugus fungsi menggunakan FT-IR diperoleh hasil spektrum yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FT-IR

Tipe Vibrasi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			
	Pati	Kitosan	Pati-Gliserosol	Pati-Gliserosol-Kitosan
OH alcohol	3749,62	3749,62	3749,62	3749,62
OH karboksil	3448,72	3448,72	3410,15	3448,72
C-H alkana	2931,80	2924,09	2931,80	2931,80
C=O karbonil	1635,64	1658,78	1620,21	1635,64
C-O ester	1026,13	1087,85	1026,13	1049,28

Dapat dilihat pada Tabel 1. bahwa gugus fungsi pada bioplastik merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada masing-masing komponen penyusun bioplastik tersebut. Dimana gugus gabungan tersebut terbentuk akibat adanya proses modifikasi pati yang disebut dengan *grafting* atau pencangkokan dimana terjadi perubahan letak gugus fungsi, gugus OH- putus dan berganti posisi dengan gugus dari kitosan dan gliserol. Akibatnya intensitas OH karboksil antar molekul yang terjadi semakin sedikit dibanding dengan bahan utama pati. Sedangkan pada plastik dengan penambahan gliserol dan kitosan memiliki intensitas OH karboksil yang lebih besar dibandingkan dengan plastik yang hanya ditambah gliserol. Hal tersebut disebabkan karena adanya gugus OH karboksil yang ada pada kitosan yang menambah intensitas gugus OH karboksil (Harnist & Utami; 2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa spektra FT-IR plastik yang disintesis, tidak terdapat serapan gugus fungsi baru apabila dibandingkan dengan spektra FT-IR pati kulit pisang raja karena gugus fungsi plastik sama dengan komponen penyusunnya.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa komposisi terbaik dari bahan-bahan pembuat plastik dihasilkan oleh campuran pati-gliserol-kitosan dengan perbandingan pati:kitosan 6:4 dengan penambahan *plasticizer* gliserol 15% dengan nilai kuat tarik sebesar 8,55 Mpa, elongasi 13,52%, ketahanan air 20,75% dan biodegradabilitasnya plastik *biodegradable* membutuhkan waktu terurainya yaitu 44 hari 6 jam.

Daftar Pustaka

Anneke, A. Pranoto, L. Mulyandari, R.A. Gunawan & D.H. Budiarto. 2011. *Pengolahan Kulit Pisang Sebagai Pakan Ternak*. Makalah IPTEK Pengolahan Bahan Pakan. Malang: Universitas Brawijaya

Apriliana, E. 2008. *Pengaruh Variasi Substrat dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Alkohol Pisang Klutuk (Musa branchycarpa)*. Skripsi. Malang: Universitas Negeri Malang

Buzarovska, G. Bogoeva, A. Grozdanov, M. Avella, G. Gentile & M. Errico. 2008. Potential Use of Rice Straw as Filler in Eco-composite Material. *Australian Journal of Crop Science*. 1 (2): 37-42

Darni, Y, H. Utami & S.N. Asriah. 2009. *Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut Eucheima spinosum*. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Lampung: Universitas Lampung

Darni, Y, S. Ismiyati & T. Marbun. 2010. Influence Concentration of Plasticizer and Formulation of Banana Starch Chitosan to Mechanical Property and Water Uptake of Bioplastic. *International Journal of Engineering and Science*. 7 (4):1-8

Darni, Y & H. Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7 (4): 88-93

Harnist, H & D. Utami. 2009. Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi *Plasticizer* Pada Sintesa Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Pati Sorgum. *Jurnal Penelitian dan Sains*.

Huda, T & F. Firdaus. 2007. Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *Jurnal Penelitian dan Sains "Logika"*. 4 (2): 3-10.

Larotond, F., K.N. Matsui, V. Soldi & J.B. Laurindo. 2004. Biodegradable Films Made from Raw and Acetylated Cassava Starch. *Brazilian Archives of Biology and Technology Journal*. 47 (3): 477-484

Margianto, H. 2010. *Inilah Bahaya Kantong Plastik*. Online. Tersedia di Kompas.com [diakses 12 Februari 2012]

Pimpan, V, K. Ratanarat & M. Pongchawankul. 2001. Preliminary Study on Preparation of Biodegradable Plastic from Modified Cassava Starch. *Journal Science*. Chulalongkorn University, 26 (2)

Rochmadi, M., W. Firman & T. Setiadi. 2006. *Uji Biodegradabilitas Produk PHA (Polihidroksialkanoat) dari Air Limbah Tapioka*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Palembang

Sanjaya, I.G & T. Puspita. 2011. *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Skripsi. Surabaya: ITS

Vedder, T. 2008. *Edible Film*. Online. Tersedia di <http://japemethe.port5.com> (diakses 26 Agustus 2009)