



Rice Flour Potential As *Biodegradable* Plate (Bioplastic) In Terms Of It's Characteristics

Potensi Nasi Aking Sebagai Piring *Biodegradable* (Bioplastik) Ditinjau Dari Karakteristiknya

Hamidah*, Hasan Marzuki, dan Nurul Kholidah

Department of Chemistry, Universitas of UIN Raden Fatah Palembang

* Corresponding author: hamidah.advan16@gmail.com

ABSTRAK

Tepung beras merupakan biopolimer yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan bioplastik (*Biodegradable plate*). Produk dibuat dari tepung beras dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan filtrat belimbing wuluh (*A. bilimbi* L) terhadap penyerapan air dan biodegradasinya. Penelitian ini menggunakan metode inversi fasa dengan variasi volume filtrat buah mulas (*A. bilimbi* L) sebanyak 10 ml, 15 ml, 20 ml, dan 25 ml. Hasil pembentukan *biodegradable plate* dengan penambahan filtrat belimbing (*A. bilimbi* L) menghasilkan warna coklat, tekstur keras, dan permukaan produk kasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap penambahan volume filtrat belimbing wuluh (*A. bilimbi* L) dapat meningkatkan karakteristik resapan air dan biodegradasi masing-masing dengan persentase 48,29 %, 51,78 %, 53,62%, 55,27 % dan 11,77 %, 24,52 %, 28,42 %, 36,88 %. Konfirmasi permukaan produk melalui *scanning electron microscopy* menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki susunan partikel yang kurang rapat dan terbentuknya pori-pori pada permukaan. Filtrat belimbing wuluh (*A. bilimbi* L) dapat digunakan dalam modifikasi karena mengandung senyawa yang bersifat asam lemah dengan pH 5.

Kata Kunci: Tepung beras, belimbing wuluh (*A bilimbi* L), bioplastik, *biodegradable plate*

PENDAHULUAN

Industri petrokimia ialah industri yang bergerak di bidang pengolahan hasil minyak bumi. Dimana salah satunya menghasilkan produk polimerisasi (Sulistyono *et.al*, 2016). Produk polimerisasi dikenal masyarakat sebagai plastik. Penggunaan plastik dari minyak bumi telah banyak dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat di berbagai sektor mulai dari rumah tangga hingga industri. Namun dibalik peranannya dalam memenuhi kebutuhan, penggunaan plastik dapat meningkatkan keberadaan jumlah sampah

plastik. Menurut Badan Pusat Statistik Lingkungan Hidup Indonesia, sampah plastik di Indonesia telah mengalami peningkatan sebesar 5,4 juta ton setiap tahunnya (Yordan *et.al*, 2015).

Peningkatan jumlah sampah plastik disebabkan kandungan polimernya memiliki sifat sulit terurai (Sinaga *et.al*, 2014). Jika penumpukan plastik terjadi secara terus menerus, dapat berakibat terjadinya pencemaran lingkungan. Adapun dampak negatif yang ditimbulkan antara lain rusaknya unsur hara di dalam tanah, mengurangi kualitas air, jika dibakar dapat menghasilkan emisi di

udara, dan dapat menyebabkan banjir saat dibuang ke selokan (Karuniastuti *et.al*, 2013).

Plastik selain mencemari lingkungan penggunaannya sebagai bahan utama pembuatan piring dapat berbahaya bagi kesehatan jika digunakan secara tidak tepat. Hal ini dikarenakan sifatnya yang karsinogenik dan tidak tahan terhadap panas (Dewi *et.al*, 2018). Penggunaannya dalam kondisi panas dapat menyebabkan kontaminasi dengan makanan. Kontaminasi makanan yang masuk ke dalam tubuh dapat mengakibatkan rusaknya jaringan tubuh manusia (Sulistiyono *et.al*, 2016).

Dampak negatif yang ditimbulkan dari plastik, mendorong peneliti untuk berupaya mengurangi penggunaan plastik. Salah satu upaya yang dilakukan ialah mengembangkan bioplastik dari pati yang sifatnya dapat terdegradasi di alam dengan waktu yang lebih cepat (Ginting *et.al*, 2015). Jenis pangan dengan kandungan pati yang cukup besar adalah nasi. Nasi merupakan salah satu makanan pokok yang diproduksi hampir setiap hari di rumah tangga maupun tempat kuliner seperti restoran dan rumah makan. Berdasarkan survei yang dilakukan pada tanggal 17 Maret 2020, tercatat bahwa terdapat 12 tempat kuliner di Kelurahan D III Palembang, dapat menyisahkan nasi dalam setiap harinya. Menurut pemilik tempat kuliner tersebut sisa nasi biasanya langsung dibuang atau tidak dilakukan pengolahan lanjut. Agar bermanfaat sisa nasi yang diperoleh di tempat tersebut dikeringkan menjadi nasi aking. Nasi aking inilah yang digunakan sebagai bahan utama dalam pembentukan piring *biodegradable* (Bioplastik).

Berbagai penelitian menyebutkan bahwa biopolimer pati perlu dilakukan modifikasi secara kimia untuk menghasilkan sifat atau karakteristik produk yang sesuai. Adapun karakteristik daya serap air pada produk bioplastik dapat ditingkatkan dengan menggabungkan biopolimer kitosan, gliserol, dan sagu (Kumoro *et.al*, 2014). Dalam proses modifikasi juga diperlukan penggunaan CH_3COOH sebagai pelarut (rusli dkk *et.al*, 2017). Namun penggunaan larutan CH_3COOH membuat bioplastik berbau menyengat (Selpiana *et.al*, 2015). Oleh Karena itu, dalam penelitian ini digunakan filtrat dari belimbing wuluh untuk memodifikasi. Belimbing wuluh mengandung senyawa asam lemah yang diharapkan mampu memodifikasi bioplastik dengan sifat yang lebih baik. Produk bioplastik berupa piring *biodegradable* yang terbentuk lalu diuji daya serap air dan biodegradasinya.

Pada Penelitian ini digunakan filtrat belimbing wuluh dengan berbagai variasi volume. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh penambahan filtrat belimbing wuluh terhadap sifat kimiawi yang dihasilkan.

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain nasi sisa, sagu dan buah belimbing wuluh yang diperoleh di sekitaran kelurahan D III Palembang, gliserol *Emsure*[®], akuades secukupnya, kitosan *Sigma-Aldrich*, indikator pH universal dan media tanah andosol.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain oven *U055*[®], penggiling, blender *philp*[®], kertas saring 1 μm , neraca analitik CP 214, batang pengaduk, gelas kimia *Pyrex*[®], gelas ukur *Pyrex*[®], statif, spatula, gelas erlemeyer *Pyrex*[®], termometer alkohol, corong *buscher 42 mm*, pisau, *spons* berongga, seperangkat *sieve shaker 40* sampai 120 mesh, pemanas listrik, Instrumentasi SEM tipe *inspect-S50 Phenom proX Desktop* dan cetakan lingkaran berbahan aluminium dengan jari-jari 3 cm.

Prosedur

a. Pembuatan Tepung Nasi Aking

Nasi sisa dibersihkan dari pengotor. Selanjutnya nasi dikeringkan menggunakan bantuan sinar matahari. Nasi yang telah kering digiling menggunakan Alat penggiling. Nasi aking lalu diayak menggunakan seperangkat *sieve shaker* dengan ayakan yang disusun mulai dari 40 hingga 120 mesh.

b. Filtrasi Pada Buah Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh yang diperoleh dicuci dan dipotong. Selanjutnya belimbing wuluh di blender. Setelah itu dilakukan penyaringan agar filtrat dan kulit dari belimbing wuluh menjadi terpisah. Penyaringan filtrat dilakukan sebanyak 2 kali menggunakan kertas saring dan corong *buscher*. Kemudian pH Larutan belimbing wuluh diukur menggunakan indikator pH Universal.

c. Pembentukan Piring *Biodegradable*

8 gram tepung nasi aking dicampurkan ke dalam 10 ml filtrat belimbing wuluh. Selanjutnya dilakukan pemanasan pada suhu 50

°C. Saat filtrat masuk ke dalam permukaan nasi aking dilakukan penambahan 2 gram tepung sagu, 2 gram kitosan, dan 2 ml gliserol. Selama proses pemanasan dilakukan pengadukan secara terus menerus hingga mencapai suhu 70°C. Campuran biopolimer yang mulai memadat kemudian dicetak menggunakan cetakan berbentuk lingkaran. Setelah dicetak dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 30°C selama 30 menit. Sampel lalu di lepaskan dari cetakan dan didiamkan pada temperatur ruang. (Pembentukan piring *biodegradable* dilakukan dengan variasi filtrat dari belimbing wuluh 10 ml, 15 ml, 20 ml, dan 25 ml).

d. Pengujian Daya Serap Air

Sampel ditimbang terlebih dahulu massa awalnya menggunakan neraca analitik. Kemudian sampel direndam dengan 50 ml akuades selama 30 menit. Setelah proses perendaman sampel ditimbang kembali (Lazuardi *et.al*, 2013). Persentase daya serap air pada sampel dihitung menggunakan rumus dibawah ini

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

m_1 : massa sebelum perendaman (gram)

m_2 : massa setelah perendaman (gram).

e. Pengujian Biodegradasi

Sampel ditimbang terlebih dahulu massa awalnya menggunakan neraca analitik. Selanjutnya sampel ditimbun ke dalam tanah. Ukuran tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah 50 cm x 50 cm. Setelah 1 minggu sampel yang berada didalam tanah diambil dan ditimbang kembali (Selpiana *et.al*, 2015). Persentase biodegradasi pada sampel dihitung menggunakan rumus dibawah ini

$$\text{Biodegradasi (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \%$$

Keterangan :

m_1 : massa sebelum ditimbun ke dalam tanah (g)

m_2 : massa setelah ditimbun ke dalam tanah (g)

f. Analisis Scanning Electron Microscopy (SEM)

Sampel yang diujikan dengan variasi 10 ml dan 25 ml. Adapun prosedur penggunaan instrumen SEM meliputi buka gas dengan memutar kran besi berlawanan arah jarum jam. Pasang steker UPS dan On kan UPS. Nyalakan SEM dengan menu menekan power dan layar PC. Setelah komputer menyala, tunggu sekitar 5

menit. Klik *Vent* untuk membuka *chamber SEM*, lalu masukkan sampel dan Klik *Pump*. Turunkan magnification-fokuskan gambar – atur WD ke 15 MM sesuai kebutuhan. Fokuskan gambar dengan memutar WD pada control panel. Setelah mendapatkan gambar yang di inginkan, Klik *Acquire* untuk mengambil foto save gambar di folder yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 merupakan hasil pengamatan piring *biodegradable* (*Bioplastik*) dengan berbagai variasi volume filtrat belimbing wuluh.

Tabel 1. Hasil pengamatan piring *biodegradable* (*Bioplastik*)

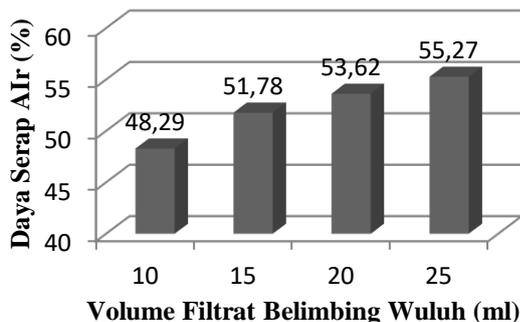
Gambar	Keterangan
 <p>Variasi 10 ml filtrat</p>	warna yang dihasilkan putih kecokelatan. Tekstur yang dihasilkan tidak terlalu keras. Permukaan yang dihasilkan kasar dan terdapat sedikit retakan pada bagian pinggir piring <i>biodegradable</i> .
 <p>Variasi 15 ml filtrat</p>	warna yang dihasilkan coklat muda dan didapatkan bintik-bintik putih. Tekstur yang dihasilkan keras. Permukaan yang dihasilkan kasar.
 <p>Variasi 20 ml filtrat</p>	warna yang dihasilkan coklat pekat dan didapatkan bintik putih. Tekstur yang dihasilkan keras. Permukaan yang dihasilkan kasar.

Gambar	Keterangan
 <p>Variasi filtrat 25 ml</p>	<p>Timbulnya gelembung air Terjadi Perubahan warna menjadi keputihan Sebagian Permukaan biopolimer hancur</p>

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan filtrat belimbing wuluh dengan variasi 10, 15, 20, dan 25 ml menghasilkan permukaan yang kasar dengan tekstur keras. Tekstur keras dari produk dapat disebabkan dari bahan biopolimer. Biopolimer dari kitosan, sagu dan nasi memiliki sifat yang keras dan kasar karena kemampuannya membentuk ikatan hidrogen antar rantai biopolimer (Yuliasih *et.al*, 2014). Warna kecokelatan dan kehitaman dihasilkan saat filtrat belimbing wuluh masuk ke dalam permukaan biopolimer. Adanya kandungan senyawa asam karboksilat dari belimbing wuluh memberikan warna kehijauan hingga kehitaman pada produk tergantung jumlah volume yang ditambahkan ke dalamnya. Semakin besar volume filtrat yang ditambahkan, warna yang dihasilkan pada produk akan semakin pekat (A. Rahmiati *et.al*, 2017).

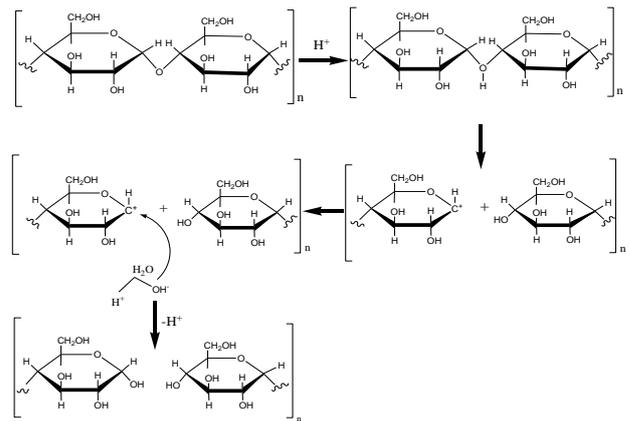
Karakteristik Daya Serap Air

Karakteristik daya serap air dilakukan guna mengetahui kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Gambar 1 menunjukkan pengaruh penambahan volume filtrat belimbing wuluh terhadap daya serap air produk bioplastik.



Gambar 2. Pengaruh volume filtrat belimbing wuluh terhadap daya serap air

Hasil pengujian pada gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan daya serap air berbanding lurus dengan penambahan volume filtrat belimbing wuluh. Adanya penambahan volume filtrat belimbing wuluh akan meningkatkan ketersediaan molekul air dan asam karboksilat yang ada. Sehingga saat hidrolisis terjadi biopolimer nasi aking akan lebih banyak memutuskan ikatannya menjadi monomer. Jika jumlah monomer yang dihasilkan lebih banyak maka peluang tergangunya gugus -OH menjadi ester akan lebih besar. Berikut reaksi hidrolisis yang dapat terjadi pada produk bioplastik dapat dilihat pada gambar 2.

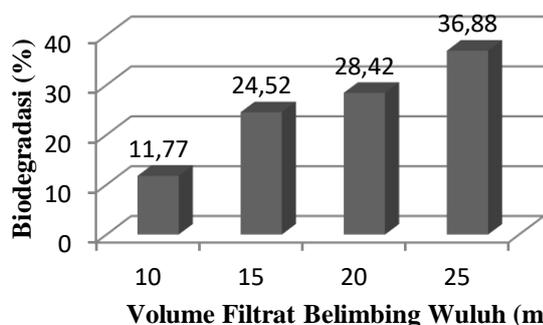


Gambar 3. Mekanisme hidrolisis biopolimer

Tergantunya gugus -OH menjadi ester mengurangi terbentuknya ikatan hidrogen. Berkurangnya ikatan hidrogen pada biopolimer mengakibatkan kekuatan ikatan antar molekul melemah dan jarak antar molekul semakin jauh. Jarak molekul yang jauh membuat biopolimer menjadi kurang rapat. Hal ini mengakibatkan molekul air akan lebih mudah masuk dan berinteraksi dengan biopolimer saat pengujian daya serap air dilakukan. Konsep tersebut sejalan dengan penelitian (Polnaya *et.al*, 2018), yang menyatakan bahwa ikatan hidrogen memiliki peranan dalam menentukan kekuatan ikatan pada biopolimer. Ikatan biopolimer yang lebih kuat cenderung membentuk struktur yang lebih teratur.

Karakteristik Biodegradasi

Karakteristik Biodegradasi dilakukan guna mengetahui kemampuan produk terurai di dalam tanah dalam kurun waktu 1 minggu. Gambar 2 menunjukkan pengaruh penambahan volume filtrat belimbing wuluh terhadap biodegradasi produk bioplastik.



Gambar 4. Pengaruh volume filtrat belimbing wuluh terhadap Biodegradasi

Berdasarkan hasil pengujian pada gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan volume filtrat belimbing wuluh dapat mempercepat biodegradasi. Hal ini dikarenakan penambahan filtrat menyebabkan ikatan antar molekul biopolimer akan semakin melemah. Ikatan biopolimer yang lemah akan mengalami pemutusan ikatan lebih cepat saat terkena radiasi sinar UV dari matahari (Suci *et.al*, 2019). Setelah ikatan antar molekul terputus gugus yang bersifat hidrofilik dari biopolimer seperti hidroksi dan ester, akan keluar dari rantai biopolimer dan terabsorpsi bersamaan dengan molekul air di dalam tanah. Proses absorpsi yang terjadi menyebabkan terjadinya pengurangan massa biopolimer serta membuat permukaan produk menjadi bergelembung. Berikut ini adalah reaksi biodegradasi yang dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme.



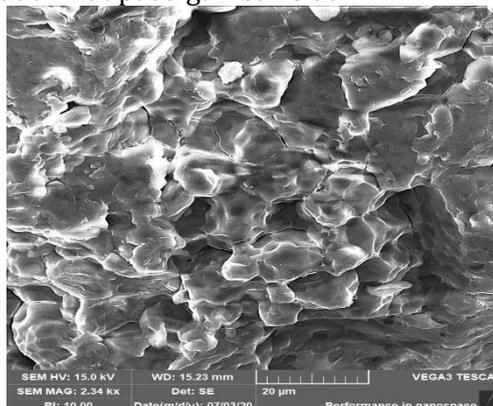
Gambar 5. Reaksi biodegradasi biopolimer

Hal tersebut sejalan dengan penelitian Yuliasih, yang menyatakan bahwa saat berada didalam tanah gugus ester akan lebih cepat mengalami pemutusan ikatan dibandingkan ion hidroksida. Hal ini disebabkan ion hidroksida cenderung memiliki kemampuan lebih banyak membentuk ikatan hidrogen. Saat ikatan hidrogen yang terbentuk lebih banyak waktu yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatannya akan lebih lama. Sehingga mengakibatkan laju biodegradasi juga menjadi lebih lama (Yuliasih *et.al*, 2014). Adanya aktivitas mikroorganisme juga menyebabkan terjadinya pengurangan massa produk. Dimana saat berada di permukaan produk mikroorganisme akan mengkonsumsi atom karbon dari rantai biopolimer yang mengakibatkan ikatan biopolimer menjadi terputus. Selanjutnya mikroorganisme akan mengeluarkan hasil

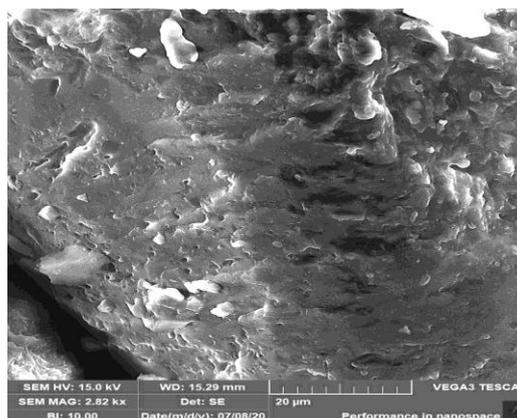
metabolisme tubuhnya berupa biomassa maupun air (Nafianto *et.al*, 2019).

Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pada penelitian ini digunakan instrumentasi SEM untuk menggambarkan permukaan produk bioplastik (piring *biodegradable*). Informasi yang di dapat berupa morfologi permukaan seperti bentuk permukaan dan susunan partikel pada permukaan. Berikut morfologi permukaan bioplastik pada variasi 10 ml dan 25 ml filtrat dapat dilihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Permukaan produk pada volume 10 ml filtrat belimbing wuluh



Gambar 7. Permukaan produk pada volume 25 ml filtrat belimbing wuluh

Pada penelitian ini *Scanning electron microscopy* memberikan informasi terkait susunan partikel dari permukaan produk. Konfirmasi permukaan yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6, memberikan informasi bahwa permukaan yang dihasilkan memiliki susunan partikel yang tidak teratur serta terbentuknya pori pada permukaan. Susunan partikel yang tidak teratur disebabkan adanya perbedaan ukuran partikel pada biopolimer yang mengakibatkan terbentuknya pori pada permukaan. Adanya pori yang dihasilkan memberikan peluang untuk molekul air masuk

ke dalam permukaan biopolimer sehingga persentase kenaikan daya serap air.

Scanning electron microscopy juga memberikan informasi bahwa warna cerah yang ditampilkan dari permukaan menunjukkan atom karbon biopolimer dengan massa molekul lebih besar. Warna gelap menunjukkan susunan atom oksigen dan nitrogen dari biopolimer dengan massa molekul lebih rendah. Hal ini diasumsikan berdasarkan konsep eksitasi elektron dalam prinsip kerja SEM. Dimana senyawa yang mempunyai jumlah elektron yang lebih banyak membutuhkan energi yang tinggi dibutuhkan agar elektron bertumbukan. Hasil pemantulan elektron dengan energi tinggi akan di deteksi detektor SEM dengan warna permukaan yang cerah. Jika energi yang dibutuhkan lebih rendah dideteksi dalam bentuk permukaan lebih gelap (Diansari *et.al*, 2018).

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian yang dilakukan ialah filtrat dari buah belimbing wuluh dapat digunakan dalam memodifikasi biopolimer nasi aking secara hidrolisis. Dimana semakin besar penambahan volume filtrat dari buah belimbing wuluh memberikan peluang lebih besar untuk memperlemah ikatan hidrogen antar molekul biopolimer. Sehingga karakteristik daya serap air dan biodegradasi produk akan semakin meningkat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Terpadu Fakultas Sains dan Teknologi UIN Raden Fatah serta Laboratorium Forensik Polda Sumatera selatan yang telah menerima dan memberikan fasilitas dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, J., Nopianti, R, and Lestari S. D. (2018). Karakteristik Bioplastik dari Pati Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*). *J. Fishtech*. vol. 7 no.1. pp 49–59, 2018.
- Dewi A. P. and Yesti, Y. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Kemasan Ramah Lingkungan Serta uji Biodegradasinya. *JOPS J. Pharm. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 33–38.
- Diansari V., Sundari, I., and Deswitri, N. (2018). Gambaran Scanning Electron Microscope (SEM) Mikrostruktur permukaan Resin Komposit Nanofiler Setelah Perendaman Dalam Kopi Arabika Gayo. *Cakradonya Dent. J.* vol. 10, no. 2, pp. 96–101, 2018.
- Hasanuddin, A., Rahim, A., Kadir, S. (2019). Modifikasi Pati Secara Asetilasi Terhadap Gugus Fungsi Asetil dan Kristanilitas Pati Ubi Banggai Asetat, *Rekayasa*, vol. 12, no. 2, pp. 135–140.
- Kumoro, A. C. and Purbasari, A. (2014). Sifat mekanik dan morfologi plastik biodegradable dari limbah tepung nasi aking dan tepung tapioka menggunakan gliserol sebagai plasticizer. *Teknik*. vol. 35, no. 1, pp. 8–16.
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya plastik terhadap kesehatan dan lingkungan,” *Swara Patra*, vol. 3, no. 1.
- Lazuardi, G. P. and Cahyaningru S. E. (2013). Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Biskuit dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA J. Chem.*, vol. 2, no. 3.
- Nafianto, I. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Bonggol Pisang Kepok dengan Plasticizer Gliserol dan Minyak Jelantah. *Integr. Lab J.*, vol. 7, no. 1, pp. 75–89
- Rahmiati A, Darmawati, and Mukaromah, A. H. (2017). Daya Hambat Eksrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* Secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*. vol. 1.
- Rusli, A., Metusalach, M., and Tahir, M. M. (2017). Characterization of Carrageenan Edible films Plasticized with Glycerol. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* vol. 20, no. 2, pp. 219–229.
- Polnaya F. J., Huwae, A. A., and Tetelepta, G. (2018). Karakteristik Sifat Fisiko-Kimia dan Fungsional Pati Sagu Ihur (*Metroxylon sylvestre*) Dimodifikasi dengan Hidrolisis Asam. *agriTECH* vol. 38, no. 1 pp. 7–15.
- Selpiana, S., Riansya, J. F., and Yordan, K. (2015). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tepung Nasi Aking. in *Seminar Nasional Added Value of Energy Resources Avoer VII Proceeding*. vol. 7, pp. 130–138.
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M. H. S., and Hasibuan. (2014). Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari

- Pati Umbi Talas. *J. Tek. Kim. USU*. vol. 3 pp. 19–24.
- Suci, R. (2019). “Karakteristik Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ampas Sagu dan Pati Sagu (Metroxylon sp) dengan Penambahan Kitosan dari Berbagai Sumber,” PhD Thesis, Universitas Andalas.
- Sulistiyono. S. (2016). Penggunaan Produk Plastik Dari Petrokimia dengan Bahan Dasar Minyak dan Gas Bumi Manfaat dan Bahayanya Bagi Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra*. vol. 6, no. 2.
- Yuliasih, I. and Sunarti, T. C. (2014). Pati sagu termodifikasi sebagai bahan starch-based plastics. in *Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik*. vol. 3.
- Yulianti, R. and Ginting, E. (2015). Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pangan*. vol. 31, no. 2, pp. 131–136.