

# POTENSI MIKROORGANISME TANAH SEBAGAI MIKROORGANISME PENGURAI LIMBAH PLASTIK PADA TANAH GAMBUT SEBAGAI SUMBER BELAJAR MATERI POLIMER SMA

Yuni Fatisa<sup>1)</sup>, Yenni Kurniawati<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, UIN SUSKA RIAU  
Email: [yunifatisa@yahoo.co.id](mailto:yunifatisa@yahoo.co.id)

<sup>2</sup>Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, UIN SUSKA RIAU  
Email: [yennikurniawati@yahoo.com](mailto:yennikurniawati@yahoo.com)

## Abstrak

Meningkatnya penggunaan plastik diikuti dengan besarnya kepedulian terhadap isu lingkungan mengenai pembuangan produk plastik sintetis yang sulit terurai. Salah satu alternatif untuk mengatasinya adalah dengan memodifikasi plastik agar bersifat *biodegradabel*. Plastik *biodegradabel* (plastik ramah lingkungan) dirancang mampu terdekomposisi di alam. Tingkat biodegradasi yang terjadi tergantung pada kondisi tanah seperti suhu, kadar air, tingkat aerasi, keasaman dan konsentrasi mikroorganisme sendiri. Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui efektifitas penguraian plastik ramah lingkungan dengan metode pengomposan dalam tanah gambut (TG) dan tanah sampah, serta faktor pH. Dari hasil penelitian kami mendapatkan bahwa pada semua perlakuan uji pada hari ke-20 sampai hari ke-60 terjadi peningkatan persentase penurunan berat plastik ecoplas dan oxium. Sedangkan persentase perubahan berat plastik terbesar dari proses biodegradasi terhadap semua perlakuan uji adalah pada TG<sub>3</sub> pada hari ke-60 yaitu 0,45%. Secara umum, jika pH tanah dibuat semakin asam, maka menyebabkan penguraian plastik semakin bertambah.

Kata Kunci : *Plastik, Mikroorganisme tanah, lahan gambut.*

## 1. PENDAHULUAN

Luasnya pemanfaatan plastik, mulai dari skala rumah tangga, perkantoran hingga industri menyebabkan tingginya tingkat produksi plastik oleh produsen. Hal ini tentu saja berakibat pada terjadinya penumpukan sampah hingga menyebabkan terjadinya polusi lingkungan.

Sebahagian besar produk plastik yang telah dibuat baik dalam skala kecil hingga skala industri dan yang paling banyak beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetis yang berasal dari sumber daya alam yang tidak terbarukan, sulit terurai bahkan mengalami biodegradasi (penguraian) mencapai 100 hingga 500 tahun. Misalnya seperti plastik jenis polietilena (PE) dan polistirena (PS). PE dan PS

sulit diurai oleh mikroorganisme sehingga tetap berada di alam tanpa perubahan bentuk untuk waktu yang sangat lama [1].

Salah satu alternatif untuk mengatasinya adalah dengan memodifikasi plastik agar bersifat *biodegradabel*. Bioplastik ini dibuat dari bahan terbarukan atau yang berbasis petroleum dengan kombinasi bahan aditif *biodegradabel* [2].

Plastik biodegradasi dalam proses pembuatannya menggunakan suatu bahan yang dinamakan *Ecopure additive* yang ditambahkan selama proses. *Ecopure* adalah suatu matrik plastik, berada diantara serat plastik agar plastik dapat diurai oleh mikroba. *Ecopure* bersifat higroskopis, yaitu dapat menyerap air sehingga terjadi akumulasi air di sekitar serat plastik. Air agresif

masuk ke matrik plastik, sehingga plastik mengembang, memberikan peluang kepada mikroba untuk memasuki matrik plastik, selanjutnya terjadi proses penguraian yang dilakukan oleh mikroba yang mampu memetabolisme secara alami struktur molekul film plastik menjadi monomer-monomer yang ramah lingkungan seperti bahan humus dan biogas. Enzim mikroba memutuskan rantai atom C, sehingga secara beruntun plastik terurai, membentuk gas CO<sub>2</sub> dan gas metana, yang berupa biogas. Plastik yang mengandung *ecopure* bersifat ramah dan aman lingkungan, tidak berbahaya, tidak beracun.

Jenis jenis kemasan plastik *biodegradabel* yang telah umum dikenal adalah oxium dan ecoplas. Oxium merupakan jenis kemasan terbuat dari plastik konvensional (polietilen) dan zat oxium. Ecoplas dibuat dari plastik konvensional (polietilen) dengan penambahan pati. Penggunaan pati ini banyak dilakukan karena sifat biodegradabilitasnya yang tinggi, murah, dan dapat diperbarui [3]. Plastik-plastik jenis ini kemudian dikenal sebagai plastik ramah lingkungan. Plastik ramah lingkungan adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Plastik ramah lingkungan bisa terurai oleh tanah dalam kurun waktu 6 bulan sampai 5 tahun, tergantung kandungan dan jenis mikroorganisme yang ada pada tanah.

Semakin subur tanah tersebut, maka semakin cepat laju biodegradasi plastik ramah lingkungan tersebut [4]. Proses biodegradasi tergantung pada jumlah dan kombinasi mikroorganisme serta kondisi lingkungan dan kekayaan mikroba yang sanggup mendegradasi [5]. Mikroba yang mampu memutus rantai karbon adalah mikroba tanah yang

menggunakan karbon sebagai nutrisinya. Mikroba jenis ini banyak terdapat pada lahan gambut di propinsi Riau yang kaya akan kandungan karbon.

Selain mikroorganisme, yang mempengaruhi proses degradasi adalah pengaruh pH. Sebuah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Daniel Burd bahwa biodegradasi plastik polietilen (PE) pada media tanah dengan penambahan asam cuka, dapat mendegradasi plastik PE hingga 40,3 % dalam waktu 3 bulan [6].

Namun sejauh mana efektifitas penguraian (biodegradasi) plastik ramah lingkungan dalam tanah gambut di propinsi Riau yang memiliki jumlah mikroorganisme tanah dalam jumlah tinggi, serta faktor pH dalam keadaan asam dapat meningkatkan degradasi plastik ramah lingkungan dengan metode pengomposan perlu untuk diteliti, sehingga diharapkan dapat membantu upaya pengelolaan limbah plastik secara optimum dan berkesinambungan dengan memanfaatkan sumber daya alam yang murah dan mudah didapat.

Studi ini merupakan implementasi kimia sehari-hari, yang mana dalam proses pembelajaran disekolah berkaitan dengan materi polimer. Oleh sebab itu penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber belajar sehingga dapat menarik minat siswa terhadap materi kimia terutama materi polimer.

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Spektroskopi FTIR, Peralatan Gelas. Bahan-bahan yang digunakan: sampel plastik ecoplas dan oxium, media tanah gambut, asam cuka 70 % dan Alkohol 70 %.

### Persiapan Sampel Penelitian

Sampel limbah plastik ramah lingkungan (*biodegradable*), sampel ecoplas dan oxium diambil dari toko yang ada di Pekanbaru. Media tanah sampah diambil dari tanah tempat pembuangan sampah yang berasal dari TPA di jalan Garuda Sakti dan media tanah gambut diambil di jalan H.R. Subrantas Pekanbaru Provinsi Riau. Masing-masing sampel tanah diberi penambahan asam asetat 0,05% dan 1%, lalu tanah dihomogenkan dan sebagai kontrol tanpa penambahan asam asetat pada masing-masing tanah (0 %). Penambahan asam asetat masing-masing 100 ml setiap 1 kg tanah pengomposan. Dilakukan pengukuran pH tanah menggunakan *soil tester*.

### Uji Biodegradasi Plastik dengan Metode Pengomposan

Uji degradasi penguburan atau metode pengomposan di dalam tanah dimulai dengan mencuci masing-masing plastik uji dengan air steril selama 5 menit dan dibilas dengan alkohol 70 % selama 5 menit, dikeringkan dalam vakum 37°C selama 1 malam, lalu ditimbang menggunakan neraca analitis. Plastik kemudian dikubur dalam tanah selama 2 bulan. Setiap 20 hari, plastik uji diambil dan dibersihkan, dicuci dengan air steril, dibilas dengan alkohol 70%, dikeringkan, ditimbang kembali menggunakan neraca analitis.

### Analisa Pengurangan Massa Sampel

Rumus persentase perubahan berat plastik :

$$\%massa = \frac{massa\ awal - massa\ akhir}{massa\ awal} \times 100\%$$

### Analisis Angket

Setelah didapatkan data penelitian di labotarium, dilakukan pengumpulan data berupa angket. Angket akan diisi oleh guru mata

pelajaran kimia di SMAN 1 Kampar dan SMAN 1 Kampar Timur untuk mengetahui apakah proses penguraian limbah plastik pada lahan gambut dapat digunakan sebagai pengetahuan tambahan dan sumber belajar pada materi polimer.

Angket yang diujikan oleh peneliti berupa beberapa pertanyaan yang akan diberikan kepada 3 orang guru kimia di SMAN 1 Kampar dan 2 orang guru kimia di SMAN 1 Kampar Timur.

Kemudian teknik analisis data angket pada penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi relatif dan persentasenya [7] digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \%$$

Dengan keterangan :

P = Persentase

F = Frekuensi responden

N = Total jumlah

Data yang telah dipersentasekan kemudian direkapitulasi dan diberi kriteria sebagai berikut:

- 81% - 100% dikategorikan sangat baik
- 61% - 80% dikategorikan baik
- 41% - 60% dikategorikan cukup baik
- 21% - 40% dikategorikan kurang baik
- 0% - 20% dikategorikan tidak baik [8].

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengomposan Plastik Ecoplas

Pada penelitian ini penambahan asam asetat pada media tanah gambut yang menghasilkan kondisi pH tanah yang berbeda-beda dilakukan untuk mempercepat proses pengomposan (Tabel 1).

**Tabel. 1** pH Media Tanah Gambut dan Tanah Sampah

Jenis Media	Tanah Gambut			Tanah Sampah		
	TG <sub>1</sub>	TG <sub>2</sub>	TG <sub>3</sub>	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>
pH	5,9	4,8	4,6	6,9	6,5	6,2

Keterangan:

T.G = tanah gambut (mg)

TS = tanah sampah (mg)

T.G<sub>1</sub> dan TS<sub>1</sub> = tanah gambut tanpa penambahan asam cuka 0%

TG<sub>2</sub> dan TS<sub>2</sub> = tanah gambut dengan penambahan asam cuka 0,05 %

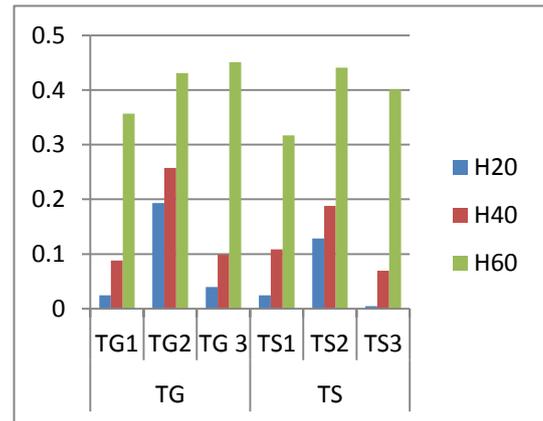
TG<sub>3</sub> dan TS<sub>3</sub> = tanah gambut dengan penambahan asam cuka 0,1 %

Pengamatan analisis efektifitas pemanfaatan mikroorganisme tanah gambut dan tanah sampah dengan kondisi pH tanah yang berbeda-beda untuk proses penguraian plastik ecoplas dapat dilihat dari persentase perubahan berat plastic ecoplas pada Tabel. 2

**Tabel. 2** Persentase Perubahan Berat Plastik Ecoplas

Waktu (Hari)	TG (%)			TS (%)		
	TG <sub>1</sub>	TG <sub>2</sub>	TG <sub>3</sub>	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>
20	0,024 75	0,19 307	0,03 960	0,0 247 52	0,12 871 3	0,00 495
40	0,084 16	0,25 743	0,09 901	0,1 089 11	0,18 811 9	0,06 930 7
60	0,356 44	0,43 069	0,45 041	0,3 168 3	0,44 059	0,40 099

Terlihat pada Tabel. 2 bahwa semua perlakuan uji mengalami perubahan berat dengan persentase yang berbeda-beda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar. 1** Grafik Persentase Perubahan Berat Plastik Ecoplas Hasil Pengomposan

Dari grafik (Gambar 1) memberikan informasi bahwa persentase perubahan berat plastik ecoplas terbesar adalah TG<sub>3</sub> pada hari ke-60 dengan nilai 0,45 %. Pada perlakuan dengan penambahan asam ini, secara umum kecepatan penguraian ecoplas pada tanah gambut menunjukkan bahwa semakin tinggi pH atau semakin asam tanah, maka persentase perubahan berat plastik ecoplas semakin besar, tetapi jika kondisi pH dibuat semakin tinggi/ekstrim maka persentase perubahan berat semua plastik menjadi turun.

### Pengomposan Plastik Oxium

Selanjutnya pengamatan analisis waktu optimasi pemanfaatan mikroorganisme tanah gambut dan tanah sampah dengan kondisi pH tanah yang berbeda-beda dilakukan untuk proses penguraian plastik oxium (Tabel 3).

**Tabel. 3** pH Media Tanah Gambut dan Tanah Sampah

Jenis Media	Tanah Gambut			Tanah Sampah		
	T <sub>G</sub> <sub>11</sub>	T <sub>G</sub> <sub>22</sub>	T <sub>G</sub> <sub>33</sub>	T <sub>S</sub> <sub>11</sub>	T <sub>S</sub> <sub>22</sub>	T <sub>S</sub> <sub>33</sub>
pH	5,9	4,8	4,6	6,9	6,5	6,2

Keterangan:

T.G = tanah gambut (mg)

TS = tanah sampah (mg)

T.G<sub>11</sub> dan TS<sub>11</sub> = tanah gambut tanpa penambahan asam cuka 0%

TG<sub>22</sub> dan TS<sub>22</sub> = tanah gambut dengan penambahan asam cuka 0,05 %

TG<sub>33</sub> dan TS<sub>33</sub> = tanah gambut dengan penambahan asam cuka 0,1 %

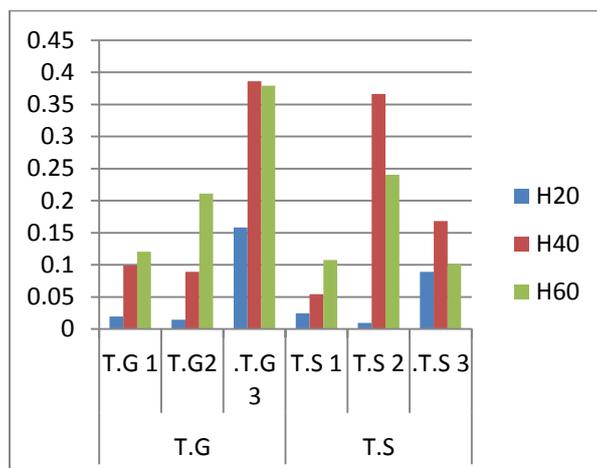
Persentase perubahan berat plastic oxium pada dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel. 4** Persentase Perubahan Berat Plastik Oxium

Waktu (Hari)	TG (%)			TS (%)		
	TG <sub>11</sub>	TG <sub>2</sub>	TG <sub>3</sub>	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>
20	0,019 802	0,01 485	0,15 841	0,0 247	0,01 001	0,0 891
		1 6	52			09
40	0,099 01	0,08 910	0,38 613	0,0 544	0,36 634	0,1 683
		9 9	55			17
60	0,120 34	0,21 092	0,37 916	0,1 076	0,24 059	0,1 009
			5			9

Dari grafik (Gambar 2) dapat dilihat bahwa persentase perubahan berat plastic oxium hasil pengomposan dengan media tanah gambut dan tanah sampah pada hari ke-20 masing-masing adalah 0,019802 % dan 0,02472 %. Tetapi dengan penambahan asam cuka 0,1 % untuk meningkatkan pH tanah, pada kondisi keasaman tanah pH 4,6 menghasilkan persentase perubahan

berat plastic pada tanah gambut yang lebih besar dibandingkan perlakuan uji yang lain yaitu 0,15841 %



**Gambar. 2** Grafik Persentase Perubahan Berat Plastik Oxium Hasil Pengomposan

Semakin lama proses biodegradasi maka terjadi peningkatan persentase perubahan berat plastic oxium hasil pengomposan dengan media tanah gambut dan tanah sampah pada hari ke-40, dimana masing-masing adalah dengan nilai 0,386139 % dan 0,366337 % . Dari semua perlakuan uji, pada kondisi keasaman tanah gambut pH 4,6 menghasilkan persentase perubahan berat yang lebih besar dibandingkan perlakuan uji yang lain yaitu 0,386139 %.

Dalam penelitian ini, semua perlakuan uji menunjukkan terjadi perubahan berat plastic ecoplas dan oxium, baik pengomposan dengan tanah gambut maupun tanah sampah. Hasil ini menunjukkan bahwa proses biodegradasi dalam sistem pengelolaan limbah menggunakan mikroorganisme dari tanah gambut dan tanah sampah dapat memanfaatkan plastic yang ada sebagai sumber karbon sehingga terjadi proses biodegradasi akan mengubah limbah menjadi senyawaan yang aman atau tidak berbahaya. Enzim mikroba memutuskan rantai atom C, sehingga secara perlahan plastic terurai. Degradasi menyebabkan penurunan kekuatan tarik

sehingga plastik menjadi rapuh, retak dan terfragmentasi menjadi bagian-bagian kecil ( bubuk/powder ). Fase akhir dari proses degenerasi akan menghasilkan CO<sub>2</sub>, air dan biomassa yang akan kembali ke alam.

Mostafa mengamati bahwa biodegradasi bioplastik pada tanah lempung lebih cepat dibandingkan tanah pasir karena tanah lempung lebih kaya akan mikroorganisme dibandingkan tanah pasir [9]. Sedangkan biodegradasi plastik ramah lingkungan pada tanah sampah lebih cepat dibandingkan tanah kebun dan tanah pasir [4]. Biodegradasi polimer yang terbuat dari bahan dasar pati terjadi karena serangan enzimatis pada ikatan glikosida sehingga polisakarida terurai menjadi unit-unit mono-, di-, dan oligo- sakarida [10].

pH merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi degradasi. Mikroorganisme pendegradasi plastik mempunyai kemampuan mendegradasi hanya pada pH optimum. Kondisi biodegradasi yang terlalu ekstrim, akan menyebabkan mikroorganisme yang ada di dalam akan mati. Pada hasil selanjutnya, kami mengamati penguraian plastik ecoplas melalui pemanfaatan mikroorganisme tanah dengan penambahan asam sehingga menyebabkan naiknya pH tanah. Penambahan asam pada tanah gambut akan meningkatkan proses penguraian, dan % penguraian tertinggi yaitu 0,4505 % pada hari ke-60, pH 4,6.

Tetapi, secara umum dari grafik (Gambar. 1), jika pH tanah dibuat semakin asam/ekstrim, maka menyebabkan penguraian plastik semakin terhambat. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai biodegradasi plastik polietilen (PE) pada media tanah dengan penambahan asam asetat (hingga 0,2 % ), dapat mendegradasi plastik PE hingga 40,3%.

Proses degradasi juga bergantung pada jumlah dan kombinasi dari mikroorganisme serta kondisi alam. Khusus untuk polimer biodegradable dalam tanah, tingkat biodegradasi yang terjadi tergantung pada kondisi tanah seperti suhu, kadar air (ukuran dari konsentrasi air), tingkat aerasi (ukuran konsentrasi oksigen), keasaman (ukuran konsentrasi asam) dan konsentrasi mikroorganisme sendiri. Di bawah sangat tidak menguntungkan kondisi laju degradasi dapat dikurangi menjadi hampir nol [11].

Dengan meningkatnya waktu yaitu pada hari ke-60 maka terjadi peningkatan persentase perubahan berat plastik ecoplas dan oxium pada semua perlakuan uji. Ini berarti bahwa proses biodegradasi plastik biodegradable pada hari ke-20, mikroorganisme pengurai yang berasal dari masing-masing media masih berada dalam fase penyesuaian dengan lingkungannya.

Mikroorganisme secara umum masih memanfaatkan karbon yang terkandung dalam media. Seiring dengan bertambahnya waktu, karbon yang dikandung media semakin berkurang, sehingga mikroorganisme harus memanfaatkan karbon yang dikandung oleh plastik. Dengan demikian, semakin lama akan terjadi peningkatan aktivitas penguraian limbah plastik oleh mikroorganisme pengurai plastik [9]. Dari grafik yang ada, semakin lama waktu penguraian semakin meningkat perubahan berat plastik, namun belum terlihat kapan waktu optimasi tercapai. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu penelitian

### **Implementasi Penilaian di Sekolah**

Penilaian implementasi penelitian ini sebagai sumber belajar dilakukan di SMA. Metode penelitian didokumentasi dalam bentuk video untuk dipresentasikan kepada guru di SMA, Kemudian guru mengisi sejumlah

pertanyaan yang tertera pada angket untuk mengetahui bagaimana tanggapan guru terhadap produk penelitian yang digunakan sebagai sumber belajar kimia polimer. Indikator penilaian berupa kesesuaian isi produk penelitian dengan materi polimer sebagai sumber belajar dan peranannya dalam kehidupan sehari-hari.

Dapat disimpulkan bahwa analisis angket penilaian guru kimia diketahui bahwa potensi mikroorganisme tanah sebagai mikroorganisme pengurai limbah plastik yang dijadikan sebagai sumber belajar pada materi polimer didapatkan persentase 80% yang dikategorikan baik.

#### 4. SIMPULAN

Semua perlakuan uji menunjukkan terjadi perubahan berat plastik ecoplas dan oxium secara pengomposan dengan tanah gambut maupun tanah sampah. Hasil ini menunjukkan bahwa proses penguraian dalam sistem pengelolaan limbah menggunakan mikroorganisme dari tanah gambut dan tanah sampah dapat memanfaatkan plastik yang ada sebagai sumber karbon.

Penilaian terhadap hasil penelitian ini untuk dijadikan sebagai sumber belajar pada materi polimer dari angket yang telah diisi oleh guru didapatkan persentase 80% yang dikategorikan baik dan dapat dijadikan sebagai sumber belajar pada materi polimer.

#### 5. REFERENSI

- [1] Singh, R. D., Dhania, G., Sharma, A., Jaiwal, P. K., 2007. *Biotechnological Approach to Improve Phytoremediation Efficiency for Environment Contaminant*. Environmental Biological Technological.
- [2] Adam, S and Clark, D., 2009. *Landfill Biodegradation An In Depth Look at Biodegradation in Landfill Environment*, Biotec Environmental, Albuquerque & ENSO Bottles, LLC, Phoenix.
- [3] Pranamuda, H., 2009. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis*, Badan Pengkajian & Penerapan Teknologi, Jakarta.
- [4] Marhamah, 2008. *Biodegradasi Plastitiser poligliserol Asetat (PGA) dan Dioktil Ftalat (DOP) dalam Matriks Polivinil Klorida (PVC) dan Toksisitasnya terhadap Pertumbuhan Mikroba*, Tesis, USU, Medan.
- [5] Baker .K.H., 1994, *Bioremediation Environmental Microbiologi* Associated. Inc. Harrisburg, Pennsylvania
- [6] Anonim, 2009. *Penguraian Sampah Plastik Dipersingkat dari Ribuan Tahun Menjadi Tiga Bulan*, [carritawisatacontent3.bogspot.co.id/2009/08/penguraian-sampah-plastik-dipersingkat.html](http://carritawisatacontent3.bogspot.co.id/2009/08/penguraian-sampah-plastik-dipersingkat.html), Diakses Tanggal 23 Oktober 2012.
- [7] Sudijono, A., 2007. *Pengantar Statistik Pendidikan*, Raja Grafindo Persada, Jakarta
- [8] Riduwan, 2011, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*, (Bandung: Alfabeta
- [9] Mostafa, H. M., Sourell, H. and Bockisch, F.J., 2010. The

Mechanical Properties of Some Bioplastics Under Different Soil Types for Use as a Biodegradable Drip Tubes. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript 1497. Vol. XII.*

- [10] Demirbas, A., 2007. Biodegradable plastics from renewable resources. *Energy sources part-A-recovery utilization and environmental effects* 29(5), 419-424.
- [11] Calmon-Decriaud, A., Bellon Maurel, V., 1998. *Adv Polym Sci*