

STUDY PENGARUH KANDUNGAN AMILOSA DAN AMILOPEKTIN UMBI-UMBIAN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK PLASTIK BIODEGRADABLE DENGAN *Plastizicer* GLISEROL

Khairun Nisah

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Email: khairun_nisah79@yahoo.co.id

ABSTRAK

Amilosa dan Amilopektin merupakan bahan pada pati yang merupakan bahan baku pembuatan *plastic Biodegradable*, namun mudah sobek (getas), sehingga perlu penambahan *plasticizer*. Dalam penelitian ini menggunakan Gliserol sebagai *plasticizer*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Polimer Universitas Sumatera Utara dan Laboratorium Fisika FMIPA dan Universitas Syah Kuala dengan tujuan untuk membuat *plastic Biodegradable* dan mengetahui karakteristik fisik dari tiga jenis pati umbi-umbian dengan penambahan *plasticizer gliserol*. Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap factorial dengan tiga ulangan. Faktornya adalah jenis pati (pati sagu, garut, dan ubi kayu). Pengamatan meliputi sifat kimia dan fisik pati dan sifat fisik *plastic Biodegradable*. Data yang diperoleh untuk kandungan Amilosa dan Amilopektin bahwasahnya pati Sagu yang memiliki nilai terbesar (21,7% - 62,51%), pati garut (19,4% - 59,35%) dan pati ubi kayu (18,0% - 60,15%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Amilosa dan Amilopektin sangat berpengaruh kekuatan peregangan (tensile strength) dan pemanjangan (elongasi) *plastic Biodegradable*, Semakin besar kadar Amilosa maka nilai dari kekuatan peregangan (tensile strength) dan pemanjangan (elongasi) *plastic Biodegradable* semakin tinggi. Untuk pati sagu memiliki nilai pemanjangan (elongasi) dan kekuatan peregangan (tensile strength) (97,83 kgf/mm² - 4,83 %) untuk pati garut (98,97 kgf/mm² - 3,38 %) dan pati ubi kayu (89,83 kgf/mm² - 2,26 %), ini terjadi karena adanya pengotor dan faktor kesalahan dalam pengukuran ketebalan dari *plastic Biodegradable*.

Kata Kunci: Amilosa, Amilopektin, Karakteristik Fisik, *Plastic Biodegradable*

ABSTRACT

Amylose and Amylopectin is the material on starch which is the raw material of making Biodegradable plastic, but easy to tear (brittle), so need addition of plasticizer. In this study using Glycerol as plasticizer. This research was conducted at Polymer Chemical Laboratory of University of Sumatera Utara and Physics Laboratory of FMIPA and Universitas Syahkuala with the aim to make Biodegradable plastic and know physical characteristics of three types of tuber starch with addition of glycerol plasticizer. The experiment was compiled using a complete randomized factorial design with three replications. Factors are the types of starch (sago starch, arrowroot, and cassava). Observations include chemical and physical properties of starches and physical properties of biodegradable plastics. Data obtained for Amylose and Amylopectin content are the biggest Sagu starch (21.7% - 62.51%), starch (19.4% - 59.35%) and wood starch (18.0% - 60.15%). The result showed that Amylose and Amylopectin content highly influenced tensile strength and elongation of Biodegradable plastic. The higher the Amylose value, the value of tensile strength and elongation of Biodegradable plastic increasingly but for sago starch has elongation value and strength of tensile strength (97,83 kgf / mm² - 4,83%) for starch (98,97 kgf / mm² - 3,38%) and cassava starch (89.83 kgf / mm² - 2.26%), this occurs because of the impurity and error factor in the thickness measurement of Biodegradable plastic.

Keywords: Amilosa, Amilopektin, Physical Characteristics, *Plastic Biodegradable*

PENDAHULUAN

Plastik *Biodegradable* merupakan plastik yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Plastik *Biodegradable* memiliki kegunaan yang sama seperti plastik sintetis atau plastik konvensional. Plastik *Biodegradable* biasanya disebut dengan *bioplastik*, yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Plastik *Biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Umumnya, kemasan *biodegradable* diartikan sebagai plastik kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik ramah lingkungan dapat berubah struktur kimianya [1].

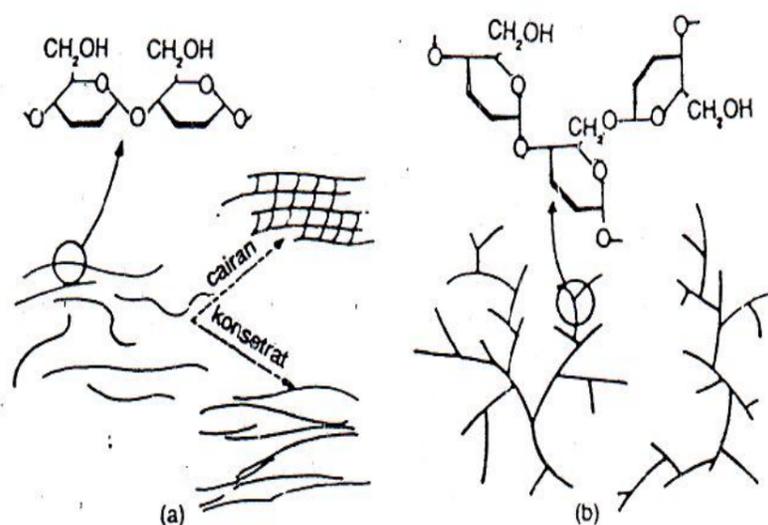
Plastik *biodegradable* adalah jenis plastik yang terbuat dari biopolimer. Biopolimer adalah polimer yang tersusun atas biomassa yang dapat diperbaharui [2]. Selain penyusunnya, perbedaan antara plastik *biodegradable* dengan plastik biasa adalah *biodegradability* atau tingkat penguraian plastik *biodegradable* yang dapat terdegradasi dengan lebih mudah daripada plastik biasa. Hal tersebut menyebabkan plastik *biodegradable* merupakan plastik alternatif yang ramah lingkungan. Pembuatan plastik berbasis pati memiliki potensi yang tinggi di Indonesia karena terdapat berbagai tumbuhan penghasil pati seperti sagu, garut ubi kayu dan lainnya.

Pada umumnya, plastik *biodegradable* dapat dikategorikan menjadi dua kelompok besar berdasarkan sumber penyusun biopolimer. Kedua kelompok tersebut adalah biopolimer yang sudah ditemukan di dalam organisme hidup dan biopolimer yang harus dipolimerisasi terlebih dahulu. Biopolimer yang sudah ditemukan di dalam organisme hidup, pada biopolimer ini yang berasal dari organisme hidup antara lain adalah umbi-umbian [3].

Umbi-umbian mengandung pati merupakan polimer, yang ditemukan di jaringan tumbuhan dan tersusun atas rantai panjang glukosa. Plastik *biodegradable* yang berbasis pati disebut plastik berbasis pati. Pembuatan plastik tersebut meliputi pembuatan tepung pati yang kemudian diproses dengan menambahkan *plasticizer*.

Pemberian *plasticizer* berguna untuk menambahkan elastisitas dan fleksibilitas pada produk salah satu biopolimer hidrokopolis yang direkomendasikan adalah gliserol yang dapat disintesis dari kelapa sawit [4]. Gliserol direkomendasikan sebagai biomaterial berpotensi tinggi untuk dikompositkan dengan pati yang mengandung Amilosa dan Amilopektin sebagai bahan utama pembuatan komposit pati-gliserol. Gliserol merupakan senyawa yang netral, dengan rasa manis, tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan memiliki titik didih yang tinggi, yaitu 290°C . Gliserol dapat larut secara sempurna didalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya banyak zat mudah larut dalam gliserol dibandingkan dalam air maupun alkohol [4]. Oleh karena itu gliserol merupakan suatu pelarut yang baik.

Kandungan pati juga memiliki peranan penting menjadi salah satu kriteria mutu material pembuat plastik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin [5]. Struktur dari amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Amilosa (b) Amilopektin

Pada umumnya pati mengandung amilopektin lebih banyak daripada amilosa. Perbandingan amilosa dan amilopektin ini mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Semakin besar kandungan amilosa, maka pati makin bersifat kering dan

kurang lengket. Senyawa amilosa dan amilopektin menurut Guilbert (1990) dan Ayuk (2013) kestabilan plastik *biodegradable* dipengaruhi oleh amilopektin, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya [6], [7].

Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan plastik *biodegradable* yang lentur dan kuat [8], karena struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antarmolekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat [9].

Untuk mengembangkan berbagai jenis plastik *Biodegradable* perlu diketahui karakteristik dari kandungan pati yaitu Amilosa dan Amilopektin, yakni dengan karakteristik Fisika. Sifat fisik yang menentukan kualitas dan penggunaan *plastic Biodegradable* antara lain pemanjangan (*elongation*), kekuatan peregangan (*tensile strength*) dan ketebalan. Pemanjangan menunjukkan kemampuan rentang plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Penambahan glyserol dapat memperbaiki nilai pemanjangan sehingga kerapuhan plastik *biodegradable* menurun dan permeabilitasnya meningkat [10]. Kekuatan peregangan (*tensile strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai plastik *biodegradable* tetap bertahan sebelum putus/sobek, yang menggambarkan kekuatan plastik *biodegradable* [11].

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kandungan pati dan komponen penyusunnya berupa amilosa dan amilopektin terhadap sifat fisik plastik *biodegradable*, dengan menggunakan umbi, sagu, garut dan ubi kayu, pada penambahan Glyserol sebagai *plasticizer*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimen laboratorium, dimana yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati sagu, pati garut dan pati ubi kayu, air dan gliserol. Setiap pati dicampurkan dengan air dan gliserol dalam suatu wadah dengan perbandingan yang sama lalu dihomogenkan, setelah homogen, lalu diadakan pemanasan dengan menggunakan stirer, sampai membentuknya gelatin ($\pm 70^{\circ} \text{C}$)

lalu dimasukkan kedalam alat Cetakan flexiglass dan plastik *biodegradable* yang telah selesai dikarakteristik fisika, berupa pemanjangan (*elongation*), kekuatan peregangan (*tensile strength*) dan ketebalan [12].

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Polimer Universitas Sumatera Utara dan Fisika FMIPA Universitas Syah Kuala Banda Aceh.

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan satu faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis pati (pati sagu, pati garut, dan pati ubi kayu). Pengamatan sifat fisika yaitu dengan mengukur pemanjangan (*elongation*), kekuatan peregangan (*tensile strength*) dengan menggunakan alat Alat kuat tarik, digunakan untuk mengukur kuat tarik dan derajat elongasi dari bioplastik dengan kekuatan mencapai 50 MPa.

Prosedur Analisis Amilosa dan Amilopektin Kadar Pati (SNI 01-2891-1992)

Sebanyak 2 gram pati dimasukkan dalam erlenmeyer 300 ml dan ditambahkan 150 ml HCl 3%, kemudian dididihkan selama 1 jam menggunakan pendingin tegak. Larutan dinetralkan dengan NaOH 30% dan ditambahkan sedikit CH₃COOH 3% agar suasana larutan menjadi sedikit asam. Larutan dipindahkan dalam labu ukur 500 ml dan ditepatkan hingga tanda tera dengan akuades kemudian disaring. Sebanyak 10 ml filtrat dipipet ke dalam Erlenmeyer 500 ml dan ditambah dengan 25 ml larutan Luff, batu didih dan 15 ml akuades kemudian dipanaskan dengan nyala api tetap. Setelah mendidih selama 10 menit, erlenmeyer didinginkan di dalam bak berisi es. Setelah campuran dingin, dilakukan penambahan KI 20% sebanyak 15 ml dan H₂SO₄ 25% sebanyak 25 ml. Campuran dititrisasi menggunakan larutan Na₂S₂O₃ 0.1 N dengan indikator pati 0.5% hingga diperoleh titik akhir. Prosedur analisis yang sama diterapkan terhadap blanko.

Perhitungan kadar pati dilakukan berdasarkan kandungan glukosa yang terukur pada titrasi sampel. Kadar glukosa dihitung berdasarkan rumus berikut:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan $= (V_b - V_s) \times N$
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 10 \dots (1)$

Dimana:

V_b = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan pada titrasi blanko

V_s = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan pada titrasi sampel

N = konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk titrasi

Jumlah (mg) gula yang terkandung untuk ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan ditentukan melalui tabel Luff Schoorl

Dari tabel tersebut dapat diketahui hubungan antara volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N yang digunakan dengan jumlah glukosa yang ada pada sampel yang dititrasi. Selanjutnya kadar glukosa dan kadar pati dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar glukosa (\%G)} = \frac{w \times f p}{w_1} \dots (2)$$

$$\text{Kadar pati (\%)} = \%G \times 0.90 \dots (3)$$

Dimana:

W = glukosa yang terkandung untuk ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan (mg) dari tabel

W_1 = bobot sampel

fp = faktor pengenceran

Penetapan Sampel

Sebanyak 100 mg sampel pati bebas lemak dimasukkan dalam labu takar 100 ml, dan ditambahkan 1 ml etanol 95% dan 9.0 ml NaOH 1 N. Setelah itu sampel dipanaskan dengan penangas air selama 10 menit dan ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak 5 ml sampel dipipet ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 1ml CH_3COOH 1 N dan 2 ml larutan iod (0.2% iod dalam 2% KI) lalu ditepatkan dengan akuades hingga tanda tera. Setelah dikocok, larutan didiamkan selama 20 menit dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjanggelombang 620 nm.

Pembuatan Kurva Standar

Standar amilosa disiapkan dengan cara menimbang 40 mg amilosa murni ke dalam labu takar 100 ml, kemudian ditambahkan 1 ml

etanol 95% dan 9 ml NaOH 1 N. Larutan standar dipanaskan dalam penangas air selama 10 menit dan ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak masing-masing 1, 2, 3, 4, dan 5 ml larutan standar dipipet kedalam labu takar 100 ml dan ditambahkan CH_3COOH 1 N sebanyak 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, dan 1 ml, kemudian masing-masing tabung ditambahkan 2 ml larutan iod dan ditepatkan dengan akuades hingga tanda tera. Setelah didiamkan selama 20 menit, absorbansi dari intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Kurva standar dibuat sebagai hubungan antara kadar amilosa (sumbu x) dengan absorbansi (sumbu y). Kadar amilosa dalam sampel dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar amilosa} = \frac{C \times V \times F}{W} \dots (4)$$

Dimana:

C = konsentrasi amilosa dari kurva standar (mg/ml)

V = volume akhir sampel (ml)

F = faktor pengenceran

W = berat sampel (mg)

Kandungan amilosa dalam sampel dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan amilopektin yang dihitung berdasarkan selisih total kadar pati dengan kadar amilosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Amilosa dan Amilopektin adalah salah satu syarat dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Granula pati tidak larut dalam air dingin, namun pati dapat terlarut sempurna pada pemanasan dengan tekanan pada suhu diatas 100°C . Kelarutan pati semakin tinggi dengan meningkatnya suhu, dan kecepatan peningkatan kelarutannya adalah khas untuk setiap jenis pati. Apabila granula pati dipanaskan hingga suhu gelatinisasinya, granula akan membentuk pasta pati yang kental. Pasta pati bukan berupa larutan melainkan berupa granula pati bengkak tak terlarut yang memiliki sifat seperti partikel gel elastis. Besarnya viskositas tergantung pada jenis dan konsentrasi pati. Semakin tinggi konsentrasi pati maka semakin tinggi viskositas yang dihasilkan [13].

Kandungan Amilosa dan Amilopektin

Kadar amilosa dan amilopektin sangat berperan dalam proses gelatinisasi, retrogradasi dan menentukan karakteristik pasta pati. Kandungan Amilosa dan Amilopektin, berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) sampai Persamaan (4) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Amilosa dan Amilopektin dari Beberapa Pati

Pati	Amilosa	Amilopektin
Sagu	21,7%	62,51%
Garut	19,4%	59,35%
Ubi Kayu	18,0%	60,15%

Kadar pati menentukan juga kadar Amilosa. Dimana kadar pati dipengaruhi oleh jenis/klon, umur panen optimum masing-masing umbi, dan kondisi cuaca pada saat panen [14]. Kadar pati umbi yang dipanen pada musim hujan relatif lebih rendah karena kadar airnya tinggi. Semakin cepat atau semakin lama tanaman dipanen dari umur panen optimum semakin rendah kadar pati umbinya [14]. Selain itu, kadar pati juga dipengaruhi oleh tingkat kemurnian pati saat diproses, karena semakin banyak campuran, seperti serat, pasir/kotoran yang terikut, semakin rendah kadar patinya per satuan berat [14].

Amilosa dan amilopektin berpengaruh pada sifat pati yang dihasilkan. Sifat fungsional pati juga dipengaruhi oleh varietas, kondisi alam, dan tempat tanaman tersebut berasal [15]. Kecenderungan terjadinya retrogradasi menyebabkan kristalisasi yang disertai dengan kecilnya molekul amilosa dan panjangnya rantai amilopektin [16]. Amilopektin merupakan komponen yang berperan penting dalam proses gelatinisasi. Tingginya kadar amilosa dapat menurunkan kemampuan pati untuk mengalami gelatinisasi [17].

Kadar amilosa berbeda nyata antarpati dengan nilai tertinggi pada pati sagu (21,7%) dan terendah pada pati ubi kayu (18,0% bk). Kadar amilosa pati Garut sedikit lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Utomo

dan Antarlina (Antarlina 2009) yang nilainya 32,2 %. Hal ini disebabkan oleh perbedaan varietas, umur panen, dan lingkungan tumbuh [18].

Karakteristik Sifat Fisik Plastic Biodegradable

Pati sagu dan garut menunjukkan nilai peregangan tertinggi, untuk uji perpanjangan (elongase) dan Kekuatan peregangan (Tensile strength) Sementara nilai terendah diperoleh pada perlakuan pati ubi kayu.

Dari hasil data diatas terdapat hasil data perpanjangan (Elongase), sagu (4,83 %), Garut (3,38 %) dan ubi kayu (2,6%). Ini menunjukkan bahwasanya semakin tinggi nilai kandungan Amilosa pada pati maka sifat dari perpanjangan (Elongase) juga besar. Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *plastic Biodegradable* yang lentur dan kuat [19], karena struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antar molekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tigadimensi yang dapat memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat [20].

Pemanjangan *plastic Biodegradable* menunjukkan tingkat pemanjangan *plastic Biodegradable* pada saat ditarik sampai putus. Semakin besar nilai pemanjangan semakin baik *plastic Biodegradable* karena lebih elastis dan tidak mudah sobek.

Untuk hasil kekuatan peregangan (tensile strength), pati jenis garut yang memiliki nilai tertinggi (98,97 kgf/mm²), diikuti pati sagu (97,83 kgf/mm²) dan pati ubi kayu (89,83 kgf/mm²). Perbedaan jenis pati terutama amilosa dan interaksinya dengan masing-masing *plasticizer*, dan ketebalan *plastic Biodegradable* dapat menyebabkan perbedaan nilai kekuatan peregangan. Nilai kekuatan peregangan cenderung semakin besar dengan bertambahnya nilai pemanjangan *plastic Biodegradable*. Menurut Guilbert dan Biquet (1996) meningkatnya kekuatan peregangan dapat meningkatkan daya patah (putus) *plastic Biodegradable* [6]. Yulianti dan Ginting (2012) juga melaporkan fenomena yang sama pada

Tabel 2. Uji Tensile strength dan Elongasi Sagu

Tabel 3. Uji Tensile Strength dan Elongasi Garut

Tabel 4. Uji Tensile Strength dan Elongasi Ubi Kayu

penelitian *plastic Biodegradable* dari pati garut butir dengan penambahan gliserol [10]. Tetapi pada uji kekuatan peregangan (tensile strength) ini, pati garut lebih tinggi dibandingkan dengan pati sagu, berdasarkan kandungan Amilosa nya pati Sagu yang lebih tinggi (Tabel 1). Kejadian ini disebabkan karena adanya faktor dalam pengukuran ketebalan dari *plastic Biodegradable* dan factor dari pengkotor pati tersebut.

Perpanjangan (elongase) dan Kekuatan peregangan (Tensile strength) yang semakin besar dapat mengakibatkan *plastic Biodegradable* lebih elastis dan tidak mudah patah ketika diberi beban, sehingga penggunaannya sebagai pengemas hampir mirip seperti plastik. Berdasarkan nilai kekuatan peregangan dan pemanjangannya, *plastic*

Biodegradable yang dihasilkan dari pati garut dengan penambahan gliserol paling baik karakteristik fisiknya, diikuti oleh pati sagu.

KESIMPULAN

Pati garut dan pati sagu lebih sesuai untuk bahan pembuatan *plastic Biodegradable* dibandingkan dengan pati ubi kayu. Pengukuran ketebalan dari suatu *plastic Biodegradable* mempengaruhi sifat dari Perpanjangan (elongase) dan Kekuatan peregangan (Tensile strength).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggarini, Fetty, and Latifah dan Siti Sundari Miswadi. 2013. "Biodegradable." *Indo. J. Chem. Sci* 2(3).<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijc>.
- [2] Sanjaya I Gede, and Puspita Tyas. 2012. "Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong." *Pengelolaan Limbah*.
- [3] Agustin Yuana Elly, and Padmawijaya Karsono Samuel. 2016. "Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif." *Teknik Kimia* 10(2): 9.
- [4] Sinaga, Rinaldi Febrianto, Gita Minawarisa Ginting, M. Hendra Ginting, and Rosdanelli Hasibuan. 2014. "Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi." *Jurnal Teknik Kimia USU* 3(2): 19–24.
- [5] Anonym. 2012. Karakteristik, Perbedaan, Fisik Edible, Balai Penelitian, and Tanaman Kacang-kacangan. "Perbedaan Karakteristik Fisik." (1990): 131–36.
- [6] Guilbert, S, and B Biquet. 1996. Vol.1 Food Packaging Technology, vol. 1. *Edible Films and Coatings*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-394601-0.00009-6>.
- [7] Ayuk Niken, and Y Dicky Adepristian. 2013. "Isolasi Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati Kentang." *Teknologi Kimia dan Industri* 2(3): 57–62. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>.
- [8] Dyck, M. G. et al. 2008. "Reply to Response to Dyck et Al. (2007) on Polar Bears and Climate Change in Western Hudson Bay by Stirling et Al. (2008)." *Ecological Complexity* 5(4): 289–302.
- [9] Purwitasari, D. 2001. Pembuatan Edible Film (Kajian Suspensi Tapioka dan Konsentrasi Karaginan Terhadap Sifat Fisik Edible Film). Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. *Skripsi* (Tidak Dipublikasikan).
- [10] Yulianti, Rahmi, and Erliana Ginting. 2012. "Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film Dari Umbi-Umbian Yang Dibuat Dengan Penambahan Plasticizer." *Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian* 31(1990): 131–36.
- [11] Abel, T, E R Kandel, F Ozawa, and K Inokuchi. 2009. "The Studies of Wang Wang et Al. and Okada et Al. Convincingly et Al. and Okada et Al. Demonstrate How Synapse Specificity Can Be." *Science* 324 (June): 1528–29.
- [12] Fachry, A Rasyidi, and Adhestya Sartika. 2012. "Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable." *Jurnal Teknik Kimia* 18(3): 1–9.
- [13] Semmens, Brice X., Jonathan W. Moore, and Eric J. Ward. 2009. "Improving Bayesian Isotope Mixing Models: A Response to Jackson et Al. (2009)." *Ecology Letters* 12(3).
- [14] Ginting, S. P. 2005. "Sinkronisasi Degradasi Protein dan Energi dalam Rumen Untuk Memaksimalkan Produksi Protein Mikrobia." *Wartazoa* 15(1): 1–10.
- [15] Williams, N S et al. 2005. "Williams et Al 2005.pdf." *Diseases of the colon and rectum* 48(2): 307–16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15711863>.
- [16] Lohse, Konrad. 2009. "Can mtDNA Barcodes Be Used to Delimit Species? A Response to Pons et Al. (2006)." *Systematic Biology* 58(4): 439–42.
- [17] Carpenter, Grant, Fred C.Y. Lee, and Dan Y. Chen. 1990. "An 1800-V 300-A Nondestructive Tester for Bipolar Power Transistors." *IEEE Transactions on Power Electronics* 5(3): 314–22.
- [18] Antarlina, Sri S. 2009. "Identifikasi Sifat Fisik Dan Kimia Buah-Buahan Lokal

- Kalimantan.” *Buletin Plasma Nutfah* 15(2): 80–90.
- [19] Thirathumthavorn, Doungjai, and Sanguansri Charoenrein. 2007. “Aging Effects on Sorbitol- and Non-Crystallizing Sorbitol-Plasticized Tapioca Starch Films.” *Starch/Staerke* 59(10): 493–97.
- [20] Tefl, 2, Deutsche, and Sprache. 1965. “Meyer.” *Chomsky, N. MIT Pre~s. Lewandcwski Linguistisches Wbrterbuch. Vols 2(1): 147–72.*