

PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TAPIOKA SEBAGAI BAHAN BAKU PLASTIK MUDAH TERURAI (BIODEGRADABLE)

Pandima Fatimatuz Zaroh¹⁾ dan Sri Widyastuti²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Email : ¹pandima.fz@gmail.com, ²rafirudi@yahoo.co.id

Abstrak

Proses pembuatan biodegradable dilakukan dengan mencampurkan limbah kedalam campuran natrium asetat dan larutan asam asetat. Selanjutnya dilakukan pemanasan untuk menghidrolisis, dikeringkan dan dihaluskan ukuran 200 μm . Hasil hidrolisis ditambah 100 ml aquades, 45 ml ethanol 96%, dan gliserol 1,2 ml. Larutan dipanaskan pada suhu kurang dari 70^oC dan pengadukan kecepatan 60 rpm sampai mengental. Setelah mengental dicetak ketebalan 1 mm dan didinginkan pada suhu ruang. Perbandingan limbah yang digunakan yaitu ampas dan limbah cair adalah 100% : 0% , 50% : 50% , 0% : 100% dan 50% : 50% ampas tapioka dengan pati tapioka sebagai kontrol. Plastik yang dihasilkan diuji dengan uji mekanik berupa uji tarik dan uji elongasi, uji gugus fungsi dengan FTIR dan Uji Biodegradabilitas. Hasil pengujian plastik yang dihasilkan didapatkan hasil dengan kuat tarik 2,78 – 4,41 Mpa dan elongasi 8,27 – 14,27 %. Hasil pengujian FTIR pada semua sampel menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C-O, =C-H sebagai gugus penanda telah terbentuk bioplastik. Limbah padat tapioka dengan campuran tapioka (kontrol) lebih cepat mengalami degradasi dengan persentase degradabilitas terbesar yaitu 29,99 % dibandingkan dengan bio plastik sampel 3, sampel 2 dan sampel 1.

Kata kunci : Limbah Padat Tapioka, Bioplastik, Biodegradable

Abstract

The process of making biodegradable plastic is done by mixing waste into a mixture of sodium acetate and acetic acid solution. Furthermore, heating is done to hydrolyze, dry and mash the size of 200 μm . The hydrolysis results were added with 100 ml of distilled water, 45 ml of ethanol 96%, and glycerol 1.2 ml. The solution is heated at a temperature of less than 70^oC and stirring at 60 rpm until it thickens. After thickening 1 mm thick is printed and cooled at room temperature. After thickening 1 mm thick is printed and cooled at room temperature. The ratio of waste used is waste and liquid waste is 100%: 0%, 50%: 50%, 0%: 100% and 50%: 50% tapioca pulp with tapioca starch as a control. The plastic produced was tested by mechanical tests in the form of tensile and elongation tests, functional group tests with FTIR and Biodegradability Test. The plastic produced was tested by mechanical tests in the form of tensile and elongation tests, functional group tests with FTIR and Biodegradability Test. The results of plastic testing produced obtained results with a tensile strength of 2.78 - 4.41 MPa and elongation of 8.27 - 14.27%. The results of FTIR in all samples showed the existence of O-H, C-H, C = O, C-O, = C-H functional groups as bioplastic markers formed. Tapioca solid waste with tapioca mixture (sample 4 / control) degraded faster with a percentage of degradability of 29.99% compared to plastics from other materials each of 0.26% (sample 3), 21.19% (sample 2) and 14.61% (sample 1).

Keywords: Tapioca Solid Waste, Bioplastics, Biodegradable

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik tergolong sampah bukan organik yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena sulit dan membutuhkan waktu serta proses yang lama yaitu 1.000 tahun untuk dapat diuraikan secara alami di tanah dan 450 tahun untuk terurai di air. Oleh karena itu dilakukan teknologi pengolahan sampah plastik seperti daur ulang dan pengembangan bahan plastik baru yang dapat hancur dan terurai dalam lingkungan yang lebih dikenal sebagai plastik *biodegradable* (Wirawan, S.K., Agus, P. and Ernie. (2012). Sehingga tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat plastik yang mudah terurai (*Biodegradable*) atau bioplastik dari limbah tapioka dan uji kemampuannya

Plastik dibuat dengan cara polimerisasi yaitu menyusun dan mem-bentuk secara sambung – menyambung bahan-bahan dasar plastik yang disebut monomer. Di samping bahan dasar monomer, di dalam plastik juga terdapat zat non-plastik yang disebut aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Bahan aditif tersebut berupa zat-zat dengan berat molekul rendah yang dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, antilengket, dan lainnya (Rezki *et al.*, 2016).

Singkong (*Manihot utilissima*) disebut ketela pohon atau ubi kayu adalah pohon tahunan tropika atau subtropika. Umbi atau akar pohon yang panjang dengan fisik rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Singkong merupakan bahan baku berbagai produk industri, seperti industri makanan, farmasi, tekstil, dan lain-lain. Industri makanan dari singkong cukup beragam mulai dari makanan tradisional, seperti getuk, timus, keripik, gemblong, dan berbagai jenis makanan lain yang memerlukan proses lanjut. Dalam industri makanan, pengolahan singkong dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu hasil fermentasi singkong (tape/peyeum), singkong yang dikeringkan (gaplek), dan tepung singkong atau tepung tapioka.

Plastik dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku limbah ampas tapioka yang telah dimodifikasi (Firdaus, F. dan Anwar, C. 2004).. Modifikasi dilakukan dengan hidrolisis terhadap limbah ampas tapioka sebelum diproses menjadi plastik (Weiping, B., 2005). Proses hidrolisis dilakukan dengan pemanasan pada suhu 40°C menggunakan pelarut asetat atau amonia dengan perbandingan 50 gram ampas tapioka dan 50 ml pelarut. Hasil bahan dan pelarut yang telah kering, dihaluskan dengan ukuran 200 µm

Hasil hidrolisis ditambah 100 ml aquades, 45 ml ethanol 96 % dan 1,2 ml gliserol. Secara umum film plastik yang dihasilkan cukup stabil dengan ketebalan 41,72 µm, nilai kuat tarik antara 27,01 – 217,7 kgf/cm², dan kemuluran 2,55 – 62,89 % (Pudjiastuti dan Supeni, 2005 dalam Denia, 2011)

Polimer banyak digunakan di berbagai aplikasi. Tiap aplikasi umumnya membutuhkan karakteristik plastik yang spesifik. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap plastik untuk menentukan kelemahan dan kelebihan plastik tersebut (Allock and Lampe, 1981 dalam Lumbanraja, 2007)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Poltekkes Surabaya dan pengujian di lakukan Laboratorium Departemen Fisika Universitas Airlangga.

2.1. Prosedur Pembuatan Plastik

Proses pembuatan plastik dilakukan dengan cara mencampurkan bahan mentah kedalam larutan asetat atau amonia dengan pH 7. Hasil bahan dan pelarut yang telah kering, dihaluskan dengan ukuran 200 µm. Kemudian hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam gelas beker (250 ml) sebanyak 100 ml aquades, ditambahkan 45 ml ethanol 96%, dan gliserol 1,2 ml. Larutan dipanaskan pada *hotplate magnetic stirrer* dengan suhu kurang

dari 70°C dan kecepatan 60 rpm sampai mengental. Setelah mengental dicetak diatas *plexiglass* (20 x 10 cm) dengan ketebalan 1 mm dan didinginkan pada suhu ruang. Plastik yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis

Tabel 1. Massa Limbah Ampas dan Cair Tapioka

Berat Jenis Sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4 (kontrol)
Limbah Ampas Tapioka	7,5 gr 100%	3,25 gr 50%	0 gr 0%	3,25 gr 50%
Limbah Cair Tapioka	0 gr 0%	3,25 gr 50%	7,5 gr 100%	3,25 gr 50% (Tapioka)

2.2. Metode Analisa Data

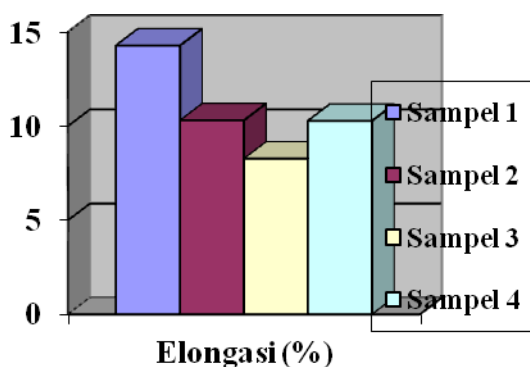
Karakterisasi sampel yang akan dilakukan meliputi : Uji mekanik (uji tarik dan elongasi)

Uji gugus fungsional pada bioplastik dengan FT-IR dan uji Biodegradabilitas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian disajikan sebagai berikut :

1. Hasil uji kuat tarik dan elongasi



Gambar 1 Grafik Kuat Tarik Sampel Uji terhadap Jenis Sampel

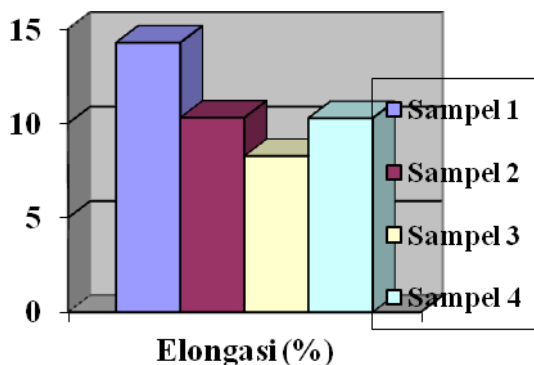
Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa kuat tarik pada masing-masing sampel memiliki hasil yang berbeda dimana sampel

2 yang merupakan campuran antara limbah ampas tapioka dan limbah cair tapioka memiliki hasil paling tinggi dengan nilai 4,41 Mpa. Sedangkan untuk sampel 3 yang merupakan limbah cair didapatkan hasil 3,56 Mpa, sampel 1 dengan bahan limbah ampas tapioka didapatkan hasil 2,97 Mpa dan sampel 4 yaitu campuran antara limbah ampas tapioka dan tapioka memiliki hasil kuat tarik paling rendah yakni sebesar 2,78 Mpa.

Hasil uji kekuatan tarik pada gambar 7 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik film plastik bergantung pada formulasi tertentu. Ikatan serat yang disebabkan proses penggilingan akan mempengaruhi kekuatan serat. Peningkatan ikatan disebabkan oleh peningkatan penggilingan yang berlebihan cenderung akan sedikit menurunkan ketahanan tarik karena perusakan struktur serat yang disebabkan (Vivi, 1993 dalam Darni *et al.*, 2009).

Penggilingan pada tingkat tertentu akan meningkatkan kekuatan tarik. Penggilingan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tarik yang mungkin disebabkan terjadinya disintegrasi serat (Nurminah, 2009 dalam Darni *et al.*, 2009). Kondisi fisik film plastik setelah dicetak menunjukkan bahwa limbah cair tapioka maupun limbah ampas tapioka yang masih mengandung serat (selulosa) ini tidak homogen. Hal ini disebabkan proses penggilingan limbah ampas tapioka dan hasil dari limbah cair tapioka yang tidak sempurna. Kadar serat yang terlalu banyak akan menyebabkan film plastik semakain tidak homogen yang berakibat pada tidak sempurnanya pencampuran sehingga ikatan yang terjadi tidak kuat. Ikatan antar komponen ini sangat berpengaruh pada kekuatan tarik film plastik.

2. Hasil uji kekuatan tarik

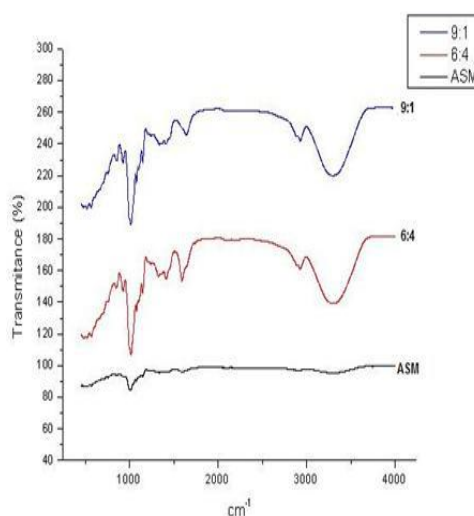


Gambar 2 Grafik Elongasi Sampel Uji terhadap Jenis Sampel

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan hasil grafik elongasi pada masing-masing sampel memiliki hasil yang berbeda dimana sampel 1 yang merupakan limbah ampas tapioka memiliki hasil paling tinggi dengan nilai elongasi 14,27 %. Sedangkan untuk sampel 2 yang merupakan campuran antara limbah cair dan limbah ampas tapioka didapatkan hasil elongasi 10,30 %, sampel 4 dengan bahan campuran antara limbah ampas tapioka dan tapioka didapatkan hasil elongasi 10,27 % dan sampel 3 yaitu limbah cair tapioka memiliki hasil elongasi paling rendah yakni sebesar 8,27 %.

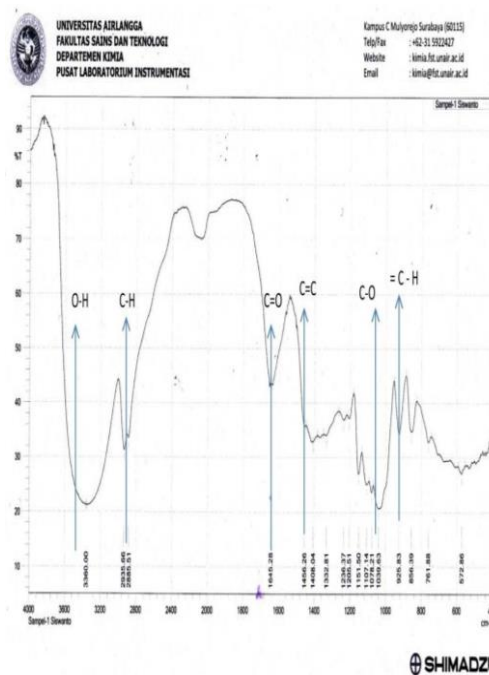
Sedangkan data hasil elongasi pada gambar 2 menunjukkan bahwa per-panjangan tertinggi film plastik dari limbah ampas tapioka pada sampel 1. Hasil uji mekanik ini didapatkan bahwa film plastik yang dihasilkan dari sampel 1 (tapioka) memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan film plastik dari limbah ampas tapioka (sampel 2, 3, dan 4). Besarnya elongasi pada sampel tersebut dikarenakan tidak adanya penambahan bahan pengisi kalsium karbonat. Adanya bahan pengisi kalsium karbonat yang tinggi akan membuat ikatan hidrogen didalam plastik semakin kuat, padat dan kaku. Hal ini disebabkan karena jarak antar molekul akan semakin rapat. Sehingga menyebabkan nilai keelastisan plastik menurun seiring dengan bertambahnya bahan pengisi yang dipakai.

3. Hasil uji *Faorier Transform Infra – Red* (FT-IR)



Gambar 3 Data Hasil dari Ampas Singkong Murni Uji FTIR

Berdasarkan Gambar 3 diketahui belum terdapat adanya gugus fungsi di karenakan berbahan ampas singkong murni.



Gambar 4 Data Hasil Sampel 1 Uji FTIR

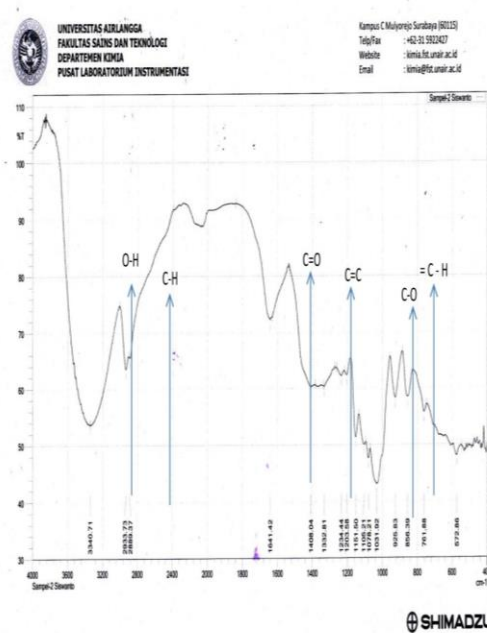
Berdasarkan gambar 4 merupakan sampel dengan bahan baku limbah ampas

tapioka diketahui bahwa uji FTIR sampel limbah ampas tapioka memiliki ikatan gugus fungsi antara lain O – H , C – H, C = O , C = C, C – O dan = C – H. Dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka plastik dapat tergradasi. Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dan dari sini terlihat bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika dikarenakan tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik (suka air) seperti sifat penyusunnya. Terdapat juga gugus fungsi karbonil (CO) dan ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan FTIR, sehingga bahan bioplastik ini dapat terdegradasi (Darni, 2009)

ikatan gugus fungsi antara lain O – H , C – H, C = O , C = C, C – O dan = C – H. Dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka plastik dapat tergradasi. Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dari tabel 4 diatas dapat diketahui bahwa dalam plastik terdapat ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen adalah sejenis gaya tarik antar molekul yang terjadi antara dua muatan listrik parsial dengan polaritas yang berlawanan. Walaupun lebih dari kebanyakan gaya antarmolekul, ikatan hidrogen jauh lebih lemah dari ikatan kovalen dan ikatan ion (Darni, 2009).

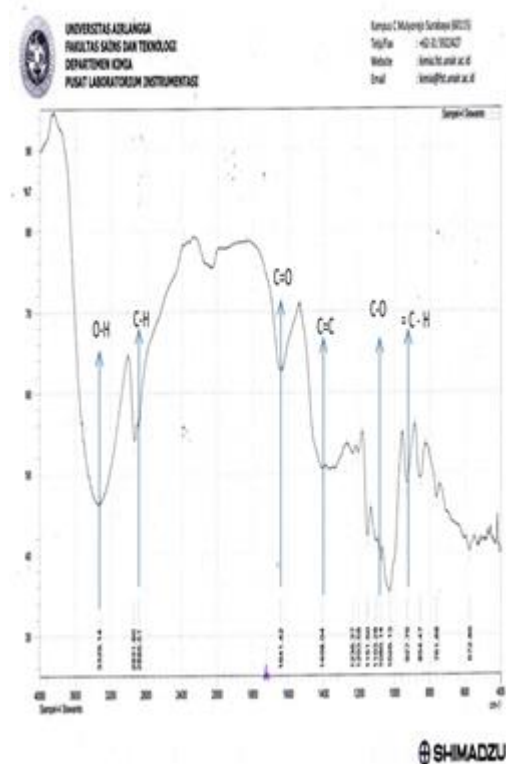
Ikatan hidrogen terjadi ketika sebuah molekul memiliki atom N, O, atau F yang mempunyai pasangan elektron bebas (ione pair electron). Hidrogen dari molekul lain akan berinteraksi dengan pasangan elektron bebas ini membentuk suatu ikatan hidrogen. Banyaknya gugus OH yang memungkinkan plastik berikatan dengan air.

Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dan dari sini terlihat bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika dikarenakan tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik (suka air) seperti sifat penyusunnya. Terdapat juga gugus fungsi karbonil (CO) dan ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan FTIR, sehingga bahan bioplastik ini dapat terdegradasi (Darni, 2009).



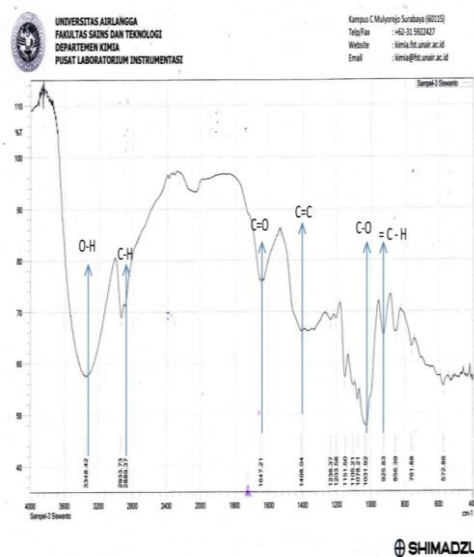
Gambar 5 Data Hasil Sampel 2 Uji FTIR

Berdasarkan gambar 5 merupakan sampel campuran antara limbah ampas tapioka dan limbah cair tapioka diketahui bahwa uji FTIR sampel limbah ampas tapioka dan limbah cair tapioka memiliki



Gambar 6 Data Hasil Sampel 3 Uji FTIR

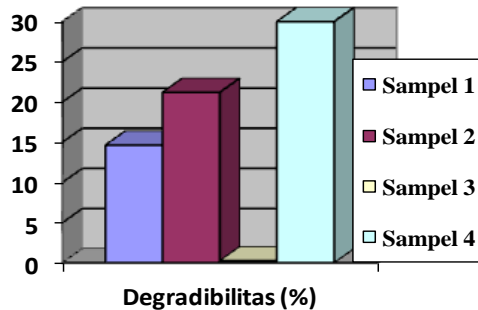
Berdasarkan gambar 6 yang merupakan sampel dengan bahan baku limbah cair tapioka diketahui bahwa uji FTIR sampel limbah cair tapioka memiliki ikatan gugus fungsi antara lain O - H , C - H , C = O , C = C , C - O dan = C - H. Dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka plastik dapat tergradasi. Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dan dari sini terlihat bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika dikarenakan tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik (suka air) seperti sifat penyusunnya. Terdapat juga gugus fungsi karbonil (CO) dan ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan FTIR, sehingga bahan bioplastik ini dapat terdegradasi (Darni, 2009)



Gambar 7 Data Hasil Sampel 4 Uji FTIR

Berdasarkan gambar 7 merupakan sampel kontrol diketahui bahwa uji FTIR sampel limbah ampas tapioka dan tapioka memiliki ikatan gugus fungsi antara lain O - H , C - H , C = O , C = C , C - O dan = C - H. Dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka plastik dapat tergradasi. Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dari sini terlihat bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika dikarenakan tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik (suka air) seperti sifat penyusunnya. Terdapat juga gugus fungsi karbonil (CO) dan ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan FTIR, sehingga bahan bioplastik ini dapat terdegradasi (Darni, 2009).

4. Data hasil uji biodegradable



Gambar 8 Grafik Persentase Degradibilitas Sampel Plastik

Hasil uji biodegradable pada gambar 8 diketahui bahwa sampel 4 yang merupakan kontrol dengan campuran bahan antara limbah ampas tapioka dan tapioka memiliki nilai degradibilitas tertinggi yakni sebesar 29,99 %, kemudian sampel 2 dengan bahan campuran antara limbah cair dan limbah ampas tapioka didapatkan hasil 21,91 %. Sedangkan untuk sampel 1 dimana bahan dari limbah ampas tapioka didapatkan hasil degradibilitas sebesar 14,61 % dan yang paling rendah hasil uji degradibilitasnya adalah sampel 3 merupakan hasil bioplastik dari bahan limbah cair dengan nilai degradibilitas sebesar 0,26 %. Hal ini berarti kontrol memiliki kemampuan untuk lebih mudah di uraikan , dibandingkan dengan sampel 1, sampel, 2 dan sampel 3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa limbah tapioka dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik yang mudah terurai (*biodegradable*) atau bioplastik dimana uji kuat tarik, elongasi, uji gugus fungsi, uji *Faorier Transform Infra – Red* (FTIR) dan uji biodegradibilitas masing-masing didapatkan hasil bahwa sampel 2 yaitu campuran antara limbah ampas tapioka dan limbah cair tapioka mendapatkan nilai

tinggi pada hasil uji tersebut dibandingkan dengan sampel 1 ataupun 3. Namun sampel 4 atau variabel kontrol memiliki hasil biodegradibilitas yang lebih baik dibandingkan sampel yang lainnya.. Hal ini berarti campuran pada sampel 2 lebih efektif untuk dibuat menjadi bahan baku bioplastik.

5. REFERENSI

- Darni, Y., H. Utami dan S. Asriah. 2009. *Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut Eucheuma Spinossum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Lampung. 14 Hlm.
- Denia, P.A. 2011. *Pengaruh Penambahan Selulosa Dasetat dari Serat Nanas Terhadap Sifat Mekanik Edible Plastik berbasis Pati Tapioka*. Skripsi. Departemen Fisika dan Teknologi. Universitas Airlangga : Surabaya.
<http://repository.unair.ac.id/25605/>
- Firdaus, F. dan Anwar, C. 2004. *Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel*. LOGIKA, Vol. 1, No. 2, Juli 2004. ISSN: 1410-2315.
- Lumbanraja, E.R. 2007. *Karakteristik Bioplastik Poli-Hidroksialkanoat (PHA) dengan Penambahan Polioksietilen-(20)-Sorbitan Monolaurat sebagai Pemplastik*. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor : Bogor.
<https://id.123dok.com/document/download/6qmpej9q>
- Rezki, D.I, Ratnawulan, dan Darvina, Y. 2016. *Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk (Citrus SP) Terhadap Sifat Fisika Plastik*

Biodegradable Dari Ubi Kayu Dengan Senyawa Aditif Gula Jagung. PILLAR OF PHYSICS, Vol. 7. April 2016, 73-80.

Weiping, B. 2005. *Improving The Physical And Chemical Functionally of Starch-Derived Films with*

Biopolymer. Journal of Applied Polymer Science vol. 100.

Wirawan, S.K., Agus, P. and Ernie. 2012. *Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin. (Vol.14, No.1). Hal 61-67.*