

## Biodegradable Pati Sagu (*Genus metroxxlen* SP) dengan Plastisizer Gliserol dari Minyak Jelantah Melalui Proses Esterifikasi

Khairun Nisah, Milis Yusmayanti

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Ar-raniry Banda Aceh, Indonesia.

\*Corresponding Author: [khairun.nisah@ar-raniry.ac.id](mailto:khairun.nisah@ar-raniry.ac.id)

Received: November,01,2018 /Accepted: December,21,2019

doi: 10.24252/al-kimiav8i1.10566

**Abstract:** The results of Esterification of waste frying oil is used in this study as biodegradable plasticizers. Sago plate (*Genus metroxxlen*. SP), as biodegradable matrix due to amylopectin content. This study intend to utilize waste frying oil and increase the benefits of sago as a biodegradable. The method of making biodegradables by heating 600 C. Characteristics are carried out based on the properties of mechanical properties (Tensile strength), morphology (organoleptic), functional groups (FT-IR), UV-VIS, water resistance, and degradation. The composition made, from sago and glycerol (0.5: 1; 1: 1; 0.5: 2; 0.5: 3) produced the best biodegradable with sago composition and glycerol is 0.5: 3. Characteristics that It was observed in the form of elongation of 4.10%, tensile strength 7.08 Kgf / m<sup>2</sup>, water resistance 0.0037%, transparency of 0.086%, functional groups with absorption in the area of 2924.5 cm<sup>-1</sup> which showed alkane compounds, namely stretching CH in the area of 2850-3000 cm<sup>-1</sup>. Stretching -O- ether is at 1639.05 cm<sup>-1</sup>, then the absorption at 3290.86 cm<sup>-1</sup> is the -OH functional group absorption. Degradation on day 15 shows a greater decay yield of 34.68 mg. Surface morphology that is not smooth, due to the presence of pores and cracks, this situation is possible due to the lack of OH content in glycerol from used cooking oil.

**Keywords:** biodegradable, esterification, glycerol waste frying oil, glycerol, sago starch, .

### PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang ada di Indonesia adalah masalah limbah Plastik. Limbah plastik yang paling banyak beredar berasal dari bahan sintetik (*non biodegradable*), hasil samping minyak bumi. (Darni, 2008). Plastik *nonbiodegradable* sukar terurai oleh materi-materi didalam tanah. Plastik *nonbiodegradable* memerlukan waktu lebih dari 400 tahun, untuk mengatasi masalah ini diperlukan plastik jenis *biodegradable* serta memiliki sifat fisika yang sama dengan plastik *non biodegradable*.

Pati sagu salah satu senyawa yang bersifat *biodegradable*, mengandung *amilopektin* membawa sifat polimer dari pembentukan plastik, sehingga bisa digunakan sebagai material plastik *biodegradable* (Nisah, 2017). Penggunaan pati sagu sebagai material plastik *biodegradable* dapat memecahkan masalah polusi limbah plastik serta meningkatnya penggunaan dari tumbuhan sago yang banyak terdapat di Indonesia. Proses untuk memperoleh biodegradable membutuhkan jenis pemplastik yang berfungsi sebagai pelentur bahan plastik. *Pemplastik* yang sering digunakan adalah *gliserol*. Penelitian ini menggunakan pemplastik dari minyak jelantah yang dapat di proses menjadi *gliserol* dengan menggunakan metode *esterifikasi*. Dalam penelitian ini akan membandingkan sifat dari gliserol komersial dan gliserol yang berasal dari esterifikasi minyak jelantah (Isalmi Aziz, 2011), sehingga menghasilkan data dari sifat *biodegradable* yang menggunakan *pemplastik* komersial dan *pemplastik* hasil *esterifikasi* minyak jelantah, dimana perpaduan

dari plastic *biodegradable* ini merupakan hal yang terbaharukan. Sehingga peneliti tertarik untuk melakukannya.

Metode biodegradable sagu dilaksanakan beberapa tahap dari pengolahan tepung sampai pencampuran bahan polimer yang menghasilkan plastik biodegradable. Pemplastik dalam penelitian ini diperoleh dari minyak jelantah (Kimia et al., 2016). Minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan glyserol. Nilai asam lemak bebas yang terkandung didalam minyak jelantah sangat besar menyebabkan perlunya dilakukan pengolahan awal terhadap minyak goreng jelantah dengan reaksi esterifikasi. Proses reaksi esterifikasi pada waktu pemanasan 2,5 jam dan suhu 60 oC merupakan kondisi optimal (Aziz, Nurbayti, & Ulum, 2011) (Tamiogy et al., 2019)

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Penelitian ini menggunakan alat : sieve shaker, kertas whatman no 42 diameter 9 cm, pemanas Hot Plate Magnetic Stirrer SH-2, oven Binder ED 53, timbangan digital, pirex gelas, pengaduk kaca, termometer digital, cetakkan akrilik, spektrofotometer UV- Vis instrumen scale Gewin. FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) Shimadzu, alat kuat tarik digital scale Gewinn. Bahan yang dipakai dalam penelitian ini metanol, minyak jelantah, asam asetat, *gliserol* komersial, sagu.

### **Prosedur**

#### ***Pembuatan tepung sagu***

Pembuatan tepung sagu diperoleh dari buah sagu. Buah sagu dicacah sampai ukurannya menjadi lebih kecil dari semula, setelah dicacah buah sagu dikeringkan dengan sinar matahari lalu sagu kering di mortar sampai terbentuk tepung, kemudian diayak dengan alat saring ukuran 120 mesh.

#### ***Pembuatan Gliserol dari minyak jelantah***

Minyak jelantah yang digunakan merupakan limbah dari rumah tangga dengan ciri fisik mempunyai warna coklat kehitaman. Kotoran yang terdapat di minyak jelantah disaring dengan menggunakan kertas whatman. Lalu dicampurkan dengan metanol dengan perbandingan 1 dan 3. Larutan tersebut dipanaskan dengan suhu 60°C selama 12 jam dan dihomogenkan dengan menggunakan stirrer, lalu dihentikan ketika terbentuknya dua lapisan campuran. Campuran yang terbentuk didekantasi atau dipisahkan. Dan didiamkan sampai suhu ruangan. Lapisan yang berada di bawah merupakan gliserol.

#### ***Pembuatan Biodegradable***

*Biodegradable* yang merupakan kontrol biodegradable menggunakan gliserol komersial dengan perbandingan antara tepung sagu, gliserol komersial, asam asetat serta aqudest adalah 3 : 1 : 1 : 10.15. Lalu dilakukan pemanasan dengan menggunakan pemanas dengan adanya stirrer. Kegiatan ini di hentikan ketika terjadinya koloid yang menyerupai gel. *Biodegradable* yang dihasilkan dibentuk dengan menggunakan akrilik. Papan akrilik tersebut dipanaskan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 12 jam. Sampai *Biodegradable* bisa dipisahkan dari Papan akrilik. Kemudian, dibandingkan dengan campuran dengan *gliserol* yang berasal dari minyak jelantah. Dengan komposisi sebagai berikut:

**Tabel 1.** Komposisi campuran biodegradable

Sagu	Gliserol komersial / Minyak Jelantah
5 gram	1 ml
5 gram	1 ml
0,5 gram	2 ml
0,5 gram	3 ml

Sumber: (Diah Mahita Nur Wulandari, 2016)

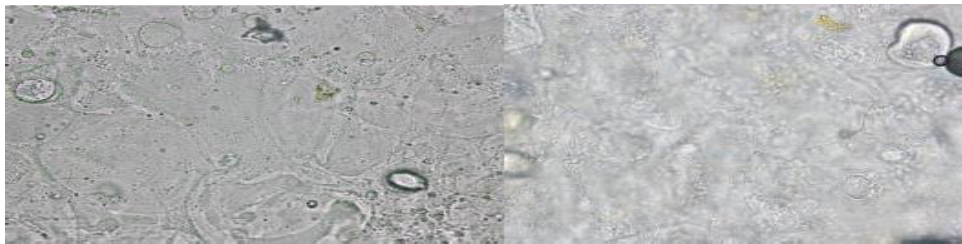
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses esterifikasi dari minyak jelantah mengakibatkan perubahan warna menjadi bening yang awalnya berwarna coklat. Warna yang terdapat pada minyak jelantah disebabkan zat warna yang terkandung pada minyak jelantah yaitu klorofil,  $\alpha$  dan  $\beta$ -karoten, antosianin dan xantofil. Semua zat ini dapat merubah warna minyak sampai warna hitam kecoklatan. Karotenoid merupakan pigmen berwarna yang menyebabkan minyak jelantah berwarna merah jingga atau kuning dan mempunyai sifat larut dalam minyak. Pada proses pemanasan warna gelap dari minyak jelantah akan mengalami degradasi sehingga warna menjadi bening dan terbentuknya reaksi oksidasi.

Dari pengumpulan minyak jelantah yang dilaksanakan didaerah sekitar Banda Aceh diperoleh sebanyak empat liter. Didalam lima liter tersebut, terdapat minyak jelantah tiga kali penggorengan sebanyak dua liter, dan dua kali penggorengan sebanyak dua liter. Penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa gliserol dan sagu, sedangkan variabel tetap berupa aquadest dan asam asetat.

### Uji Karakteristik

#### *Uji Morfologi (Organoleptik)*



**A**

**B**

**Gambar 1.** A. Plastik Biodegradable sagu dengan Glycerol dari minyak Jelantah  
B. Plastik Biodegradable sagu dengan Glycerol Komersial  
(Mikroskop Olympus BX41 dengan kamera komputer )

Struktur morfologi plastik Biodegradable dianalisis dengan menggunakan Mikroskop Olympus BX41 dengan kamera komputer. Tujuan menganalisis plastik Biodegradable menggunakan Mikroskop Olympus BX41 dengan kamera komputer adalah untuk mengetahui struktur morfologi atau tekstur dari permukaan plastik biodegradable sagu dengan glyserol dari minyak jelantah dan glyserol Komersial.

Titik-titik hitam yang ditunjukkan pada gambar 1 mendeskripsikan dari sagu.tidak

tersebar secara merata. Pengadukan yang kurang homogen ini yang mungkin menyebabkan tidak tersebar partikel sagu dengan baik.

Gambar A plastik biodegradable sagu dengan Glycerol dari minyak jelantah yang memiliki permukaan yang tidak halus, disebabkan terdapatnya pori-pori dan retakan, keadaan ini dimungkinkan dikarenakan kurangnya kandungan OH didalam glycerol dari minyak jelantah.

Gambar B, plastik biodegradable sagu dengan Glycerol komersial yang memiliki permukaan yang lebih halus, merata, pori-pori lebih rapat, hal ini disebabkan terdapatnya ikatan silang antara sagu dan Glycerol pada OH.

### Uji Kekuatan Tarik

**Tabel 2.** Dari variasi plastik *biodegradable* untuk Glycerol dari minyak jelantah,

Perbandingan Sagu : Gliserol	Area (mm <sup>2</sup> )	MaxForce (kgf)	0,2% Y.S (kgf/mm <sup>2</sup> )	Yield Strengt ( kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength ( kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
0,5: 1	1.2	9.9	3.79	0.24	8.25	0,97
1: 1	1.2	7.8	6.29	0.16	6.5	1.57
0,5:2	1.2	9.1	7.5	0.13	7,54	1.97
0,5:3	1.2	8.5	6.83	0.35	7.08	4.1

**Tabel 3.** Dari variasi plastik *biodegradable* seperti diatas, untuk Glycerol komersial

Perbandingan Sagu : Gliserol	Area (mm <sup>2</sup> )	MaxForce (kgf)	Y.S0,2% (kgf/mm <sup>2</sup> )	Yield Strengt ( kgf/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strength ( kgf/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
0,5: 1	1.2	9.9	3.8	0.26	8.3	0.99
1: 1	1.2	7.8	6.3	0.18	6.53	1.6
0,5:2	1.2	9.1	7.55	0.16	7,60	1.99
0,5:3	1.2	8.5	6.85	0.37	7.12	4.15

Hasil perbandingan data diatas, glycerol dari minyak jelantah dengan glycerol komersial hampir sama, tetapi masih unggul dengan glycerol komersial. Perbandingan data kuat tarik dengan data elongasi berbanding terbalik dengan komposisi gliserol yang ditambahkan. Dari tabel-3 menunjukkan bahwa dengan penambahan gliserol maka nilai *Tensile Strength* cenderung turun atau semakin kecil. Hal ini terjadi karena gliserol mempunyai sifat memperkecil gaya intermolekuler pada ikatan rantai polimer yang terjadi sehingga meningkatkan fleksibilitas *biodegradable* dan memperbesar jari-jari antarmolekul serta meminimalisir ikatan hydrogen yang terjadi pada rantai polimer. Menurut (Krochta, 1994), peningkatan konsentrasi gliserol akan menghasilkan *film* dengan kuat tarik yang lebih rendah. Plastik *biodegradable* yang tidak elastis akan menyebabkan kuat tarik yang dihasilkan akan semakin menurun (Harris, 1999). Faktor penambahan sagu semakin meningkatnya *tensile strength* hal ini disebabkan karena sifat

sagu yang dapat menyerap air. Semakin banyak gliserol yang ditambahkan menjadikan plastik semakin elastis dan fleksibel. Gliserol sendiri dapat bereaksi dengan pati menghasilkan ikatan polimer, sehingga menyebabkan kenaikan fleksibilitas dari larutan yang terbentuk. Penggunaan *pemplastik* juga mengakibatkan berkurangnya gaya intermolekular pada ikatan rantaipolimer.

Variasi penambahan sagu menunjukkan penurunan terhadap *elongation*. Hal ini disebabkan karena penyalut dari sagu bersifat lemah karena terdapatnya senyawa amilosa, sehingga mengakibatkan turunya keelastisan apabila konsentrasinya ditingkatkan (Flórezetal, 2017). Pada tabel terjadi kenaikan *elongation %* nya, karena sagu dengan *gliserol* yang dicampur menjadi beberapa perubahan struktural didalam jaringan sagu, *biodegradable* menjadi lebih dekat dan menyebabkan *elongation %* yang meningkat (Kore, Tawade, & Kabir, 2016). Oleh sebab itu terjadi kenaikan pada *elongation %*, seperti (Bertuzzi, Armada, & Gottifredi, 2007). Tanpa adanya *gliserol*, *biodegradable* yang terbuat komposisi pati sagu atau amilosa akan bersifat lemah, sehingga diperlukannya penggunaan *gliserol* untuk mengurangi kelemahan tersebut sehingga menyebabkan kenaikan pada persen pemanjangan.

#### **Ketahanan air**

Sifat ketahanan air perlu di uji untuk memberikan informasi peningkatan massa bahan polimer setelah penyerapan air ditemukannya ikatan polimer. Peristiwa ini akan menyebabkan *biodegradable* akan mengembang menandakan pelarut mengikat polimer menghasilkan koloid berupa jel. Ketahanan air pada *biodegradable* dinamakan dengan uji swelling, yaitu kadar pengembangan *biodegradable* dalam penyerapan terhadap air. Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Air yang diikat (\%)} = \frac{m-m_0}{2m_0} 100$$

$m_0$  sebagai massa *biodegradable* kering dan  $m$  adalah massa *biodegradable* setelah penyerapan air. Berdasarkan rumus % Air yang diserap.diperoleh nilai kadar air,seperti tabel berikut ini:

**Tabel 10.** Glycerol dari minyak jelantah

Sagu (gr)	Glycerol (mL)	Ketahanan Air (%)
0,5	1	0.0031
1	1	0.0027
0,5	2	0.00265
0,5	3	0.0037

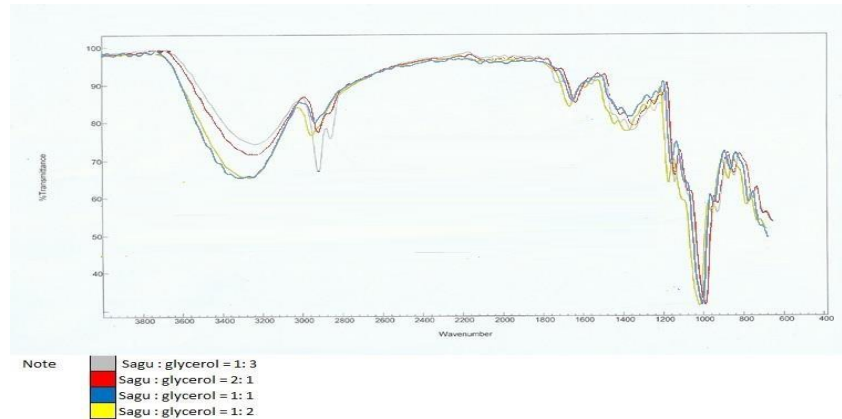
**Tabel. 11** Glycerol komersial

Sagu (gr)	Glycerol (mL)	Ketahanan Air (%)
0,5	1	0.0036
1	1	0.0032
0,5	2	0.00272
0,5	3	0.0042

Pada tabel 10. Presentase kadar air dengan volume gliserol semakin naik tetapi saat sagu 0,5 gram dengan gliserol 2 ml terjadi penurunan dikarenakan kadar air. Presentase ketahanan air dengan volume gliserol semakin turun. Hal ini menandakan bahwa dengan peningkatan jumlah *gliserol* menjadikan ketahanan air dalam *biodegradable* semakin rendah. Ini dikarenakan *gliserol* yang bersifat hidrofilik menyebabkan penyerapan air meningkat pada plastik sehingga bobot berat basahnya menjadi naik (Sutardi, 1990) juga menyatakan kerapatan *biodegradable* merupakan sifat *permeabilitas biodegradable* yang ditandai dengan penurunan ketahanan terhadap air. Berbanding terbalik pula dengan hasil ketahanan air pada berat sagu yang berbeda, semakin banyak pati yang ditambahkan persen ketahanan air semakin meningkat. Menurut (Tamiogy, Kardisa, & Aprilia, 2019) sifat hidrofilik dapat diminimalis dengan penambahan sagu disebabkan kandungan *amilopektin* sagu, dikarenakan *amilopektin* mempunyai ikatan Hidrogen. Sehingga sulit untuk bereaksi dengan aquadest karena berdasarkan sifat sagu yan mengikat air pula menyebabkan ketahanan terhadap air semakin tinggi (Torheim, Diarra, & Barikmo, 2004).

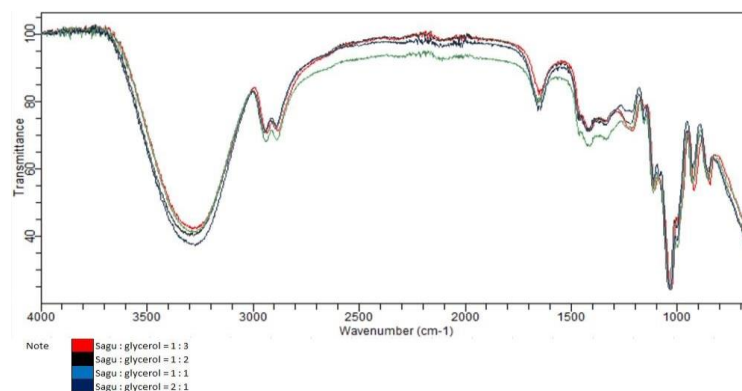
### FT-IR

Penelitian ini menggunakan instrument FT-IR untuk mendapat spektrum dan spektrum tersebut menghasilkan gambaran gugus fungsi yang terkandung dalam *biodegradable*. Sehingga dapat memprediksi aksi yang terjadi pada sagu dan material pembangun lainnya.



Gambar 2. Grafik FT-IR Glycerol dari minyak jelantah

### Spectrum FTIR Glycerol komersial



Gambar 3. Grafik FT-IR Glycerol dari minyak jelantah

Hasil FT-IR pati, serapan di daerah  $2924,5\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan senyawa alkana, yakni adanya peregangan C-H di daerah  $2850\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$  (Kurdi, Hao, & Chang, 2018). Stretching –O– eter terdapat pada  $1639,05\text{ cm}^{-1}$ , kemudian adanya serapan pada  $3290,86\text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus fungsi –OH, namun serapan –OH tidak tajam atau landai, hal ini dikarenakan adanya pengotor yang mengganggu saat proses analisis dengan FT-IR.

Gugus fungsi pada *biodegradable* hampir sama dengan gugus fungsi yang ada pada masing-masing komponen penyusun *biodegradable* (pati dan glyserol). Penambahan gliserol mengakibatkan meningkatnya intensitas gugus fungsi –OH karboksil. Penambahan gliserol komersial pada *biodegradable* memberikan intensitas –OH karboksil yang lebih besar dibandingkan dengan *biodegradable* yang ditambah dengan gliserol minyak jelantah. Intensitas gugus fungsi –OH alkohol pada *biodegradable*-gliserol minyak jelantah lebih besar jika dibandingkan dengan intensitas gugus fungsi –OH alkohol pada *biodegradable*-gliserol murni. Hal ini disebabkan karena gliserol minyak jelantah terdapat kandungan senyawa *2-Hexadecanoylglycerol* yang memiliki gugus –OH alkohol lebih banyak. Hasil FT-IR menunjukkan tidak adanya kemunculan gugus fungsi yang baru, dengan kata lain secara kimia tidak terjadi perubahan, sehingga proses pembuatan *biodegradable* merupakan pencampuran secara fisik.

## KESIMPULAN

Perbandingan *biodegradable* sagu dengan variasi gliserol : minyak jelantah ( 0,5 : 3) didapatkan komposisi terbaik. Hal ini dikarenakan plastik *biodegradable* tersebut memiliki nilai kuat tarik  $7.08\text{ kgf/mm}^2$ , elongasi 4.10%, elastisitas  $0.35\text{ kgf/mm}^2$ , dan daya serap air 0.0037 % tetapi persen degradabilitasnya masih tergolong rendah, yakni 36,453 % dalam 10 hari. Apabila dibandingkan dengan *biodegradable*-gliserol komersial (0,5 : 3) sifat mekaniknya hampir sama (kuat tarik  $7.12\text{ kgf/mm}^2$  elongasi 4.15%, dan elastisitas  $0.37\text{ kgf/mm}^2$ ), meskipun daya serap airnya lebih tinggi 0.0042 % akan tetapi *biodegradable*-gliserol komersial memiliki persen degradabilitas yang lebih baik 36,353 % dalam 10 hari. Secara keseluruhan perbedaan karakteristik gliserol yang berasal dari minyak jelantah dengan menggunakan reaksi esterifikasi dan gliserol yang berasal dari komersial terdapat pada uji morfologi, kekuatan dan transparansi.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Agama Republik Indonesia (Kemenag) yang telah mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2011). Esterifikasi Asam Lemak Bebas Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal valensi*. 2(2), 384–388.
- Flórez, N., González-Muñoz, M. J., Ribeiro, D., Fernandes, E., Domínguez, H., & Freitas, M. (2017). Algae polysaccharides' chemical characterization and their role in the inflammatory process. *Current Medicinal Chemistry*, 24(2), 149–175. <https://doi.org/10.2174/092986732366616102>

- Aminah, S., & Isworo, J. I. (2010). Praktek penggorengan dan mutu minyak goreng sisa pada rumah tangga di RT V RW III kedungmundu tembalang semarang. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS 2010*, 261–267.
- Bertuzzi, M. A., Armada, M., & Gottifredi, J. C. (2007). Physicochemical characterization of starch based films. *Journal of Food Engineering*, 82, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.12.016>
- Borah, M. J., Das, A., Das, V., Bhuyan, N., & Deka, D. (2019). Transesterification of waste cooking oil for biodiesel production catalyzed by Zn substituted waste egg shell derived CaO nanocatalyst. *Fuel*, 242(January), 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.01.060>
- Dhall, R. K. (2016). Application of edible films and coatings on fruits and vegetables. *Edible Films and Coatings: Fundamentals and Applications*, December, 363–390. <https://doi.org/10.1201/9781315373713>
- Krochta, J. M., E, A, Baldwin, and M, O, N.-C. (1994). *Edible Coating and Film Food Quality*. Technomic Public, Co, Inc., Lancaster, Pennsylvania.
- Nisah, K. (2019). Studi Zink Oksida sebagai Komposit Bioplastik Genus Metroxlen,Sp dengan Metode Melt Intercaltion. *Lantanida*, 7(2), 101–193. <https://doi.org/10.22373/lj.v7i2.5529>
- Pratiwi, E., & Sinaga, F. M. (2018). Konversi Gliserol dari Biodiesel Minyak Jelantah dengan Katalisator KOH. *Jurnal Chemurgy*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.30872/cmg.v1i1.1133>
- Sari, T. I., Manurung, H. P., & Permadi, F. (2008). Pembuatan Edible Film dari Kolang Kaling. *Teknik Kimia*, 15(4), 27–35.
- Tamiogy, W. R., Kardisa, A., & Aprilia, S. (2019). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Kulit Buah Pinang sebagai Filler pada Pembuatan Bioplastik Utilization of Cellulose from Betel Nut Husk Waste as Filler in Preparation of Bioplastics. *Rekeasa Kimia Lingkungan*, 14(01), 63–71. <https://doi.org/doi.org/10.23955/rkl.v14i1.11517>
- Wulandari Diah, S. P. dll. (2016). Kajian Pemanfaatan Biji Nangka dengan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah Sebagai Bahan Pembuatan Edible Coating. *Jurnal Rekapangan*, 11(2), 1–9.
- Kurdi, A., Hao, W., & Chang, L. (2018). Tribological behaviour of high performance polymers and polymer composites at elevated temperature Tribology International Tribological behaviour of high performance polymers and polymer composites at elevated temperature. *Tribology International*, 130(October), 94–105. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.09.010>



Sutardi., T. dan. (1990). Biokimia dan Teknologi Pasca Panen. In *Gajah Mada University Press.Yogyakarta*. <https://doi.org/10.1145/2783258.2783395>

Torheim, L. E., Diarra, M., & Barikmo, I. (2004). *Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants*. (March 2014). <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601853>