

Pemanfaatan Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik *Biodegradable* dengan Penambahan *Plasticizer* Gliserol

Vinezia Sri Wahyuni, Sri Benti Etika*

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang - Sumatera Barat - Indonesia

*sribentietika67@gmail.com

Abstract — Research on the utilization of sweet potato starch (*Ipomoea batatas* L) as a raw material for making plastics *biodegradable* with the addition of *plasticizer* glycerol has been successfully carried out. The purpose of this study was to determine the effect of adding *plasticizer* glycerol to the mechanical, physical, *biodegradable* and structural properties of plastic *biodegradable* from sweet potato starch. This research is an experimental study by varying the amount of glycerol as much as 0 mL, 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, and 1 mL. The process of making plastic is carried out at a temperature of 70 °C for 15 minutes. The results show that the more glycerol added, the greater the percentage value of water content and the ability of the plastic to be degraded. Plastic *Biodegradable* with the addition of 1 mL of glycerol has the ability to degrade faster for 6 days with a mass loss percentage of 83,812%. The maximum tensile strength was obtained from the addition of 0,4 mL of glycerol of 8,91 Mpa. The FTIR spectra showed almost the same peaks between plastics without the addition of glycerol and with the addition of glycerol, the functional groups contained in the plastics included O-H, C-O, N-H, and C-H.

Keywords — *sweet potato starch, biodegradable plastic, glycerol*

I. PENDAHULUAN

Limbah plastik merupakan permasalahan lingkungan yang saat ini masih terjadi khususnya di Indonesia. Keunggulan plastik yang lebih ringan, harga murah, proses pembuatan yang mudah dibanding logam atau gelas menyebabkan kebutuhan plastik meningkat. Selain itu, dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia maupun penggunaan sumber energi tak terbarukan dalam pembuatan plastik membuat penumpukan sampah plastik semakin bertambah [1]. Masyarakat Indonesia sering menggunakan plastik sintesis yang terbuat dari bahan polimer petrokimia yang membutuhkan waktu 100-200 tahun untuk terdegradasi, sehingga berakibat kepada pencemaran air, tanah, udara, dan penumpukan sampah plastik [2].

Penggunaan plastik sintesis juga dapat berbahaya bagi tubuh manusia jika digunakan sebagai pengemas makanan. Monomer-monomer yang terdapat dalam plastik dapat berpindah ke makanan dan masuk kedalam tubuh ketika mengomsumsinya. Monomer kimia tersebut tidak dapat larut dalam air sehingga menyebabkan penumpukan dalam tubuh dan memicu terjadinya kanker [3]. Pemecahan masalah untuk mengurangi dampak buruk akibat dari penggunaan plastik sintesis ialah dengan mengembangkan plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dibuat dari polimer alam, bersifat ramah lingkungan, dan memiliki kelebihan dapat hancur terurai dengan bantuan

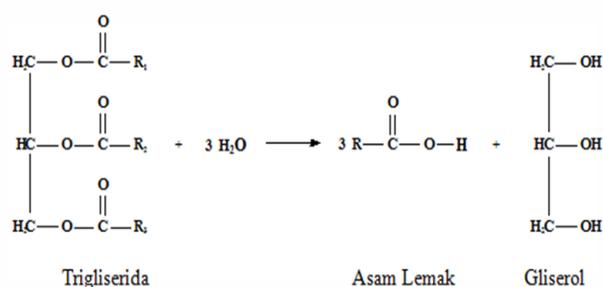
mikroorganisme. Hasil akhir degradasi plastik *biodegradable* terurai membentuk senyawa H₂O dan C₂O. Dalam pembuatan plastik *biodegradable* polimer alam yang sering digunakan adalah pati/ amilum [4].

Pati/amilum (C₆H₁₀O₅)_n merupakan senyawa karbohidrat kelompok polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi tanaman, ketersediaan yang besar, dan mudah terdegradasi. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan plastik *biodegradable* karena memiliki kandungan pati yang tinggi salah satunya adalah ubi jalar [5]. Akan tetapi, berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai penggunaan pati ubi jalar dalam pembuatan plastik *biodegradable* menghasilkan sifat mekanik yang lemah [6]. Oleh karena itu perlunya penambahan *plasticizer* seperti gliserol untuk menghasilkan plastik dengan sifat mekanik yang baik [7]. Komposisi senyawa yang terkandung pada pati ubi jalar ditampilkan pada Tabel 1.

TABEL 1
DATA KOMPOSISI UBI JALAR

Senyawa	Hasil (%)
Protein	0,50
Amilosa	11,6
Karbohidrat	87,5
Amilopektin	76,2
Air	11,4

Gliserol (C₃H₈O₃) merupakan senyawa gliserida sederhana dengan tiga buah hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalen) (Gambar 1). Gugus hidroksil pada gliserol menyebabkan ikatan hidrogen antara pati dengan gliserol akan terbentuk selama proses pembentukan biopolimer plastik biodegradable. Pada kondisi tertentu penambahan *plasticizer* gliserol dapat meningkatkan sifat mekanik maupun fisik dari plastik *biodegradable*, menghindari sobek, dan menghasilkan plastik yang kuat dan fleksibel [8].



Gambar 1. Reaksi pembentukan gliserol

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan plastik *biodegradable* adalah gelas kimia laboratorium, termometer, oven, ayakan (90 mesh), neraca analitik (merck), FTIR (*PANalytical Expert Pro*), *hotplate*, batang pengaduk, cetakan plastik *biodegradable* (ukuran 14x16 cm), alat *tensile strenght*.

B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini diantaranya air, pati ubi jalar, gliserol murni, asam asetat (CH₃COOH) 1%, kitosan, dan aquades.

C. Prosedur penelitian

1. Proses ekstraksi pati ubi jalar

Ekstraksi pati kering dari ubi jalar dilakukan dengan proses awal berupa umbi ubi jalar yang sudah bersih dari zat pengotor dikupas bagian kulitnya, bahan baku di potong menjadi ukuran lebih kecil (± 2 cm), kemudian dihancurkan menggunakan blender dengan menambahkan air perbandingan 1:1. Selanjutnya saring dengan menggunakan saringan dan diperoleh ampas dan suspensi. Ampas hasil penyaringan pertama ditambahkan air lagi dengan perbandingan yang sama dan disaring kembali. Suspensi yang diperoleh diendapkan selama 48 jam, endapan atau pati basah yang didapat di oven selama 4 jam pada suhu 70 °C. Setelah kering pati dihaluskan lalu diayak menggunakan ayakan 90 mesh sehingga diperoleh pati ubi jalar.

2. Sintesis plastik *biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan metode solvent casting yang telah dimodifikasi[9]. Pembuatan

plastik *biodegradable* dilakukan dengan menimbang sebanyak 5 gram pati ubi jalar kemudian ditambahkan aquades sebanyak 50 mL. Larutan pati selanjutnya ditambahkan 0,3 gram kitosan yang sudah dilarutkan dengan 50 mL asam asetat 1%. Campuran larutan diaduk hingga homogen, kemudian menambahkan gliserol (dengan variasi 0 mL, 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, 1 mL) yang berfungsi sebagai *plasticizer*. Larutan dipanaskan sambil diaduk pada suhu 70 °C selama 15 menit hingga berubah menjadi gel. Campuran yang telah membentuk gel didinginkan pada suhu ruang dan dicetak diatas cetakan plastik dengan ukuran 14x16 cm. Selanjutnya campuran tersebut dikeringkan dengan oven dengan suhu 55 °C sampai terbentuk lembaran plastik (*film* plastik *biodegradable*). Plastik yang sudah terbentuk kemudian di uji kuat tarik menggunakan alat *tensile strenght*, kandungan air, biodegradasi. Hasil uji kuat tarik maksimum dikarakterisasi menggunakan FTIR.

3. Karakterisasi plastik *biodegradable*

a. Uji kuat tarik

Plastik *biodegradable* dibuat ukuran 10 x 1,5 cm. Kedua ujung plastik dijepit menggunakan alat kuat tarik (*tensile strenght*). Kemudian alat dioperasikan hingga sampel putus. Pada monitor akan terlihat kekuatan tarik plastik [10].

b. Uji kandungan air (*Water content*)

Uji kandungan air bertujuan untuk menentukan persentase kandungan air dalam plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Lembaran plastik dibentuk ukuran ($\pm 2 \times 2$ cm). Plastik ditimbang dan dicatat sebagai massa basahnya (*Wb*). Kemudian dioven pada suhu lebih kurang 105 °C selama 10 menit, plastik ditimbang kembali dan dicatat beratnya sebagai massa kering (*Wk*). Perlakuan ini diulangi sampai diperoleh berat konstan [11]. Persen kandungan air dapat dihitung dengan cara:

$$Wc = \frac{Wb - Wk}{Wb} \times 100\%$$

c. Uji biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan cara plastik *biodegradable* di potong dengan ukuran 6 x 2 cm. Dan ditimbang beratnya sebagai berat mula- mula (*W₁*). Plastik dikubur dalam tanah kedalaman 12 cm selama 15 hari dengan pengukuran berat 1 kali dalam 3 hari (interval 3, 6, 9, 12, dan 15 hari). Selanjutnya sampel dikeluarkan dari tanah dan ditimbang diperoleh berat plastik setelah dikubur (*W₂*). Persen kehilangan massa dari plastik *biodegradable* dapat dihitung dengan cara:

$$\text{massa plastik terurai} = \frac{W2 - W1}{W2} \times 100\%$$

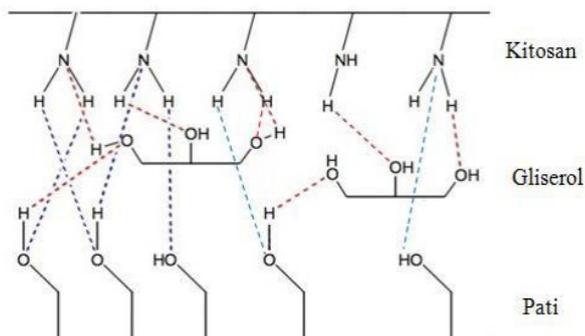
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sintesis plastik *biodegradable*

Plastik *Biodegradable* yang dihasilkan berupa lembaran plastik. Proses pembuatan plastik dilakukan dengan pencampuran semua bahan dasar secara fisik dengan menggunakan prinsip gelatinisasi. Gelatinisasi terjadi ketika pati dipanaskan didalam air sehingga menyebabkan pengrusakan ikatan hidrogen intermolekul pati. Ikatan hidrogen yang rusak menyebabkan air terperangkap dan tidak dapat bergerak bebas didalam granula pati sehingga terjadi pembengkakan granula pati. Pemanasan yang dilakukan pada larutan pati selanjutnya akan mengakibatkan terbentuknya gel yang merupakan hasil akhir dari proses gelatinisasi. Gel yang terbentuk selanjutnya dikeringkan dengan tujuan agar terjadi penyusutan akibat lepasnya air sehingga terbentuk film plastik *biodegradable*.

Penambahan gliserol akan menurunkan kekakuan dari polimer akibat interaksi ikatan hidrogen intermolekul pati akan digantikan oleh gliserol menyebabkan terbentuknya ikatan antara pati dan gliserol sehingga plastik yang dihasilkan akan lebih fleksibel. Penambahan kitosan juga sangat berpengaruh terhadap ikatan dari polimer [12].

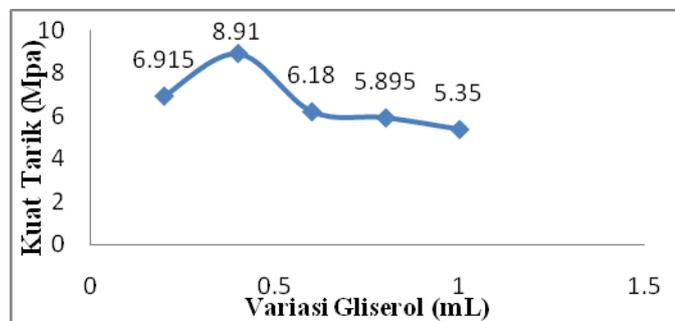
Pencampuran yang dilakukan pada proses pembuatan plastik *biodegradable* menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen antara pati, gliserol dan kitosan [13]. Interaksi ikatan hidrogen antara pati, gliserol dan kitosan ditampilkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Interaksi antara pati-gliserol-kitosan

B. Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik merupakan salah satu parameter penting dalam pembuatan plastik *biodegradable*.



Gambar 3. Pengaruh penambahan gliserol terhadap kuat tarik

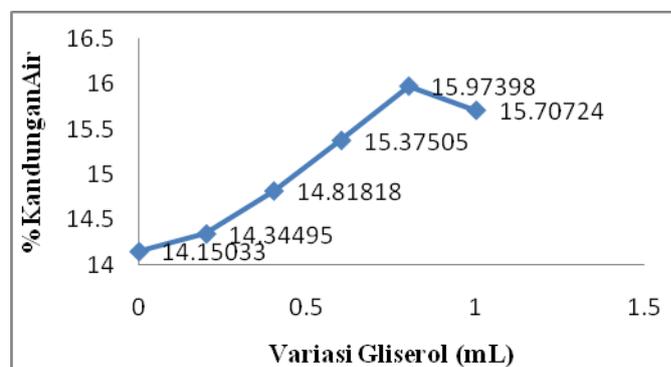
Berdasarkan gambar 3, nilai kuat tarik maksimum plastik *biodegradable* dihasilkan dengan penambahan 0,4 mL gliserol

sebesar 8,91 Mpa. Nilai kuat tarik dari plastik yang dihasilkan pada penelitian telah memenuhi standar berdasarkan *Japanese Industrial Standar* yaitu minimal 3,92 Mpa.

Kenaikan nilai kuat tarik disebabkan karena adanya bahan tambahan kitosan yang menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen antar molekul pati sehingga plastik yang dihasilkan menjadi lebih padat dan kuat. Nilai kuat tarik mulai mengalami penurunan dengan penambahan 0,6 mL gliserol menjadi 6,18 Mpa. Fitriyani (2018) menyatakan penurunan kuat tarik disebabkan berkurangnya interaksi intermolekul karena adanya gliserol yang menghilangkan ikatan hidrogen pada polimer. Semakin tinggi konsentrasi penambahan gliserol, nilai kuat tarik mengalami penurunan karena semakin melemah ikatan antar molekul dalam film plastik.

C. Uji Kandungan Air

Pengujian kandungan air dilakukan untuk menentukan berapa banyak air yang terkandung pada plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

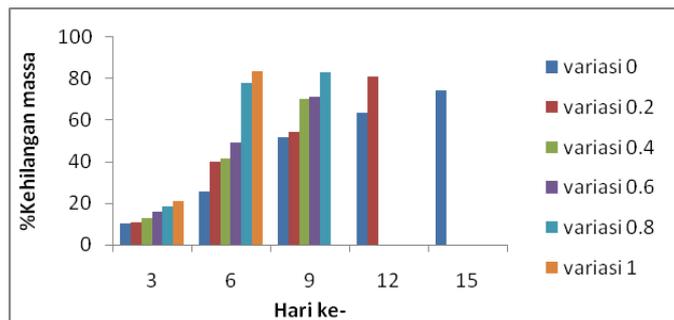


Gambar 4. Pengaruh penambahan gliserol terhadap kandungan air

Gambar 4 menunjukkan penambahan gliserol menyebabkan meningkatnya kandungan air yang terdapat dalam plastik. Primadeni et al., (2018) menyatakan bahwa gliserol meningkatkan kadar air pada plastik *biodegradable*. Ini disebabkan karena sifat gliserol yang hidrofilik, sehingga saat proses polimerisasi gliserol dapat mengikat air dan jika semakin banyak jumlah gliserol maka air yang terikat semakin meningkat. Penurunan nilai kandungan air pada penambahan 1 mL gliserol karena proses pengeringan saat pembuatan plastik yang lebih lama sehingga air yang terlepas juga semakin bertambah.

D. Biodegradasi

Pengujian biodegradasi bertujuan untuk menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* yang dihasilkan bersifat ramah lingkungan, dengan melihat kemampuan plastik terurai dengan baik di dalam tanah. Tanah digunakan sebagai media karena dalam tanah banyak terdapat mikroorganisme seperti: jamur, alga, dan bakteri. Uji biodegradasi ditentukan dengan cara penguburan dengan media tanah selama 15 hari kemudian di hitung persen kehilangan massa sampel pada plastik *biodegradable*.

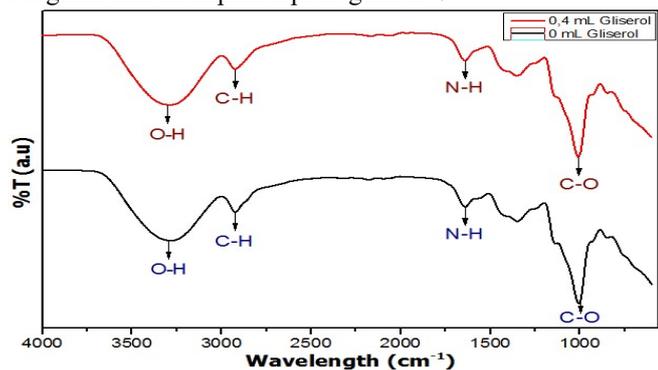


Gambar 5. Data biodegradasi plastik biodegradable

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan gliserol dapat meningkatkan kemampuan plastik *biodegradable* untuk terdegradasi lebih cepat. Semakin banyak penambahan gliserol maka kemampuan biodegradasi plastik semakin meningkat [15]. Gliserol dapat menyerap air karena bersifat hidrofilik, sehingga plastik *biodegradable* yang ditambahkan gliserol dapat dengan mudah untuk terdegradasi karena mikroba dan bakteri pengurai menggunakan air sebagai media pertumbuhan. Disamping itu, komponen-komponen penyusun plastik memiliki sifat yang memang mudah terdegradasi secara alami. Adanya hewan pengurai seperti cacing tanah maupun bakteri juga membantu mempercepat terdegradasinya suatu plastik. Proses degradasi menggunakan metode penguburan melibatkan reaksi secara anaerob dengan hasil akhir berupa gas metana (CH_4) dan juga air (H_2O) [16].

E. Analisa FTIR

Analisa dengan FTIR dilakukan untuk mengetahui proses yang terjadi pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan melihat perbedaan gugus fungsi yang dihasilkan antara plastik tanpa penambahan gliserol dengan plastik yang dibuat dari penambahan 0,4 mL gliserol. Spektrum hasil pengujian plastik dengan FTIR ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Spektrum FTIR plastik biodegradable

Analisa gugus fungsi pada plastik *biodegradable* tanpa penambahan gliserol menunjukkan terdapat gugus O-H pada bilangan gelombang 3281 cm^{-1} . Puncak gugus C-H di bilangan gelombang 2923,15 cm^{-1} , kemudian gugus C-O (karbonil) di bilangan gelombang 1008,21 cm^{-1} , dan gugus N-H pada bilangan gelombang 1641,18 cm^{-1} . Penambahan 0,4 mL gliserol menunjukkan gugus O-H yang terdapat di

bilangan gelombang 3286,47 cm^{-1} . Gugus C-H pada bilangan gelombang 2924,47 cm^{-1} , kemudian pada bilangan gelombang 1008,85 cm^{-1} terdapat gugus C-O (karbonil), serta adanya gugus N-H di bilangan gelombang 1642,16 cm^{-1} .

Adanya pergeseran bilangan gelombang pada setiap gugus fungsi disebabkan oleh telah terjadi interaksi ikatan hidrogen antar molekul pati-gliserol-kitosan dalam plastik *biodegradable*. Berdasarkan data FTIR yang didapat menunjukkan tidak adanya puncak gugus fungsi baru yang muncul, sehingga secara kimia dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi perubahan. Hal ini menjelaskan bahwa proses pembuatan plastik *biodegradable* merupakan proses blending secara fisika [17].

IV. KESIMPULAN

1. Penambahan gliserol dapat berpengaruh terhadap kandungan air, kuat tarik, dan uji biodegradasi plastik *biodegradable*. Nilai kekuatan tarik dari plastik yang dihasilkan telah memenuhi standar kuat tarik plastik *biodegradable* menurut JIS Z1707 yaitu minimal 3,922 Mpa.
2. Spektrum FTIR plastik biodegradable tanpa penambahan gliserol menunjukkan puncak yang hampir sama dengan plastik yang ditambahkan gliserol berupa gugus fungsi O-H, C-O (karbonil), N-H, dan gugus C-H.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu dosen pembimbing dan tim penelitian atas kontribusi dalam penulisan artikel ini. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih atas fasilitas dan dukungannya kepada bapak dan ibu analis Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Padang.

REFERENSI

1. Marbun Eldo Sularto.(2012). *Sintesis Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
2. Zuhra, Hasan M, Nasir M. *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Bonggol Pisang, Kitosan(Musa Paradisiaca,L), Dan Minyak Jarak (Castor Oil)*. J Ilm Mhs Pendidik Kim. 2017;2(3):173–82.
3. Alpira.(2018). *Pemanfaatan Bahan Baku Limbah Cair Pengolahan Singkong Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Plasticizer Gliserol*. Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang.
4. Imran YI, Hutomo Gs, Rahim A. *Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (Metroxylon Sp) Synthesis And Characterization Of Bioplastic Based On Sago Starch (Metroxylon Sp)*. E-J Agrotekbis. 2014;2(1):38–46.
5. Ben, Elfi Sahlan, Zulianis And Halim A. *Studi Pemisahan Amilosa Dan Amilopektin Pati Singkong Dengan Fraksinasi Butanol – Air*. J Sains Dan Teknol Farm [Internet]. 2014;12(Issn 1410 – 0177):1–11.
6. Budiman J, Nopianti R, Lestari Sd. *Karakteristik Bioplastik Dari Pati Buah Lindur (Bruguiera Gymnorriszha)*. J Fishtech. 2018;7(1):49–59.
7. Selpiana, Riansya Jf, Yordan K. *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Tepung Nasi Aking*. Semin Nas Added Value Energy Resour Avoer VII. 2015;130–8.
8. Rusli A, Metusalach, Salengke, Tahir Mm. *Karakterisasi Edible Film Karagenan Dengan Pemlastis Gliserol*. Jphpi. 2017;20(2):219–29.
9. Azaria Robiana, Hamidah Harahap, M. Yashin Nahar. *Pemanfaatan Gliserin Dari Residu Gliserin Sebagai Plasticizer Untuk Pembuatan*

- Bioplastik Dengan Bahan Baku Pati Bonggol Pisang Kepok*. J Tek Kim Usu. 2017;5(4):26–32.
10. Panjaitan Rm, Irdoni, Bahruddin. *Plastic Waste Is One Of Environmental Problem Especially In Indonesia . Conventional Plastic Is Made From Synthetic Polymer That Is Made By Petroleum Which Hard To Recycle Or Break Down By Microorganism*. 2017;4(1):1–7.
 11. Pimpan V, Ratanarat K, Pongchawanakul M. *Preliminary Study On Preparation Of Plastic Biodegradable From Modified Cassava Starch*. J Sci Res Chula Univ. 2001;26(No. 2):117–26.
 12. Basuki Ke, Jariyah, Hartati Dd. *Karakteristik Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Dan Gliserol*. Reka Pangan. 2014;8(2):128–35.
 13. Nafiyanto I. *Pembuatan Bioplastik Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (Achatina Fullica)*. Inegrated Lab J. 2019;7(1):75–89.
 14. Primadani,C.(2018). *Pemanfaatan Limbah Cair Pengolahan Singkong Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Plasticizer Sorbitol*.Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang.
 15. Ion K, Ii C, Ni Dan, Dalam Ii.(2013). *Aplikasi Plasticizer Gliserol Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Biji Nangka*.Skripsi.Universitas Negeri Semarang.
 16. Zahidah D, Shovitri M, Domestik Al. *Isolasi , Karakterisasi Dan Potensi Bakteri Aerob*. J Sains Dan Seni Pomits. 2013;2(1):12–5.
 17. Susilawati, Mustafa I. & Md. *Plastics From A Mixture Of Low De Biodegradable Pl Polyethylene And Cassava Starch With The Addition Of Acrylic Acid*. 2011;11(2).