

PEMBUATAN BIOPLASTIK DENGAN PENGUAT ZnO DAN PENAMBAHAN MINYAK ATSIRI SEBAGAI ANTI MIKROBA

Fitri Takribiah¹, Harunyah^{2*}, Zuhra Amalia³, Reza Fauzan⁴, Muhammad Sami⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe,

24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

*e-mail: harunyah@pnl.ac.id

Abstract

Environmental problems caused by petroleum-derived plastic waste has become an important issue because it is difficult to degrade the environment. Therefore, attempts have been made to speed up the process of degradation of the polymer material is to replace synthetic polymers with natural polymer. Starch is a natural polymer that can be used for the production of material that is easily degraded, the raw material is abundant, but has a weakness in its mechanical properties. To improve the mechanical strength of starch, reinforcing material in the form of inorganic material is usually added in a polymer matrix. In addition to improving shelf life in a plastic made from natural polymers required additional antimicrobial. Therefore, bioplastics prepared by mixing cassava starch as a matrix, glycerol as a plasticizer, ZnO as an amplifier, and clove oil as an antimicrobial. The optimum conditions to produce bioplastics with the highest tensile strength of 23.40 kgf/mm² given by the addition of 0.8% of ZnO and 0.4 ml clove oil. While the highest percent elongation on the addition of ZnO 1%, and 0.4 ml clove oil which is 346 %. Based on the test results of water resistance and biodegradability, clove oil shown to inhibit the growth of micro-organisms bioplastics and bioplastic IR spectra do not show any new functional group.

Keywords: *bioplastics, glycerol, essential oils, cassava starch, ZnO*

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan plastik sebagai kemasan pangan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan kemasan yang lain. Plastik tidak mudah sobek dan penggunaannya jauh lebih ringan jika dibandingkan dengan kemasan pangan kertas dan kaleng. Namun demikian banyaknya penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan. Pada umumnya plastik yang konvensional tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan sampah plastik yang berakibat pada pencemaran dan kerusakan lingkungan. Butuh waktu yang lama agar

plastik tersebut bisa terdekomposisi atau terurai sempurna oleh lingkungan. Kelemahan lain adalah bahan pembuat plastik berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis karena tidak dapat diperbaharui (*non renewable*) [1]. Berpijak pada persoalan tersebut, maka penelitian bahan kemasan saat ini lebih diarahkan pada pembuatan plastik berbahan dasar organik yang mudah diperoleh di lingkungan sekitar dan lebih ramah lingkungan.

Bioplastik atau biasa disebut plastik ramah lingkungan adalah plastik yang berasal dari bahan organik dan mudah diuraikan. Dewasa ini perkembangan bioplastik sangat pesat yang ditandai dengan kajian yang intensif yang dilakukan oleh negara-negara maju dalam mengembangkan

potensi bahan baku biopolymer dari berbagai bahan. Sebagai salah satu upaya untuk keluar dari permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan kemasan plastik yang *non degradable* (plastik konvensional).

Potensi sumber daya alam hasil pertanian yang dimiliki Indonesia merupakan potensi yang sangat besar sebagai biopolimer yang menjadi bahan baku kemasan bioplastik. Selulosa, khitin, kotosan, ataupun tepung/pati yang terkandung dalam tumbuh tumbuhan dan hewan merupakan bahan dasar pembuatan bioplastik.

Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan untuk pembuatan bioplastik adalah pati ubi jalar [1], pati lidah buaya [2], limbah biji manga [3], dan ubi kayu [4]. Ubi kayu dapat tumbuh dengan di Indonesia dan memiliki daya adaptasi lingkungan. Nilai produktivitas nasional ubi kayu sebesar 180 kuintal/ha dengan tinggi nilai produksi tahun 2018 sebesar 21 juta ton [5]. Data tersebut menunjukkan bahwa ubi kayu memiliki nilai tinggi untuk pengembangan lebih lanjut, oleh karena itu pengembangan bioplastik dari ubi kayu di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar.

Ubi kayu dikelompokkan sebagai hasil pertanian sekunder, karena makanan pokok masyarakat Indonesia masih menggunakan beras. Namun demikian produksi ubi kayu tergolong sangat besar jika dibandingkan dengan komoditi lain seperti jagung dan ubi jalar yang juga berperan sebagai hasil pertanian sekunder.

Pembuatan bioplastik dari ubi kayu telah dilakukan Lazuardi menggunakan kitosan dan gliserol sebagai *plasticizer*. Plastik yang dihasilkan memiliki nilai modulus young sebesar 4,81 N/mm² pada rasio kitosan pati 2:1 dan penambahan 20% gliserol sedangkan pada uji degradasi diperoleh rasio terbaik kitosan-pati 1:3 dengan penambahan gliserol 60%, hingga hari ke-45 plastik terdegradasi sempurna [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Eka Maulinda menggunakan bahan baku berbasis

ubi kayu menggunakan *blending* dengan alat *hotplate*. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dan CMC sebagai perekat menghasilkan bioplastik dengan kondisi optimum kuat tariknya pada waktu reaksi 14 menit dengan variasi gliserol 0,5 ml dan 0,75 ml yakni 0,52% kgf/mm² dan 0,53% kgf/mm². Namun bioplastik yang dihasilkan memiliki waktu simpan yang kurang lama dikarenakan terkontaminasi oleh mikroba [7].

Pembuatan *edible coating* dan aplikasinya sebagai pembungkus buah tomat mendapatkan bahwa *edible coating* dapat meningkatkan karakteristik dan umur simpan buah tomat [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Eldo Sularto Marbun dengan menambahkan ZnO sebagai penguat pada proses pembuatan bioplastik dari pati ubi jalar. Metode yang digunakan oleh Eldo Sularto Marbun ialah *melt intercalation*. Metode tersebut dilakukan dengan mencampurkan pati ubi jalar, gliserol, ZnO sebagai penguat. Penambahan masing-masing konsentrasi (0, 1, 3, 6, 9% wt) pada penguat ZnO mengakibatkan nilai kuat tarik yang dihasilkan semakin meningkat yakni dari 12,812 kgf/cm² menjadi 64,187 kgf/cm² dan 12,812 kgf/cm² menjadi 59,740 kgf/cm², serta nilai penurunan elongasi 43% menjadi 6% dan 43% menjadi 6,667% [9].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian kemampuan pati ubi kayu dengan variasi konsentrasi dari *plasticizer* gliserol dengan penguat ZnO dan penambahan minyak atsiri sebagai anti mikroba.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan ZnO terhadap nilai kuat tarik dan persen elongasi bioplastik yang dihasilkan. Serta menganalisa pengaruh penambahan minyak cengkeh terhadap karakteristik film bioplastik yang dihasilkan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pembuatan plastik ramah lingkungan dengan penambahan *plasticizer*, dan dapat digunakan untuk menambah wawasan

tentang bioplastik sehingga memunculkan kesadaran untuk lebih melestarikan lingkungan. Selain itu penelitian ini juga diharapkan menghasilkan bioplastik yang dapat digunakan sebagai pengganti plastik konvensional yang berkualitas dan bernilai ekonomis.

METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati ubi kayu, gliserol, ZnO, aquades, asam asetat, serta minyak cengkeh yang digunakan sebagai minyak atsiri yang berasal dari daerah Geuredong Pase. Metode pengujian kuat tarik yang digunakan adalah dengan metode ASTM D-638-02.

Prosedur Penelitian

Pati ubi kayu diekstrak secara konvensional dan dijemur hingga kering. Pati ubi kayu ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam beaker glass berisi 100 ml aquades dan 3 tetes asam asetat. Penambahan ZnO sebanyak 25% (dari berat pati) dan penambahan variasi minyak atsiri 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1% (dari berat pati). Campuran dipanaskan hingga mencapai suhu 90 °C kemudian lelehan dituang pada cetakan berukuran 20x20 cm².

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastik sebagai bahan kemasan memiliki keunggulan diantaranya fleksibel (mudah dibentuk), transparan dan tidak mudah pecah/sobek, memiliki bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan kemasan bahan lain, dan sifatnya yang tidak korosif dengan harga yang terjangkau. Sedangkan bioplastik adalah plastik yang terbuat dari bahan-bahan organik, sehingga dapat diurai oleh lingkungan. Pada pembuatan bioplastik itu sendiri digunakan pati dan ZnO sebagai penguat serta penambahan minyak atsiri yang bertujuan

untuk menghambat aktifitas mikroba, sehingga plastik yang dihasilkan tidak mudah berjamur.

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan film bioplastik hasil pengeringan berupa lembaran tipis transparan yang dilakukan analisa sifat mekanik untuk mengetahui nilai kuat tarik (*tensile strength*) dan persen elongasi (*elongation*). Analisa sifat kimia diuji dengan uji FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi dari film bioplastik yang dihasilkan. Serta uji ketahanan air untuk melihat besarnya daya serap air film bioplastik yang dihasilkan dan uji biodegradabilitas untuk melihat ketahanan bioplastik terhadap mikroorganisme dalam tanah.

Pengaruh Penambahan Persentase ZnO Terhadap Kuat Tarik Pada Variasi Minyak Cengkeh

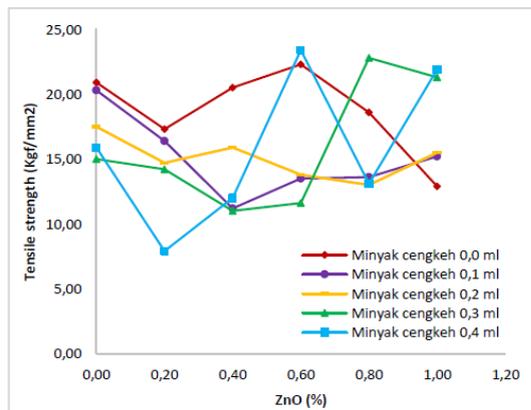
Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun plastik yang digunakan, yaitu ZnO dan pati ubi kayu. Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu plastik ialah afinitas antara tiap komponen penyusunnya. Afinitas adalah suatu kemampuan atom-atom molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan, dengan adanya peningkatan afinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul.

Sifat mekanik bioplastik tersebut meliputi kuat tarik dan persen pemanjangan (*elongasi*). Kuat tarik adalah salah satu uji untuk mengetahui tegangan maksimum suatu bahan. Sedangkan persen elongasi untuk mengetahui pemanjangan film plastik sesudah dan sebelum ditarik.

Uji kuat tarik dilakukan di Laboratorium Fisika Material Universitas Syiah Kuala dengan menggunakan alat ASTM D-638-02. Hasil pengukuran meliputi *tensile strength* dan persen elongasi. Pengaruh komposisi ZnO terhadap kuat tarik ditunjukkan pada Gambar 1.

Berdasar Gambar 1 diperoleh bahwa uji kuat tarik bioplastik pada kondisi

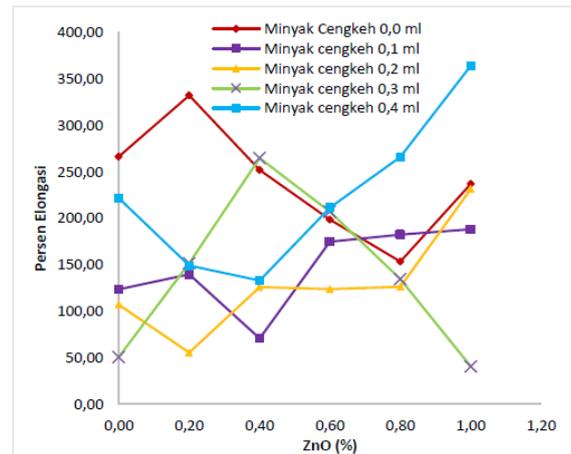
optimum dengan komposisi ZnO 0,6% dan penambahan minyak cengkeh 0,4 ml yaitu sebesar 23,40 kgf/mm². Sedangkan nilai kuat tarik terendah ialah 7,90 kgf/mm² pada penambahan ZnO 0,2% dengan penambahan minyak cengkeh 0,4 ml. Kajian ini sesuai dengan hasil penelitian Diana & Fikri, yang menyimpulkan bahwa penggunaan kitosan mampu meningkatkan kuat tarik dan ketahanan terhadap air bioplastik dari kulit singkong [10].



Gambar 1. Pengaruh penambahan ZnO terhadap kuat tarik

Pengaruh Penambahan konsentrasi ZnO terhadap Elongasi

Elongasi atau persen pemanjangan diperoleh dengan membandingkan besar pemanjangan dengan panjang awal sampel setelah uji tarik. Berdasarkan hasil uji tarik, film plastik yang memiliki persen elongasi yang tertinggi ialah pada penambahan ZnO 1% dan minyak cengkeh 0,4 ml sebesar 346%. Sedangkan elongasi terendah pada film plastik dengan penambahan ZnO 1% dan 0,3 ml minyak cengkeh yaitu 40,4%.



Gambar 2. Pengaruh penambahan ZnO terhadap elongasi

Karakterisasi Gugus Fungsi Bioplastik

Bioplastik dikarakterisasi secara kimia menggunakan FT-IR yang bertujuan untuk menganalisa gugus fungsi sampel. Sampel yang diuji adalah film plastik tanpa tambahan ZnO dan film plastik dengan penambahan ZnO. Spektra FT-IR yang ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

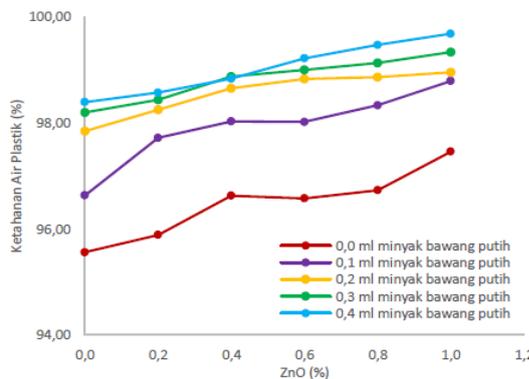
Tabel 1. Puncak vibrasi IR dari penunjukan untuk film bioplastik pati ubi kayu tanpa penambahan ZnO dan film bioplastik dengan penambahan ZnO.

Panjang gelombang (cm ⁻¹)	Gugus fungsi
Film plastik pati ubi kayu	
3700 - 3100	Regangan OH dengan penyerapan air
3200 - 2850	Regangan C-H
2700 - 1850	Regangan ikatan ganda tiga
1950 - 1550	Ikatan ganda dua
1400 - 1300	Regangan ikatan tanpa C
1300 - 1000	Lentur CH didalam bidang
1215 - 690	Lentur CH diluar bidang
Film plastik pati ubi kayu dengan ZnO	
3700 - 3100	Regangan OH
3200 - 2850	Regangan C-H
2700 - 1850	Vibrasi regangan ikatan ganda
1690 - 1600	Ikatan ganda dua
1000 - 1300	Lentur CH didalam bidang

Berdasarkan spektra tersebut terlihat bahwa pola serapan pada daerah bilangan gelombang yang mirip seperti ditunjukkan pada Tabel 1, dimana terdapat gugus C-H, C=C dan OH. Hal ini berarti tidak ditemukannya gugus fungsi baru sehingga film plastik memiliki sifat-sifat seperti komponen penyusunnya yakni pati ubi kayu.

Pengaruh Penambahan ZnO Terhadap Ketahanan Air Bioplastik

Uji ketahanan air dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bioplastik yang dihasilkan terhadap air. Kadar air yang terserap pada bahan sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air rendah. Hal ini dipengaruhi oleh komponen penyusun film plastik, yakni pemlastis gliserol, penguat ZnO, dan minyak cengkeh yang digunakan sebagai antimikroba.



Gambar 3. Pengaruh penambahan ZnO terhadap ketahanan air bioplastic

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa kadar penyerapan air film bioplastik berbanding lurus dengan penambahan ZnO dan volume minyak cengkeh yang ditambahkan. Hal ini dapat dilihat bahwa semakin banyak penguat ZnO yang ditambahkan semakin tinggi ketahanan air plastik tersebut. Demikian juga semakin banyak penambahan minyak cengkeh menyebabkan persen ketahanan air plastik semakin tinggi.

Uji Biodegradasi (Soil burial test)

Biodegradasi merupakan penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalis oleh mikroorganisme di dalam tanah. Penguburan film plastik yang dilakukan bertujuan untuk melihat kemampuan bioplastik yang terdegradasi dalam tanah. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas ialah faktor fisika-kimia ekosistem (suhu, pH, kadar air, potensi redoks, ketersediaan nutrisi, keberadaan inhibitor), faktor mikrobiologi ekosistem (diversitas mikroba, aktivitas mikroba, distribusi spasial mikroorganisme), serta sifat-sifat polimer bahan dan proses pembuatan bahan.

Dari hasil analisis biodegradasi film bioplastik yang diuji dalam tanah yang mengalami peningkatan degradasi seiring bertambahnya waktu dikarenakan bahwa film plastik yang terbentuk mengandung gugus hidroksil (OH⁻) dan gugus karbonil (CO). Gugus tersebut menandakan bahwa bioplastik yang dihasilkan mampu terdegradasi dengan baik di dalam tanah dalam waktu yang tidak terlalu lama. Dari hasil penelitian tersebut, film plastik berbahan dasar pati ubi kayu dengan penguat ZnO dan penambahan minyak cengkeh sebagai minyak atsiri dapat dikatakan plastik yang ramah lingkungan (*biodegradable*).

Pengamatan uji degradasi dengan metode soil burial test yang dilakukan selama 14 hari dengan persentase berat sisa film plastik ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa berat sisa yang dihasilkan pada uji degradasi film plastik tanpa penambahan ZnO (sampel 1) semakin menurun seiring bertambahnya waktu degradasi. Penurunan berat sisa yang terjadi selama 14 hari sekitar 0,021%. Berbeda dengan film plastik dengan tambahan ZnO dan minyak cengkeh hanya terjadi penurunan 0,001% pada hari ke-14. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik dengan penguat akan memiliki umur simpan

yang relatif lebih lama dikarenakan memiliki waktu degradasi lebih lama.

Tabel 2. Data pengamatan persen berat sisa uji biodegradasi

Waktu (hari)	Berat sisa (%)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
0	100,000	100,000	100,000	100,000
6	99,989	99,998	100,000	100,000
8	99,986	99,997	100,000	100,000
10	99,985	99,995	100,000	100,000
14	99,979	99,990	99,999	99,999

Keterangan tabel :

- Sampel 1 : tanpa ZnO (pati + aquades + gliserol)
- Sampel 2 : dengan ZnO (pati + aquades + gliserol + ZnO)
- Sampel 3 : dengan minyak (pati + aquades + gliserol + minyak cengkeh)
- Sampel 4 : dengan minyak cengkeh dan ZnO

Pengaruh waktu menunjukkan penurunan linier fraksi residu terhadap waktu degradasi. Hasil analisa menyatakan bahwa plastik dengan penambahan minyak cengkeh (sampel 3) dan penambahan ZnO dan minyak cengkeh (sampel 4) memiliki penurunan fraksi residu yang sama

Penambahan partikel ZnO yang terdispersi kedalam matriks polimer, partikel tersebut bertindak sebagai penghalang laju difusi air kedalam polimer. Partikel ZnO akan bertindak sebagai agen penyerang mikroorganisme sehingga dengan penambahan ZnO yang lebih besar akan memberikan potensi frekuensi penyerangan terhadap mikroorganisme pengurai menjadi lebih tinggi. Hal ini menjadi sebuah harapan bahwa ZnO dapat menjadi partikel yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Sehingga biodegradabilitas bioplastik memiliki kecenderungan yang lebih rendah [11].

Minyak atsiri yang ditambahkan sebagai campuran matriks bioplastik meningkatkan potensi penyerangan terhadap mikroorganisme pengurai mengingat minyak atsiri memang sangat baik dalam penggunaan antimikroba, antibakteri.

Senyawa eugenol dalam minyak cengkeh bersifat sebagai antimikroba sekaligus antioksidan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen penyebab kerusakan pangan seperti *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus*. Senyawa eugenol menjadi penghalang terhadap perpindahan massa (kelembaban, oksigen, cahaya, karbondioksida, zat terlarut) dan pembawa zat aktif (antioksidan, antimikroba, vitamin, colorant, dan flavoring agent) serta meningkatkan pananganan produk pangan [12].

KESIMPULAN

Penambahan ZnO pada kondisi optimum bioplastik diperoleh pada komposisi penambahan ZnO 0,8% dan 0,3 ml minyak atsiri dengan nilai kuat tarik sebesar 23,40 kgf/mm² serta persen elongasi tertinggi diperoleh pada kondisi optimum dengan komposisi ZnO 1% dan minyak cengkeh 0,4 ml sebesar 346,00%. Semakin banyak minyak cengkeh yang ditambahkan menyebabkan daya serap air film plastik semakin rendah sehingga ketahanan plastik terhadap air semakin tinggi. Uji degradasi menunjukkan bahwa adanya penambahan minyak cengkeh pada film plastik mampu meningkatkan ketahanan plastik terhadap mikroorganisme. Spektra IR menunjukkan tidak adanya gugus fungsional baru. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan bersifat ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maryanti E., et al., 2016. *Pembuatan Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L.), Gliserin dan Penambahan Nanopartikel ZnO Dengan Menggunakan Metode Melt-Intercalation*. GRADIEN, Vol. 12, No. 2, pp. 1175-1180.
- [2] Apriyani M. and E. Sedyadi, 2015. *Sintesis dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Onggok*

- Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera) Dengan Plasticizer Gliserol*. *Jurnal Sains Dasar*, Vol. 4, No. 2, pp. 145-152.
- [3] Septiosari A., L. Latifah, and E. Kusumastuti, 2014. *Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga Dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, Vol. 3, No. 2,
- [4] Nurdini L., et al., 2018. *Pengaruh Penambahan Pati Ubi Kayu Dalam Pembuatan Bioplastik Dari Pati Sukun*. in Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan. p. 8.
- [5] Indonesia S., 2018. *Badan Pusat Statistik*. BPS-Statistics Indonesia,
- [6] Lazuardi G.P. and S.E. Cahyaningrum, *Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol*.
- [7] Maulinda, Eka, 2015. *Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati Ubi Kayu dengan Penambahan Plasticizer dan CMC*. Tugas Akhir Mahasiswi Program Studi Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. Lhokseumawe.
- [8] Sami, M. (2016). *Pembuatan Edible Coating dari Tepung Tapioka dan Aplikasinya pada Buah Tomat*. *Jurnal Teknologi*, Vol. 16, No. 1, pp. 27-32.
- [9] Marbun, E.S., 2012. *Sintesis Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Seluosa*. Skripsi Fakultas Teknik. Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia, Depok.
- [10] Diana, S., & Fikri, R. (2014). *Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong Dengan Penambahan Kitosan*. *Jurnal Teknologi*, Vol 14, No. 2, pp. 53-57.
- [11] Hayati, N., & Lazulva, L. *Preparing of Cornstarch (Zea mays) Bioplastic Using ZnO Metal*. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, Vol. 1, No. 1, pp. 23-30.
- [12] Towaha, J. (2012). *Manfaat Eugenol Cengkeh Dalam Berbagai Industri Di Indonesia*. *Perspektif*, Vol. 11, No. 2, pp. 79-90.