

**PENGARUH BERAT PATI UMBI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)
DAN VOLUME GLISEROL TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

ANGGA PRIH UTOMO

D 500 130 105

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH BERAT PATI UMBI SINGKONG KARET
(*Manihot glaziovii*) DAN VOLUME GLISEROL TERHADAP
KUALITAS BIOPLASTIK**

PUBLIKASI ILMIAH


Oleh:

ANGGA PRIH UTOMO

D 500 130 105

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Haryanto AR, MS.

NIDN. 0005076302

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH BERAT PATI UMBI SINGKONG KARET
(*Manihot glaziovii*) DAN VOLUME GLISEROL TERHADAP
KUALITAS BIOPLASTIK**




**OLEH
ANGGAPRIH UTOMO**

D 500 130 105

**Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Fakultas Teknik
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
Pada hari ju'mat, 20 Oktober 2017
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji :

1. Ir.Haryanto AR, MS.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Emi Erawati, S.T. ,M.Eng
(Anggota 1 Dewan Penguji)
3. Ir. Herry Purnama. M.T., Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()



Dekan

Ir. Sri Sunarjono. M.T., Ph.D.

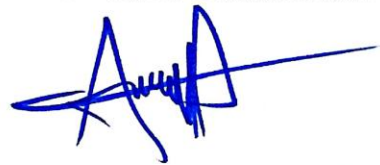
NIK.682

PERNYATAAN

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

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Oktober 2017



ANGGA PRIH UTOMO

D500 130 105

PENGARUH BERAT PATI UMBI SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*) DAN VOLUME GLISEROL TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK

Abstrak

Plastik sering kali menjadi masalah yang serius bagi lingkungan karena sifatnya yang sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme. Sehingga perlu adanya solusi untuk mengatasi hal ini dan para ilmuwan telah menemukan beberapa cara untuk mengurangi masalah ini yaitu salah satunya adalah bioplastik. Pengembangan bioplastik dari bahan-bahan organik telah banyak dilakukan terutama dari bahan yang mengandung pati. Pemilihan singkong karet ini dikarenakan melimpah dan kurangnya penggunaan singkong karet itu sendiri. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pembuatan bioplastik dari pati umbi singkong karet. Bioplastik ini dibuat dari pati dengan beberapa alasan antara lain adalah plastik yang terbuat dari pati/biomassa akan lebih mudah terurai oleh alam dan jumlahnya yang melimpah dan kurangnya pemanfaatan singkong karet. Bahan baku dalam pembuatan bioplastik adalah pati singkong karet. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengisolasi pati umbi singkong karet untuk mendapatkan pati. Kemudian baru dilakukan pencampuran dengan aquades, kitosan, asam asetat, dan gliserol dengan pati (5, 6, 7, 8, 9 gram) dan gliserol (2, 3, 4, 5, 6 ml). Setelah didapatkan lapisan film plastik dilakukan uji terhadap kualitasnya seperti uji kuat tarik, uji elongasi, uji biodegradasi dan uji statistika untuk memperkuat data yang diperoleh. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sifat mekanik plastik untuk uji elongasi didapatkan komposisi: 7 gram pati, 4 ml gliserol, dengan elongasi 32% lalu dilakukan penggulungan didapatkan elongasi 35% dengan komposisi yang sama, uji kuat tarik didapatkan komposisi: 7 gram pati, 2 ml gliserol, dengan kuat tarik 1,85094 MPa lalu dilakukan penggulungan didapatkan kuat tarik 1,70609 MPa dengan komposisi yang sama, sedangkan untuk uji biodegradasi didapatkan plastik terdegradasi 100 % selama 10-11 hari dengan komposisi 9 gram pati, 4 ml gliserol.

Kata Kunci : bioplastik, singkong karet, kuat tarik, elongasi.

Abstract

Plastic become a serious problem for the environment because of their nature which is difficult to degrade by microorganism. So there needs to be a solution to overcome this and scientists have found several ways to reduce this problem and one of them is using bioplastic. The development of bioplastics from organic materials has been largely done from starchy materials. The selection of rubber cassava is due to the abundance and lack of use of rubbery cassava itself. Therefore in this study was conducted to study the manufacture of bioplastic from rubbery cassava tuber starch. This bioplastic is made from starch for several reasons, among others, plastics made from starch / biomass will more easily decompose by nature and the abundant amount and the lack of utilization of rubbery cassava. The raw material in the manufacture of bioplastik is rubbery cassava starch. This research was done by isolating the rubbery cassava starch to get the starch. Then mixing with aquadets, chitosan, acetic acid, and glycerol with

starch (5, 6, 7, 8, 9 gram) and glycerol (2, 3, 4, 5, 6 ml). After obtaining the plastic film layer is tested to its characteristic such as tensile strength test, elongation test, biodegradation test and statistical test to strengthen the data obtained. From the research that has been done, the mechanical properties of plastics for elongation test showed that the composition: 7 grams of starch, 4 ml glycerol, with elongation of 32% and then the loop obtained 35% elongation with the same composition, tensile strength test obtained composition: 7 grams of starch, 2 ml glycerol, with a tensile strength of 1.85094 MPa and then the repeating obtained tensile strength 1.70609 MPa with the same composition, while for biodegradation test found 100% degradable plastic for 10-11 days with a composition of 9 grams of starch, 4 ml glycerol.

Keywords: bioplastic, rubbery cassava, tensile strength, elongation.

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu bahan pengemas yang selalu dibutuhkan dan diminati banyak orang. Kebutuhan akan plastik semakin meningkat dari waktu ke waktu. Kebutuhan plastik masyarakat Indonesia tahun 2002 sekitar 1,9 juta ton kemudian meningkat menjadi 2,1 juta ton di tahun 2003 dan ditahun 2004 meningkat lagi menjadi 2,3 juta ton (Darni, 2008). Hal ini karena sifat fleksibel plastik yang ringan, kuat, tahan air, dan harganya yang terjangkau. 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).

Bahan pengemas dari plastik (material sintetis) akan menjadi sampah yang sulit terurai. "Plastik sintetis yang sering digunakan untuk bahan pengemas makanan adalah produk *non-biodegradable* sehingga sulit untuk diuraikan," pakar Ahli Teknologi Pangan dari Institut Pertanian Bogor (IPB), Arif Hartoyo, Limbah plastik baru bisa terurai setelah 1.000 tahun. Dibandingkan dengan limbah kertas yang membutuhkan waktu sebulan untuk terurai. Oleh karena itu, saat ini dibutuhkan penelitian mengenai bahan pengemas yang dapat diuraikan (*degradable*). Salah satu produk tergolong bioplastic yang dewasa ini banyak dikembangkan oleh para peneliti adalah *edible film*.

1.1. Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang dapat diperbaharui karena senyawa-senyawa penyusunnya berasal dari tanaman seperti pati, selulosa, dan lignin serta hewan seperti kasein, protein dan lipid (Averous, 2004). Tak banyak dari jutaan plastik yang digunakan berbahan ramah lingkungan atau disebut dengan bioplastik, kebanyakan plastik yang beredar di masyarakat saat ini adalah plastik sintetik yang terbuat dari bahan minyak bumi yang semakin hari semakin terbatas jumlahnya dan sulit untuk diperbaharui. Pembuatan film erbasisi pati pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinasi. Gelatinasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk film yang stabil (Cui, 2005)

Bioplastik sendiri biasanya dibuat dari bahan baku pati. Tetapi penggunaan pati sebagai polimer alami memiliki keterbatasan, diantaranya adalah kualitasnya yang kurang baik,serta kemampuannya menyerap air. Untuk menambah kualitasnya ditambahkan kithosan, gliserol, dan asam asetat. Kitosan ini berfungsi sebagai filler untuk memperkuat sifat bioplastiknya. Gliserol berfungsi sebagai bahan pemlastis untuk meningkatkan elastisitas dari bioplastik. Dan asam asetat berfungsi untuk membantu proses pembuatan gel pada saat proses gelatinisasi (utomo dkk, 2013).

1.2. Pati Umbi Singkong Karet

Singkong karet merupakan salah satu jenis singkong pohon yang mengandung senyawa racun, sehingga tidak diperjualbelikan dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Tanaman singkong ini dapat menghasilkan ubi dengan berat hampir empat kali lipat dibandingkan singkong biasa (hapsari M A dan Prasmashinta A, 2013). Sehingga apabila dijadikan bahan pembuatan bioplastik sangat layak dari segi ketersediaannya, artinya untuk ketersediaan sebagai bahan baku cukup aman. Kandungan pati dalam umbi singkong karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Kandungan pati dalam singkong karet sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan pati dalam singkong karet

No	Analisa	Kadar 100% Berat Kotor
1	Kadar abu	0,4734
2	Kadar lemak kasar	0,5842
3	Kadar serat kasar	0,0067
4	Kadar protein kasar	0,4750
5	Kadar karbohidrat	98,4674

Sumber: Laboratorium ilmu Makanan Ternak FP Undip

Singkong karet sebagai bahan baku sumber energi alternatif memiliki kadar karbohidrat sekitar 98,4674%.

Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granul, dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman (Ren dkk, 2009). Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Hewan dan manusia juga menjadikan pati sebagai sumber energi yang penting.

1.3. Gliserol

Gliserol atau 1,2,3-propanetriol, merupakan senyawa organik yang tidak berwarna, tidak berbau, dan higroskopis dengan rumus kimia $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$. Gliserol adalah senyawa trihidrik alkohol yang mempunyai titik beku $17,8\text{ }^\circ\text{C}$ dan titik didih $290\text{ }^\circ\text{C}$. Senyawa ini dapat larut dan bercampur dengan air dan etanol. Gliserol hadir dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan dan lemak dan minyak nabati. Sifatnya yang mudah menyerap air dan kandungan energi yang dimilikinya membuat gliserol banyak digunakan pada industri makanan, farmasi, dan kosmetik (Afrozi dalam Marbun, 2012).

Tabel 2. sifat kimia gliserol

Nama IUPAC	Propan 1,2,3 triol Gliserin, 1,2,3 propanetriol, 1,2,3
Nama lain	trihydroxypropana, glyceritol, glycylic alcohol
Rumus kimia	C ₃ H ₅ (OH)
Berat Molekul	92,09382 g/mol
Densitas	1,261 g/ml
Viskositas	1,5 Pa.s
Titik leleh	17,8 °C (64,2°F)
Titik nyala	290 °C (554°F)

Sumber: Wales,2010.

Gliserol diperoleh secara komersial sebagai produk sampingan ketika lemak dan minyak yang dihidrolisis untuk menghasilkan asam lemak. Gliserol juga disintesis pada skala komersial dari propylene (diperoleh dengan *cracking* minyak bumi), karena pasokan gliserol alam tidak memadai. Selain sintesis dengan menggunakan *propylene*, gliserol juga dapat diperoleh selama fermentasi gula natrium bisulfit jika ditambahkan dengan ragi (Wang dalam Marbun, 2012).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Zulisma dkk, 2013). Menunjukkan hubungan antara volume gliserol dengan kekuatan tarik dimana kekuatan tarik terbaik pada 4 ml gliserol. Sedangkan modulus yang semakin menurun dengan penambahan gliserol. Hal ini disebabkan gliserol sebagai plastizer dapat meningkatkan persentase pemanjangan dan penurunan kekuatan tarik sedangkan pengaruh penambahan gliserol terhadap pemanjangan saat putus akan semakin meningkat.

1.4. Kitosan

Kitosan pertama kali ditemukan oleh ilmuwan Perancis, Ojier, pada tahun 1823. Menurut Rismana (2006) sifat alami kitosan dapat dibagi menjadi dua sifat besar yaitu, sifat kimia dan biologi.

Sifat kimia kitosan antara lain :

- Merupakan polimer poliamin berbentuk linear.

- Mempunyai gugus amino aktif.
- Mempunyai kemampuan mengikat beberapa logam.

Sifat biologi kitosan antara lain:

- Bersifat biokompatibel artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, tidak beracun, tidak dapat dicerna, mudah diuraikan oleh mikroba (biodegradable).
- Dapat berikatan dengan sel mamalia dan mikroba secara agresif.
- Bersifat hemostatik, fungistatik, spermisidal, antitumor, antikolesterol.
- Bersifat sebagai depresan pada sistem saraf pusat. Berdasarkan kedua sifat tersebut maka kitosan mempunyai sifat fisik khas yaitu mudah dibentuk menjadi spons, larutan, pasta, membran, dan serat yang sangat bermanfaat. (Rismana, 2006)

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap yang disusun secara faktorial (RAL-faktorial) dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu berat pati yang terdiri dari lima variasi pati (5, 6, 7, 8, dan 9 gram) dan faktor kedua yaitu volume gliserol terdiri dari lima variasi gliserol (2, 3, 4, 5, dan 6 ml).

2.1. Alat-alay yang digunakan dalam penelitian

- a. Cawan petri
- b. Erlenmeyer
- c. Gelas ukur
- d. Hot plate
- e. Magnetic stirer
- f. Mikrometer digital
- g. Pengaduk
- h. Pipet ukur
- i. Termometer

2.2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian

- a. Aquades

- b. Asam asetat
- c. Gliserol
- d. Kitosan
- e. Pati umbi sinkong karet

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Pembuatan larutan pati umbi singkong karet

Sebanyak 5 gram tepung umbi singkong karet dilarutkan ke dalam gelas kimia dengan menambahkan aquades sebanyak 50 ml dan menambahkan asam asetat sebanyak 1 ml, setelah itu diaduk hingga homogen.

2.3.2. Pembuatan larutan kitosan

Sebanyak 2 gram kitosan dilarutkan ke dalam gelas kimia dengan menambahkan asam asetat 1% sebanyak 100 ml, setelah itu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit.

2.3.3. Pencampuran semua larutan

Mencampur larutan kitosan dan larutan pati singkong karet dengan menambahkan gliserol sebanyak 2 ml ke dalam gelas kimia 250 ml dan memanaskan larutan tersebut menggunakan kompor magnetik dengan suhu 60°C selama 1 jam dan mengaduknya dengan *magnetic stirrer*.

2.3.4. Proses pencetakan

Mendinginkan larutan tersebut kemudian mencetak dengan menggunakan spatula di atas keramik yang sudah diberi lakban pada setiap sisinya. Kemudian cetakan bioplastik dibiarkan selama 3-4 hari sampai mengering. Setelah kering, plastik dilepaskan dari cetakan. Melakukan hal sama untuk variasi pati (5, 6, 7, 8, dan 9 gram) dan gliserol (2, 3, 4, 5, dan 6 ml).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, didapatkan hasil bioplastik pada Gambar 1 dibawah ini :

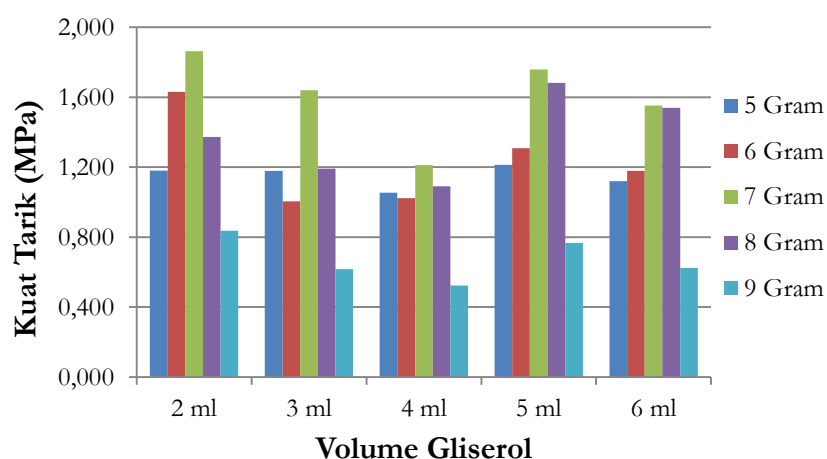


Gambar 1. Bioplasik yang dihasilkan

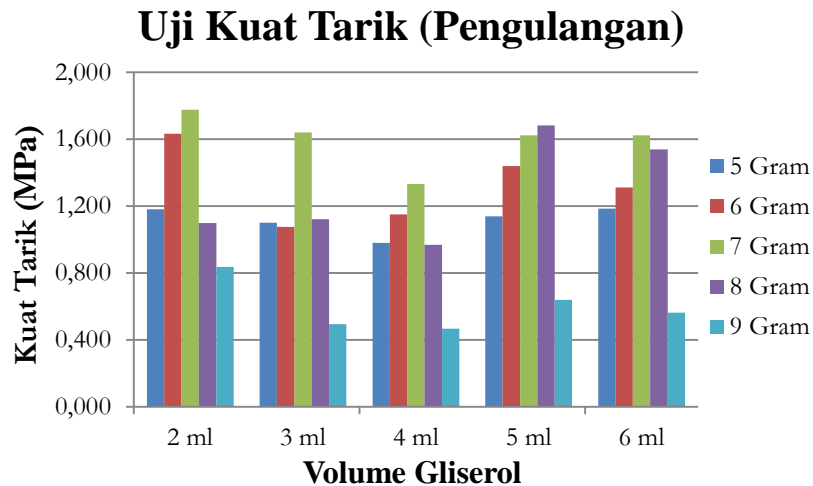
Terlihat pada Gambar 1. bioplasik yang dihasilkan berwarna putih kecoklatan. Untuk ketebalan plastik yang dihasilkan memiliki ketebalan yang berbeda-beda, hal ini disebabkan faktor pencetakan itu sendiri. Bioplasik yang sudah jadi akan dilepas dari cetakkannya, kemudian akan didsimpan pada tempat yang kering. Hal ini bertujuan agar plastik tidak mudah rusak/menjamur oleh faktor eksternal.

Untuk mengetahui kualitas bioplasik yang dihasilkan maka dilakukan pengujian kualitas sifat mekanik bioplasik diuji berdasarkan uji mekanik dan uji elongasi, serta untuk memperkuat hasil data penelitian dilakukan analisis data dengan menggunakan uji normalitas data, uji korelasi dan uji anova.

Uji Kuat Tarik

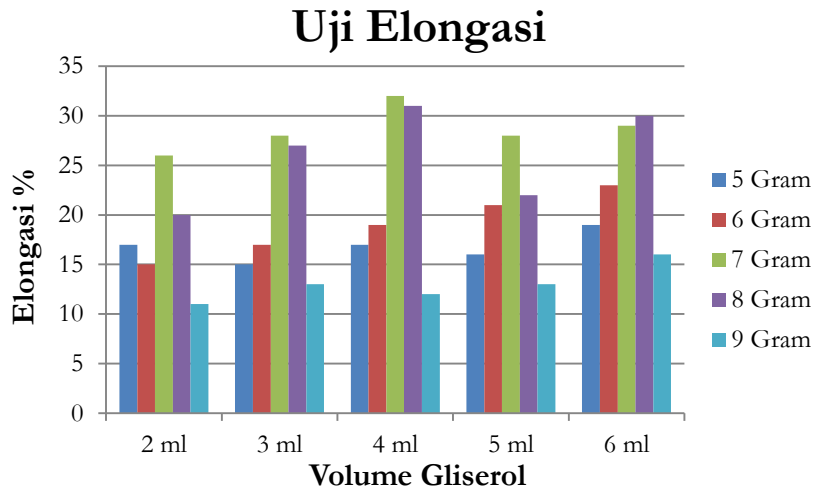


Gambar 2. Diagram kuat tarik bioplasik (MPa)

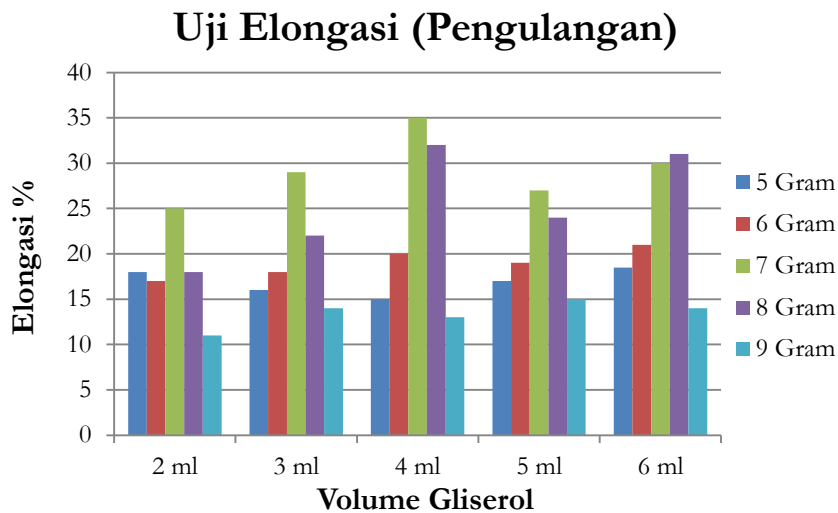


Gambar 3. Diagram pengulangan kuat tarik bioplastik (MPa)

Dari diagram di atas, dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang tertinggi terdapat pada komposisi diagram pertama pati 7 gram dan volume gliserol 2 ml dengan nilai kuat tarik sebesar 1,85094 MPa. Sedangkan dari diagram pengulangan didapatkan nilai tertinggi pada komposisi pati 7 gram dan volume gliserol 2 ml dengan nilai kuat tarik sebesar 1,70609 MPa. Penambahan pati sangat berpengaruh terhadap kuat tarik plastik semakin banyak penambahan pati nilai kuat tarik mengalami penurunan dan karakteristik plastik yang mudah kering. Serta ketebalan plastik yang tidak sama dalam pencetakan menyebabkan plastik mempunyai nilai yang tidak beraturan. Suhu ruangan juga mempengaruhi saat proses pencetakan, bila suhu ruangan kering proses pencetakan dapat dilakukan dalam 3-4 hari tapi bila suhu ruangan lembab proses pencetakan bisa sampai 5-7 hari baru plastik dapat diambil dari cetakkan. Sehingga nilai kuat tarik yang paling kecil terdapat pada diagram pengulangan dengan komposisi 9 gram pati dan 3 ml gliserol nilai kuat tarik 0,4971 MPa.



Gambar 4. Diagram uji elongasi bioplastik (%)



Gambar 5. Diagram penggulangan uji elongasi bioplastik(%)

Dari diagram diatas, dapat diketahui nilai uji elongasi yang tertinggi pada komposisi pati 7 gram dan volume gliserol 4 ml dengan nilai elongasinya sebesar 32%. Sedangkan dari diagram penggulang didapatkan nilai tertinggi pada komposisi pati 7 gram dan gliserol 4 ml dengan nilai elongasinya sebesar 35% Berdasarkan data yang diperoleh nilai elongasi tiap konsentrasi pati dan gliserol berbeda. Gliserol mempengaruhi elastisitas plastik semakin banyak penambahan gliserol plastik akan semakin elastis tetapi dengan seiring penambahan pati itu sendiri akan menyebabkan penurunan nilai elongasinya, karena semakin banyak pati akan membuat plastik menjadi rampuh dan cepat kering sehingga nilai

elongasi yang paling kecil dari kedua diagram diatas nilainya terdapat pada komposisi 9 gram pati dan 2 ml gliserol dengan nilai elongasi 11%

Kemudian untuk uji biodegradasi dengan cara menanamkan sampel bioplastik didalam tanah dalam jangka waktu 15 hari, tetapi rata-rata sampel sudah terdegradasi dalam jangka waktu 10-11 hari, dengan komposisi yang paling cepat pati 9 gram dan gliserol 4 ml. Tidak seperti penelitian yang dilakukan oleh (Teguh, 2016) didapatkan sampel terdegradasi 100% pada hari ke 14, ini membuktikan plastik yang saya hasilkan lebih cepat terurai dilingkungan

Untuk analisis data dari pengujian uji normalitas data semua data uji kuat tarik dan elongasi berdistribusi normal dan untuk uji korelasi dari hasil data uji kuat tarik dan elongasi mengalami korelasi, sedangkan untuk uji anova semua data H₀ diterima.

4. PENUTUP

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sifat mekanik bioplastik untuk uji kuat tarik didapatkan komposisi : 7 gram pati dan 2 ml gliserol dengan nilai 1,85094 MPa sedangkan untuk penggulungan didapatkan komposisi : 7 gram pati dan 2 ml gliserol dengan nilai 1,70609 MPa, untuk uji elongasi diapatkan komposisi : 7 gram pati dan 4 ml gliserol dengan nilai 32% sedangkan untuk penggulungan didapatkan komposisi : 7 gram pati dan 4 ml gliserol dengan nilai 35%, kemudian untuk uji biodegradasi rata-rata bioplastik terdegradasi 100% dalam jangka 10-11 hari dilingkungan terbuka, sedangkan untuk uji anova diperoleh berupa kesimpulan : 1).Tidak terdapat perbedaan nilai uji kuat tarik yang nyata terhadap variasi pati dan gliserol, 2).Tidak terdapat perbedaan nilai uji kuat tarik (penggulungan) yang nyata terhadap variasi pati dan gliserol, 3).Tidak terdapat perbedaan nilai uji elongasi yang nyata terhadap variasi pati dan gliserol, 4).Tidak terdapat perbedaan nilai uji elongasi (penggulungan) yang nyata terhadap variasi pati dan gliserol.

DAFTAR PUSTAKA

Averous, L. 2004. *Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch: A Review, Journal of Macromolecular Science*. United Kingdom.

- Cui, S.W.2005. *Food Carbohydrates Chemistry Physic, Properties, and Applications*. New York : CRC Press.
- Darni et al. 2008. *Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut Euchema spinossum*. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Lampung: Universitas Lampung
- Hapsari, MA., Pramashinta, A. 2013. Pembuatan Bioetanaol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii*) untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga Sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah ke Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* 2(2): 240-245.
- Ren, P., Shen T., dkk. 2009. *Study of Biodegradable Strach/OMMT Nanocomposites for Packing Applications*. *Journal of Polymer Environment*, 17: 203-207.
- Rismana, 2006. Serat Kitosan Mengikat Lemak.<http://www.kompas.com>. (10 Agustus 2012).
- Marbun, E.S. 2012. *Sintetis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Margianto, H. 2010. *Inilah Bahaya Kantong Plastik*. Online. Tersedia di Kompas.com (diakses 12 Februari 2012).
- Teguh, 2016. *Pengaruh Komposisi Kitosan dan Asam Asetat Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Kulit Singkong Karet (Manihot glaziovii)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Utomo, Arief Wahyu., dkk. 2013. *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (Alove Vera)- Kitosan*. *Jurnal Biproces Komoditas Tropis* Vol. 1 No. 1
- Wales, J. 2010. *Gliserol*. <http://www.wikipedia.com/gliserol.html>. (13 januri 2013), (online), diakses 4 Maret 2015.

Zulisma, Anita. 2013. *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong*. Universitas Sumatera Utara.