

**PEMANFAATAN BONGGOL PISANG DAN KULIT KACANG TANAH  
SEBAGAI BAHAN BAKU PLASTIK BIODEGRADABLE  
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**Disusun Oleh:**

**RISKY AMELIA**

**A420130090**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PEMANFAATAN BONGGOL PISANG DAN KULIT KACANG TANAH  
SEBAGAI BAHAN BAKU PLASTIK BIODEGRADABLE  
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**RISKY AMELIA**

**A420130090**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

**Dosen Pembimbing**



**(Dra. Aminah Asngad, M.Si)**

**NIP/NIK. 227**

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN BONGGOL PISANG DAN KULIT KACANG TANAH  
SEBAGAI BAHAN BAKU PLASTIK BIODEGRADABLE DENGAN  
PENAMBAHAN GLISEROL

Oleh :



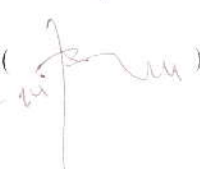
**RISKY AMELIA**

**A420130090**

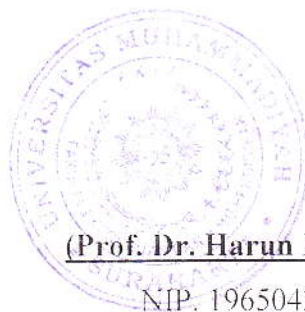
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Rabu, 12 April 2017  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Dra. Aminah Asngad, M.Si  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dra. Titik Suryani, M.Sc  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Dra. Hariyatmi, M.Si  
(Anggota II Dewan Penguji)

()  
()  
()

Dekan,



**(Prof. Dr. Harun Pravitno, M. Hum)**

NIP. 196504281993031001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Naskah Publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di terbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila terletak bukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 12 April 2017

Penulis



Risky Amelia

A420130090

# PEMANFAATAN BONGGOL PISANG DAN KULIT KACANG TANAH SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL

## ABSTRAK

Plastik biodegradable merupakan plastik ramah lingkungan yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Dalam pembuatan plastik biodegradable diperlukan bahan utama berupa pati. Tepung bonggol pisang dapat dimanfaatkan untuk membuat plastik biodegradable karena mengandung pati yang cukup banyak. Pada pembuatan plastik biodegradable perlu penambahan selulosa alami dan gliserol untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik plastik. Tujuan penelitian ini mengetahui sifat mekanik (kekuatan tarik dan perpanjangan putus) dan daya biodegradabilitas plastik biodegradable dengan penambahan kulit kacang tanah dan gliserol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu perbandingan konsentrasi tepung bonggol pisang dengan kulit kacang tanah yaitu 8.5g:1.5g, 9g:1g, 9.5g:0.5g dan penambahan gliserol yaitu 6ml, 7ml, 8ml. Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketkuatan tarik tertinggi pada perlakuan Bonggol pisang-kulit kacang tanah (8.5:1.5)-gliserol 6 ml senilai 1.62 N/mm<sup>2</sup>, perpanjangan putus tertinggi pada perlakuan Bonggol pisang-kulit kacang tanah (9:1)-gliserol 7 ml senilai 21.33%. Hasil uji biodegradabilitas paling baik pada perlakuan penggunaan gliserol 8ml dengan penurunan berat residu sebesar 9.617%.

Kata kunci : Bonggol pisang, Kulit Kacang Tanah, Gliserol, Plastik Biodegradable

## ABSTRACT

*Biodegradable plastic is an environmentally friendly plastic which can be degraded by the activity of micro-organisms. In the manufacture of biodegradable plastics, the main material required is in the form of starch. Banana flour can be used to make biodegradable plastic because it contains starch in quite a large amount. In the manufacture of biodegradable plastics, it is necessary to increase natural cellulose and glycerol to improve the physical and mechanical properties of the plastic. The aim of this study is to determine the mechanical characteristics (tensile strength and elongation at break) and biodegradability of biodegradable plastic with increasing peanut skin and glycerol. This study used an experimental method of Completely Randomized Design (CRD) with two factors, namely: comparison of banana flour concentration with peanut skin, namely: 8.5g:1.5g, 9g:1g, 9.5g:0.5g and increasing glycerol, namely: 6ml, 7ml, 8ml. The data results of the observation analysis using descriptive qualitative. The results of this study indicate that the highest tensile strength was in the banana flour-peanut skin (8.5:1.5)-glycerol 6 ml worth 1.62 N/mm<sup>2</sup>, the highest elongation at break (9:1)-glycerol 7 ml worth 21.33%. The most excellent biodegradability test result was in the treatment using 8ml glycerol with a residual weight of 9.617%.*

*Keyword: Banana's corm, Peanuts leather, Glycerol, Biodegradable plastic.*

## 1. PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan suatu permasalahan yang tidak mudah untuk ditanggulangi. Data statistik persampahan domestik Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup 2008, menyebutkan sampah plastik yang dihasilkan sebesar 5,4 juta ton/tahun. Peningkatan penggunaan barang-barang yang berbahan dasar plastik berbanding lurus terhadap sampah plastik yang dihasilkan, yang akhirnya akan berpengaruh terhadap rusaknya keseimbangan alam (Nasution, 2012).

Penumpukan sampah plastik terjadi karena plastik merupakan bahan polimer sintesis yang sulit terdegradasi di alam sehingga menyebabkan pencemaran ekosistem lingkungan. Untuk mengurangi jumlah penumpukan sampah plastik maka dilakukan penelitian pembuatan plastik yang ramah lingkungan. Plastik biodegradable merupakan plastik ramah lingkungan yang akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida (Fachry, 2012).

Plastik ramah lingkungan biasanya disebut juga dengan bioplastik, yaitu plastik yang komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui dan mengandung pati atau selulosa. Penggunaan pati dalam pembuatan bioplastik dikarenakan pati mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Sudah banyak pengembangan bioplastik dari bahan-bahan alam yang telah dilakukan, misalnya dari umbi-umbian. Penggunaan umbi-umbian dalam pembuatan bioplastik kurang efektif karena masih bisa digunakan sebagai pengganti makanan pokok masyarakat, sehingga dalam pembuatan bioplastik diperlukan limbah tidak terpakai yang mengandung pati (Septiosari, 2014).

Bonggol pisang merupakan limbah dari hasil panen tanaman pisang yang mengandung pati cukup tinggi. Kandungan pati di setiap varietas bonggol pisang berbeda, misalnya pada bonggol pisang mas mengandung 67,80% pati dan bonggol pisang kepok mengandung pati sebanyak 64,20% (Asni, 2015).

Penambahan selulosa pada pembuatan plastik biodegradable dapat menambah sifat fisik dan mekanik pada plastik biodegradable. Kacang tanah merupakan tanaman palawija yang berumur pendek, dalam pemanfaatannya seringkali masyarakat hanya memanfaatkan bijinya, sedangkan kulitnya dibuang. Kandungan selulosa pada kulit kacang dapat digunakan sebagai campuran pembuatan plastik biodegradable. Kulit kacang memiliki komposisi kimia sebagai berikut: air 9.5%, abu 3.6%, protein 8.4%, selulosa 63.5%, lignin 13.2%, dan lemak 1.8% (Susanti, 2009).

Plastik biodegradable dari bahan pati dan selulosa bersifat kaku dan rapuh, sehingga diperlukan *plasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas plastik (Kruiskamp, dkk.; 2001). Gliserol merupakan *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan plastik biodegradable. Penambahan gliserol diharapkan dapat menambah sifat mekanik, memperbaiki sifat fisik dan melindungi bioplastik dari mikroorganisme yang dapat merusak plastik.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengujian sifat mekanik (Kekuatan tarik dan Perpanjangan putus) dilakukan di Laboratorium uji kalibrasi balai besar kulit, karet, dan plastik, uji biodegradabilitas dilakukan di Laboratorium Biologi UMS.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Rancangan lingkungan digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial dengan 3 kali ulangan. Penelitian digunakan 2 faktor. Faktor pertama perbandingan konsentrasi bonggol pisang dan kulit kacang tanah dengan 3 taraf, yaitu 8.5g:1.5g (B<sub>1</sub>), 9g:1g (B<sub>2</sub>), 9.5g:0.5g (B<sub>3</sub>). Faktor kedua gliserol yang digunakan dengan 3 taraf, yaitu 6ml (G<sub>1</sub>), 7ml (G<sub>2</sub>), dan 8ml (G<sub>3</sub>). Data yang diperoleh kemudian diujikan kekuatan tarik, perpanjangan putus, dan biodegradabilitas, kemudian dianalisis dengan cara dekriptif kualitatif.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2017. Tahapan pelaksanaan meliputi persiapan bahan, pengolahan bahan, pencetakan, pengeringan, dan pengujian. Tahap pengujian dilakukan diakhir penelitian dengan membawa sample ke tempat uji, kemudian sample diuji kekuatan tarik dan perpanjangan putus dengan alat *Universal Testing Machine*. Uji biodegradabilitas dilakukan menggunakan metode *soil burial test* yaitu dengan mengubur sampel selama 7 hari didalam tanah. Setelah semua data diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data dengan cara deskriptif kualitatif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 HASIL PENELITIAN

Tabel 1.1 Hasil Rata-rata Kekuatan Tarik, Perpanjangan Putus pada Plastik Biodegradable dari Bonggol Pisang dan Kulit Kacang Tanah dengan Penambahan Gliserol

Perlakuan	Kekuatan tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan Putus (%)
B <sub>1</sub> G <sub>1</sub> (8,5 : 1,5)- gliserol 6%	1.62**	17.33
B <sub>1</sub> G <sub>2</sub> (8,5 : 1,5)- gliserol 7%	0.29	17.33
B <sub>1</sub> G <sub>3</sub> (8,5 : 1,5)- gliserol 8%	0.24	9.33
B <sub>2</sub> G <sub>1</sub> (9 : 1)- gliserol 6%	1.38	17.33
B <sub>2</sub> G <sub>2</sub> (9 : 1)- gliserol 7%	0.29	16.00
B <sub>2</sub> G <sub>3</sub> (9 : 1)- gliserol 8%	0.21*	21.33**
B <sub>3</sub> G <sub>1</sub> (9.5 : 0.5)- gliserol 6%	1.49	8.00*
B <sub>3</sub> G <sub>2</sub> (9.5 : 0.5)- gliserol 7%	1.40	10.67
B <sub>3</sub> G <sub>3</sub> (9.5 : 0.5)- gliserol 8%	0.71	9.33

Keterangan

\*) : Kekuatan tarik dan perpanjangan putus paling lemah

\*\*) : Kekuatan tarik dan perpanjangan putus paling kuat

Tabel 4.3 Hasil Uji Biodegradabilitas pada plastik biodegradable dari bonggol pisang dan kulit kacang tanah dengan variasi konsentrasi gliserol 6ml, 7ml, dan 8ml.

Konsentrasi Gliserol	Perlakuan	Fraksi berat residual (%)		
		Hari ke 0	Hari ke 3	Hari ke 7
8ml	B <sub>1</sub> G <sub>1</sub>	100	95.705	92.024
	B <sub>2</sub> G <sub>1</sub>	100	93.789	88.509
	B <sub>3</sub> G <sub>1</sub>	100	95.015	90.616
	<b>Rata-rata</b>	100	94.836	90.383
7ml	B <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	100	95.757	91.818
	B <sub>2</sub> G <sub>2</sub>	100	96.122	92.244
	B <sub>3</sub> G <sub>2</sub>	100	94.584	90.614
	<b>Rata-rata</b>	100	95.487	91.558
6ml	B <sub>1</sub> G <sub>3</sub>	100	96.891	94.041
	B <sub>2</sub> G <sub>3</sub>	100	95.307	90.253
	B <sub>3</sub> G <sub>3</sub>	100	95.833	92.262
	<b>Rata-rata</b>	100	96.010	92.185

#### 3.2 PEMBAHASAN

Kuat tarik

Berdasarkan tabel 1.1 terlihat bahwa nilai kuat tarik pada sampel mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya jumlah gliserol yang



digunakan. Pada sampel bonggol pisang-kulit kacang tanah dengan gliserol 6ml memiliki nilai kuat tarik tertinggi dibanding dengan penggunaan gliserol lainnya. Menurut Bourtoom (2008) kenaikan penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* menyebabkan nilai kuat tarik semakin berkurang seiring dengan berkurangnya interaksi intermolekul. Interaksi berkurang karena adanya gliserol yang menyisip dan menghilangkan ikatan hidrogen di antara polisakarida. Meningkatnya jumlah *plasticizer* yang digunakan menghasilkan mobilitas yang lebih besar terhadap makromolekul pati sehingga kuat tarik bioplastik menurun.

Hasil penelitian pada perlakuan B<sub>1</sub>G<sub>1</sub> memiliki nilai kuat tarik yang paling kuat yaitu dengan rata-rata 1.623 N/mm<sup>2</sup> sedangkan pada perlakuan B<sub>2</sub>G<sub>3</sub> memiliki ketahanan tarik yang paling lemah yaitu dengan rata-rata 0.207 N/mm<sup>2</sup>. Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusunnya. Semakin banyak jumlah kulit kacang tanah yang digunakan akan menghasilkan nilai kuat tarik yang semakin meningkat. Hal ini dikarenakan selulosa sebagai komponen penguat di dalam material komposit mampu meningkatkan kekuatan mekaniknya (Indriyati, *et al.*; 2006).

Kuat tarik optimum dicapai pada perbandingan bonggol pisang-kulit kacang tanah 8.5:1.5-gliserol 6 ml dan nilai kuat tarik terendah pada perbandingan bonggol pisang-kulit kacang tanah 9:1-gliserol 8ml. Pada perbandingan tepung bonggol pisang-kulit kacang tanah 9:1 nilai kuat tariknya menurun karena penambahan selulosa yang sedikit sehingga kontribusi selulosa dalam peningkatan sifat mekanik plastik biodegradable minim. Selulosa dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada titik tertentu (Darni, *et al.*:2010). Selain itu pada sintesis plastik biodegradable tersebut terdapat ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus hidroksil (O-H) dari pati dengan gugus hidroksil (OH) dan karboksil (COOH) dari selulosa. Ikatan tersebut mengakibatkan kekuatan material menjadi semakin meningkat (Septiosari, 2014).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan gliserol sebanyak 6ml, 7ml, 8ml pada setiap perlakuan. Penambahan gliserol pada penelitian ini terlalu banyak dari jumlah yang biasa digunakan sehingga dapat menurunkan nilai kuat tarik plastik biodegradable. Penambahan gliserol yang terlalu banyak akan menurunkan ikatan hidrogen pada plastik dan meningkatkan fleksibilitas plastik

yang menyebabkan kecilnya nilai kuat tarik plasstik biodegradable (Malai, *et al.*:2005).

Plastik ramah lingkungan dari bonggol pisang diharapkan memenuhi sifat mekanik yang memenuhi golongan *Moderate Properties* untuk nilai kuat tarik yaitu 1-10 Kg/cm<sup>2</sup> (Ani, 2010). Dalam Penelitian ini nilai Kuat tarik tertinggi mencapai 1.623 N/mm<sup>2</sup> sehingga plastik biodegradable dari bonggol pisang dan kulit kacang tanah sudah memenuhi golongan *Moderate Properties*.

Perpanjangan Putus (*Elongation Strenght*)

Dari tabel 1.2 Dari diagram 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata perpanjangan putus paling tinggi yang adalah pada perlakuan B<sub>2</sub>G<sub>3</sub> yaitu 21.33% sedangkan pada perlakuan B<sub>3</sub>G<sub>1</sub> memiliki perpanjangan putus paling rendah yaitu 8%. Menurut Darni (2010), gliserol merupakan agen yang dapat memperbaiki dan mempercepat mekanisme plastisasi dengan matriks polimer sehingga hasil derajat elongasi menunjukkan kenaikan seiring kenaikan gliserol. Penambahan gliserol akan meningkatkan mobilitas molekuler rantai polimer yang ditunjukkan dengan semakin elastis bioplastik sehingga perpanjangan putus cenderung akan meningkat (Syamsu, 2008).

Pada gambar 4.2 menunjukkan nilai perpanjangan putus semakin naik seiring dengan bertambahnya gliserol. Pada komposisi bonggol pisang-kulit kacang tanah 9.5:10.5 dengan gliserol 6ml memiliki nilai persen perpanjangan putus terendah sebesar 8%, dan nilai persen perpanjangan putus meningkat pada perbandingan tepung bonggol pisang-kulit kacang tanah 9:1 dengan gliserol 8ml sebesar 21.33%. Gliserol yang ditambahkan dalam pembuatan plastik biodegradable mempengaruhi perpanjangan plastik menjadi semakin bertambah. Peningkatan konsentrasi bahan juga menyebabkan penurunan ratio gliserol sebagai plasticizer terhadap pati, sehingga mengakibatkan penurunan elongasi plastik apabila terkena gaya, yang menyebabkan plastik mudah patah. Hal ini data diartikan bahwa nilai perpanjangan putus berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik.

Faktor lain yang mempengaruhi tingginya perpanjangan putus plastik adalah jenis polisakarida yang digunakan. Adanya pati menambah padatan dalam plastik yang menyebabkan perpanjangan putus plastik menurun tetapi

kekuatan tariknya semakin meningkat. Nilai perpanjangan putus tertinggi pada plastik biodegradable dari bonggol pisang dan kulit kacang dengan penambahan gliserol adalah 21,33%, hal ini sudah sesuai dengan golongan *Moderate Properties* untuk nilai Elongasi yaitu 10-20% (Ani, 2010). Dalam Penelitian ini nilai Elongasi dari plastik ramah lingkungan (*biodegradable*) telah memenuhi golongan tersebut

#### Uji Biodegradabilitas

Dari tabel 1.3, 1.4, dan 1.5 dapat dilihat bahwa kemampuan terdegradasi ditunjukkan dengan banyaknya berat plastik yang hilang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada penambahan gliserol 6 ml kemampuan degradasi ditunjukkan dengan banyaknya berat plastik yang hilang sebesar 7.815%. Presentase berat plastik yang berkurang akan semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah gliserol. Pada penambahan gliserol 8 ml menghasilkan presentase berat plastik yang berkurang sebesar 9.617%. Hal ini membuktikan bahwa kemampuan degradasi suatu plastik dipengaruhi oleh banyaknya gliserol yang digunakan. Semakin banyak gliserol yang digunakan maka akan meningkatkan kemampuan menyerap air sehingga plastik mudah terdegradasi.

Selain gliserol penambahan bahan penguat alami selulosa juga dapat meningkatkan kemampuan terdegradasi pada plastik. selulosa mempunyai gugus hidroksil OH yang menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dalam tanah. Pati yang juga mempunyai gugus OH akan terdekomposisi bersama selulosa menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang di dalam tanah. Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu karena terputusnya ikatan rantai pada oligomer (Marhamah, 2008).

Menurut Wypich (2003), air yang masuk pada saat uji biodegradabilitas dapat menetrasi struktur material dan membantu aktivitas mikroba pada material tersebut. Semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat kemampuan plastik tersebut untuk terdegradasi. Jadi selain gliserol faktor lain yang mempengaruhi proses biodegradabilitas adalah

selulosa, karena selulosa merupakan bahan alam yang dapat terdegradasi di alam karena aktivitas mikroba yang berada di dalam tanah.

#### **4. PENUTUP**

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi uji kekuatan tarik pada perlakuan B<sub>1</sub>G<sub>1</sub> dengan rata-rata nilai kekuatan tarik sebesar 1.623 N/mm<sup>2</sup>. Hasil perlakuan yang paling tinggi pada uji eranjangan putusnya adalah B<sub>2</sub>G<sub>3</sub> dengan rata-rata perpanjangan 21.33%. Sifat biodegradable yang paling bagus pada pengujian biodegradabilitas terdapat pada penggunaan gliserol 8 ml dengan kehilangan berat plastik sebesar 7.815%. Sifat biodegradable yang paling bagus pada pengujian biodegradabilitas terdapat pada penggunaan gliserol 8 ml dengan kehilangan berat plastik sebesar 9.617% dan munculnya jamur paling banyak serta terjadi keretakan pada plastik biodegradable.

#### **PERSANTUNAN**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dra. Aminah Asngad, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan meluangkan waktu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ani, Purwanti. 2010. *Analisis kuat Tarik dan Elongasi Plastik Khitosan terplastisasi Sorbitol*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Asni, Widya. 2015. *Analisis kandungan pati pada bonggol pisang*. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Bourtoom, T. 2008. "Edible Films and Coatings: Characteristics and Propertis. *International Food Reserch Journal*. Vol 15 (03). Hal: 1-12.
- Darni, Yuli Dan Herti Utami. 2010. Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*. Vol. 7, No. 4, Hal. 190-195.

- Indriyati, L & Rahmini. 2006. "Pengaruh *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan gliserol terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komosit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. Vol 8 (01). Hal: 40-44.
- Kruiskamp, PH; *at all*. 2001. "The Influence of Plasticiser on Molecular Organisation in Dry Amylopectin Measured by Differential Scanning Calorimetry and Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy". *Journal Industrial Microbiology & Biotechnolog*. Vol 26. Page: 90-93.
- Mali S, Sakanaka LS, Yamashita F, Grossman MVE. 2005. *Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect*. *Carbohydr Polym* 60:283-289. Mali S, Grossmann MVE, García MA, Martino MN
- Marhamah. 2008. "Biodegradasi Plasticizer Poligliserol Asetat (PGA) dan Dioktil Ftalat (DOP) dalam Matrik Polivinil Klorida (PVC) dan Toksisitasnya Terhadap Pertumbuhan Mikroba. Tesis. Sumatra utara: USU.
- Nasution, Reni Silvia. 2015. "Berbagai Cara Penanggulangan Limbah Plastik". *Journal of Islamic Science and technology*. Vol 1 (1). Halaman: 97-104.
- Septiosari, Arum; Latifah; dan Kusumastuti, Ella. 2014. "Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol". *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol 3 (2). ISSN No 2252-6951.
- Susanti, Aprilia. 2009. *Potensi Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif Cibacron Red*. Bogor: Intitut Pertanian Bogor.
- Syamsu, Khaswar, dkk. 2008. "Karakteristik Bioplastik Poli- $\beta$ -Hidroksialkanoat yang Dihasilkan oleh *Ralstonia eutropha* pada Substrat Hidrosilat Pati Sagu dengan Pemplastis Isopropil Palmitat". *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Mulawarman, ISSN 1858-2419. Vol 3 (02). Samarinda.
- Wypich, G. 2003. *Plasticizer Use and Selection for Specific Polymers*. Toronto: ChemTec Laboratories