

Optimalisasi Pemanfaatan Nasi Aking Menjadi Plastik Biodegradable untuk Mengembangkan Budaya Eco Green pada Masyarakat di Kelurahan Mojolangu Kota Malang

Harimbi S., Satria Y., M. Zamroni B.F.A, Dwi Ana A, Muyassaroh

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail : anggoro_dwiana@yahoo.com

Abstrak

Pada umumnya masyarakat kelas menengah ke atas di Indonesia hampir tidak pernah menghabiskan jika mengkonsumsi nasi yang dihidangkan pada setiap kali makan. Jika saat ini jumlah penduduk Indonesia dari kalangan menengah ke atas di Indonesia berjumlah 140 juta jiwa, dan bisa diasumsikan bahwa setiap kali makan dalam tiap harinya menghasilkan limbah nasi sebanyak 420 juta butir nasi. Nasi aking dapat didefinisikan sebagai istilah yang umum digunakan untuk menyebut makanan yang berasal dari nasi sisa yang tidak termakan. Umumnya nasi aking memiliki tampilan fisik berwarna agak kecoklatan, struktur kering, dan ditumbuhi jamur serta memiliki bau yang kurang sedap. Ternyata kandungan dalam nasi yang sudah menjadi basi (aking) masih terdapat 83,14 % karbohidrat, 29,70% amilosa dan Protein 3,36 % . Dengan kandungan karbohidrat pada nasi aking maka berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan Plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* ini berbahan dasar pati, pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Tujuan dari kegiatan ini antara lain mengaplikasikan teknik pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah nasi aking yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. *Biodegradable* plastik adalah plastik yang mudah terurai di alam dengan adanya bantuan dari mikroorganisme. Saat ini perkembangan teknologi kemasan plastik *biodegradable* merupakan alternatif untuk mengatasi permasalahan dari penggunaan plastik non *degradable*. Plastik *biodegradable* hasil uji coba tim abdimas menghasilkan plastik yang dapat terdegradasi 100% dalam waktu 14 hari, dengan sifat plastik mempunyai nilai kuat tarik sebesar 6,9 N, dan elongasi 19,85 %,

Kata kunci : *Biodegradable*, Limbah Nasi Aking, *Eco Green*

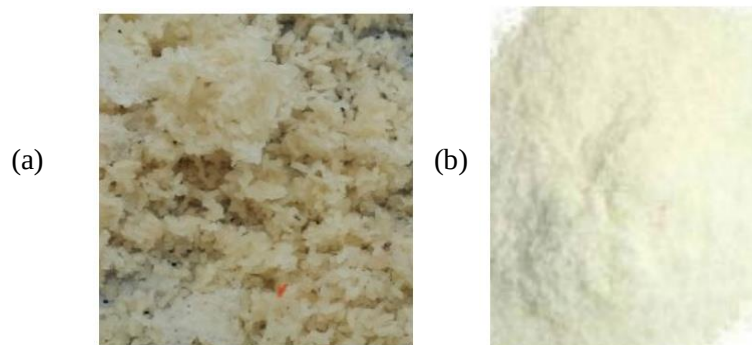
Pendahuluan

Kota besar identik dengan lingkungan yang sesak, jauh dan jarang dari kesan hijau dan asri. Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan efek baik pada lingkungan maupun kesehatan. Terutama sampah plastik, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) di Indonesia menunjukkan bahwa sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun. Sebanyak 3,2 juta ton di antaranya merupakan sampah plastik yang dibuang kelaut. Sampah Plastik yang terdiri dari kemasan air mineral, kemasan minuman kekinian, tas belanja di supermarket, hingga kemasan makan seperti styrofoam yang sampai sekarang masih banyak digunakan. Dan sampah plastik yang bersifat anorganik ini sulit diurai bahkan membutuhkan waktu bertahun-tahun lamanya. Plastik yang kita gunakan karena alasan kepraktisan berubah menjadi polutan yang membahayakan lingkungan. Dilema dengan keberadaan limbah plastik, bahwa kebutuhan masyarakat akan kemasan plastik membuat plastik menjadi salah satu alat yang banyak dicari-cari oleh masyarakat baik dari kalangan bawah sampai kalangan atas. Sifat plastik yang ringan, mudah dibentuk serta harganya yang terjangkau, semakin menguatkan perannya dalam menunjang kegiatan masyarakat sehari-hari. Namun, kebanyakan kemasan plastik yang digunakan masyarakat bersifat *non-degradable* sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan karena banyaknya tumpukan sampah yang tidak terdegradasi .[1]

Saat ini penggunaan plastik ramah lingkungan semakin banyak digunakan. Plastik ini berbahan dari pati yang terdapat pada *biomassa*. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik pada umumnya dan dapat diuraikan oleh *mikroorganisme* dalam waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan plastik dari polimer sintetis. Plastik *biodegradable* ini berbahan dasar pati, pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1:3 (besarnya perbandingan amilosa dan amilopektin ini berbeda-beda tergantung jenis patinya). Memanfaatkan limbah organik untuk membuat plastik *biodegradable*, semakin mendorong *inovasi* terbaru dalam pembuatannya .[1]

Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan bahan baku nasi aking sudah mulai dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, menurut penelitian [2] dengan analisis plastik *biodegradable* berbahan dasar nasi aking menggunakan variabel tetap yaitu massa kitosan dan massa filler sedangkan variasi bebas adalah massa pati, didapatkan hasil semakin banyak komposisi massa yang ditambahkan dengan konsentrasi yang sama maka kuat tarik dan biodegradasi mempunyai perubahan yang tinggi. Kemudian ada penelitian [1] dengan pembuatan plastik *biodegradable* dari tepung nasi aking menggunakan variabel tetap yaitu tepung nasi aking, waktu pemanasan, dan suhu pemanasan sedangkan variabel bebas yaitu volume gliserol dan volume kitosan didapatkan hasil semakin tinggi volume yang digunakan % elongasi semakin bertambah.

Berdasarkan kandungan yang tersisa pada nasi aking dimana nilai karbohidrat masih sangat tinggi, sangat memungkinkan untuk membuat plastik *Biodegradable* menggunakan bahan baku dari nasi aking. Nasi aking adalah makanan yang berasal dari sisa-sisa nasi yang tak termakan yang dibersihkan dan dikeringkan di terik matahari. Nasi aking biasanya dijual sebagai makanan unggas. Tetapi belakangan masyarakat pun mulai mengonsumsi nasi aking. Nasi aking bukanlah makanan yang layak dikonsumsi manusia; berwarna coklat dan dipenuhi jamur.



Gambar1. (a) Nasi aking dan (b) Tepung nasi aking

Plastik *biodegradable* dapat digunakan layaknya plastik konvensional biasa namun akan hancur oleh aktivitas *mikroorganisme* dan menghasilkan air dan senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan ketika dibuang ke lingkungan [2]. Plastik *biodegradable* adalah polimer plastik yang tersusun atas monomer organik yang terdapat pada pati, selulosa, protein dan *mikroorganisme*.

Secara umum kemasan plastik *biodegradable* diartikan sebagai pembungkus kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik *biodegradable* adalah suatu bahan yang dalam kondisi tertentu, waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya oleh pengaruh *mikroorganisme* seperti bakteri, jamur dan algae.



Gambar 2. Contoh kantung plastik *biodegradable* (brand ternama sudah menggunakan plastik *Biodegradable*)

Selain itu produk plastik *biodegradable* yang dihasilkan berupasenyawawa organik danaldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan [3]. Dan plastik ini dapat digunakan seperti layaknya plastik pada umumnya dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme dalam waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan plastik dari polimer sintetis [1].

Secara umum karakteristik dari plastik *biodegradable* terdiri dari (1) kuat tarik (*Tensile Strength*) yaitu Merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus, (2) Persen Pemanjangan (% Elongasi) yaitu didefinisikan sebagai prosentase perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus, (3) Proses Degradasi (kemampuan bioplastik dapat terurai) dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam *Effective Microorganism 4* (EM4). Bakteri EM4 yang digunakan adalah bakteri yang digunakan untuk fermentasi bahan organik tanah. EM4 mengandung bakteri fermentasi, dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, *actinomycetes* bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi. Lamanya kemampuan bioplastik terdegradasi yang diperoleh dari hasil pengamatan sampai seluruh bagian *bioplastik* terurai berkisar antara 7 hari sampai dengan 15 hari [4]. Dan berikut adalah standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Plastik *Biodegradable*.

Tabel 1. Standar Mutu Nasional Plastik *Biodegradable*

Karakteristik	Standar Mutu Plastik <i>Biodegradable</i>
Kuat Tarik	1 – 10 Mpa
Elongasi	10 – 20 %
Biodegradasi	100 % dalam 60 hari

Pada pembuatan Plastik *Biodegradable* dibutuhkan *Plasticizer* untuk memperoleh sifat bioplastik yang khusus. Proses pembuatan plastik *Biodegradable* diawali dengan pengambilan pati dari bahan baku yang akan digunakan, kemudian ditambahkan *Plasticizer* dan juga *Filler* untuk meningkatkan karakteristik dari plastik *Biodegradable*. Dalam pembuatan plastik *Biodegradable* terdapat proses Gelatinasi dimana gelatinasi adalah perubahan yang terjadi pada granula pada waktu mengalami kenaikan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke bentuk semula [5].

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan plastik *Biodegradable*

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan plastik *Biodegradable* yaitu :

- Massa Pati
Semakin besar konsentrasi pati yang digunakan maka jumlah polimer penyusun matrik plastik semakin besar sehingga dihasilkan plastik yang tebal dan luas.
- Massa *Plasticizer*
Penggunaan *Plasticizer* akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan fisik plastik yang terbentuk karena akan mengurangi sifat intermolekul dan menurunkan ikatan hidrogen internal.
- Massa *Filler* (Bahan Pengisi)

Penggunaan *Filler* untuk meningkatkan kekuatan bioplastik. Semakin tinggi konsentrasi dari variasi *Filler*, maka akan meningkatkan nilai kuat tarik dari film plastik biodegradable, sebaliknya nilai elongasi akan semakin menurun [5].

d. Temperatur

Perlakuan panas diperlukan untuk membuat plastik tergelatinasi, sehingga terbentuk pasta pasti yang merupakan bentuk awal dari plastik. Menurut Selpiana proses gelatinasi terbaik pada suhu 58-70 °C.

Metode Kerja

Pembuatan plastik *biodegradable* ini dilakukan oleh Tim Abdimas dengan peserta adalah warga di kelurahan Mojolangu kota Malang yang terutama adalah ibu-ibu. Praktek ini dilaksanakan bertepatan dengan pertemuan anggota PKK yang dijadwalkan sebulan sekali. Sasaran pertama dari peserta ini adalah ibu-ibu mengingat bahwa para ibu adalah yang mengelola dapur rumah tangga. Sementara nasi aking merupakan hasil limbah dari olahan dapur yang belum dimanfaatkan oleh sebagian maupun kalangan ibu-ibu. Para ibu menunjukkan antusiasme pada saat praktek pembuatan plastik *biodegradable* dengan berpedoman pada beberapa hal berikut ini:

1. Bahan-bahan yang digunakan adalah Nasi Aking, Sorbitol, Kitosan, Aquadest, Ekstrak jeruk nipis, Asam Asetat.
2. Alat-alat yang digunakan antara lain blender, ayakan, cetakan atau loyang, Gelas Ukur, Timbangan, wadah untuk pemanasan dilengkapi dengan pengaduk, Oven, alat Pengukur Suhu (Termometer), kompor gas.
3. Prosedur berikut ini merupakan tahapan pembuatan plastik *biodegradable* berdasarkan percobaan yang telah dilakukan di Laboratorium. Percobaan yang dilakukan masih menggunakan skala laboratorium.

Prosedur Pembuatan Plastik Biodegradable :

1. Pengambilan Ekstrak jeruk nipis
1 kg jeruk nipis segar yang sudah dicuci, dipotong dan diperas.
2. Pre Treatment nasi aking
Nasi aking dikeringkan dengan dijemur di sinar matahari, untuk benar benar memastikan kadar air hilang. Selanjutnya nasi aking dihaluskan dengan menggiling sehingga menjadi tepung agar bisa larut dalam air.
3. Proses Pembuatan plastik *Biodegradable* dari nasi aking
5 gram tepung nasi aking dilarutkan dengan 50 ml aquadest dengan pengadukan pada temperatur 60 °C selama 10 menit. 4 gram kitosan dilarutkan dengan 50 ml aquadest dengan pengadukan pada temperatur 60 °C. Setelah semua larutan larut, larutan nasi aking dicampurkan ke larutan kitosan dengan pengadukan selama 15 menit. Ditambahkan dengan sorbitol 10 ml dan larutan jeruk nipis sebanyak 20% v/v setelah itu dilakukan pengadukan dengan temperatur 60 °C. Cetakan dibersihkan dengan alkohol 96 % dan selanjutnya menuangkan larutan plastik *biodegradable* ke cetakan. Dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 60 °C selama 20 jam. Mengeluarkan cetakan dari oven dan didinginkan pada temperatur kamar Plastik *biodegradable* siap dianalisis. Setelah itu dilakukan Uji Antimikroba, Uji Tarik, Uji Elongasi, Uji Biodegradasi

Hasil dan Pembahasan

Hasil pelatihan ini menunjukkan bahwa nasi aking bisa ditransformasi menjadi produk berupa plastik *biodegradable*. Pemanfaatan nasi aking menjadi plastik *biodegradable* ini sekaligus mendukung upaya pemerintah Kota Malang untuk mewujudkan program *eco green* yaitu “mengembangkan potensi daerah yang berwawasan lingkungan, adil dan ekonomis”. Secara administratif, Kelurahan Mojolangu masuk dalam wilayah Kecamatan Lowokwaru kota Malang. Dalam menjalankan tugas pemerintahan di wilayahnya, Kelurahan Mojolangu memiliki mitra kerja. Mulai dari bidang pendidikan, kesehatan masyarakat, ekonomi masyarakat, keamanan dan ketertiban, partisipasi masyarakat, pemerintahan, lembaga masyarakat, hingga pemberdayaan kesejahteraan keluarga. Selain itu, ada organisasi sosial kemasyarakatan seperti karang taruna dll. Dengan memiliki mitra kerja dan beragam organisasi sosial

maka program *Eco Green* secara bertahap mudah dilaksanakan. *Mindset* mengenai Lingkungan perkotaan yang jorok dan kumuh harus segera dirubah. Wacana mengenai *Eco green* pada lingkungan perkotaan bisa diartikan dengan perumahan yang ramah lingkungan. Dimana program *eco green* itu sendiri adalah sebuah gerakan yang berkelanjutan yang mencita citakan perancangan dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan material yang ramah lingkungan serta penggunaan energi dari sumber daya yang efektif dan efisien. Dan pengenalan akan plastik biodegradable merupakan Inisiasi dari program *eco green*. Oleh karena itu karakter dan perilaku masyarakat perlu dirubah agar upaya *eco green* sukses dilakukan. Perubahan itu harus dilakukan dengan upaya cerdas untuk membuat barang-barang yang tidak berguna (limbah) menjadi barang atau produk yang bermanfaat, yaitu dengan memanfaatkan limbah nasi aking sehingga dapat termanfaatkan menjadi produk yang bernilai ekonomis berupa plastik *biodegradable*. Pembuatan Plastik *Biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan. Dengan berpedoman pada prosedur kerjadengan alat dan bahan yang sudah diuraikan pada Metode Kerja maka perlu dilakukan analisa dan kesesuaian terhadap Standar baku dari Plastik *Biodegradable* sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Maka hasil pengujian dari kualitas plastik *biodegradable* yang sudah dibuat terhadap Uji Kuat Tarik, Uji elongasi, Uji Biodegradasi dan Uji Coba Aktivitas Mikroba adalah sebagai berikut :

Kuat tarik (*tensile strength*) adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh plastik selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan plastik. Menurut Pujiastutik bahwa Penambahan plastisizer akan meningkatkan mobilitas molekul rantai polimer yang ditunjukkan dengan bioplastik semakin elastis [6]. Berdasarkan teori Apriyani [7] yang menyatakan semakin banyak massa pati yang digunakan, maka kuat tariknya dan daya elongasinya akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan meningkatnya kadar amilosa dalam larutan sehingga meningkatkan jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk, plastik semakin homogen dan strukturnya semakin rapat membuat ikatan sukar untuk diputus dan berdasarkan teori yang dilakukan Fahrudin dan Indah [8] dengan penambahan senyawa limonen yang terdapat pada ekstrak jeruk maka plastik lebih kuat, elastisitas lebih panjang dan semakin kuat daya tariknya. Tetapi tidak boleh terlalu banyak penambahan ekstrak jeruk karena akan mengakibatkan sampel menjadi lebih lembek dan higroskop, dan kurang bersifat elastis.

Biodegradasi merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme [9].

Bahwasanya plastik yang telah dibuat sudah melalui ujicoba yakni uji *Biodegradasi* dan Uji Mikroba. Dari Uji *Biodegradasi* yang telah dilakukan di laboratorium bahwasanya plastik tersebut dapat terurai dengan rentang waktu 14-21 hari. Jika dibandingkan dengan SNI tentang syarat plastik *biodegradable*, parameter *biodegradasi* yang dihasilkan antara 30 hari – 14 hari, maka plastik tersebut sudah memenuhi standar SNI dari kriteria uji *biodegradable*.

Berdasarkan teori oleh Jannah [10] disimpulkan bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk lebih cepat terdegradasi, karena senyawa ekstrak jeruk mampu lebih kuat mengikat hidrogen pada bakteri pembentuk nata yang mempunyai ikatan rangkap pada hidrokarbonnya dan menghasilkan berat molekul rendah karena proses oksidasi yang terjadi didalam tanah hal ini juga diperkuat oleh teori Huda dan Firdaus [11] bahwa semakin banyak penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk semakin cepat plastik terdegradasi didalam tanah karena polimer yang dihasilkan dengan berat molekul yang rendah melalui proses oksidasi molekul sehingga plastik cepat terdegradasi. plastik *biodegradable* didegradasi oleh bakteri dengan cara memutus rantai polimer menjadi beberapa monomer. Senyawa-senyawa hasil *biodegradasi* polimer menghasilkan senyawa-senyawa organik yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Sebagai pembanding hasil degradasi plastik *biodegradable* dengan bahan nanokomposit PE /tapioka, hasil uji *biodegradabilitas* dengan metode soil burial test menunjukkan bahwa bahan nanokomposit PE/tapioka mengalami *degradasi* paling tinggi dibanding polimer nanokomposit lainnya [12]. Dapat disimpulkan bahwa bahan *biodegradable* yang terbuat dari pati sangat mudah terdegradasi.

Sedangkan dari hasil ujicoba aktivitas mikroba, bahwa hasil plastik *biodegradable* telah memenuhi syarat sesuai Standart Nasional Indonesia (SNI) 7388-2009 mengenai cemaran mikroba pada sampel Buah segar. Sampel buah apel yang dibungkus dengan plastik *biodegradable* nasi aking sesuai dengan SNI karena tidak ada cemaran mikroba sesuai standar nasional indonesia. Peningkatan konsentrasi perasan jeruk akan menghasilkan aktivitas antimikroba yang semakin besar. Perasan jeruk

mengandung senyawa fenol yang diduga berperan besar dalam aktivitas antimikroba edible film karena senyawa fenol mempunyai mekanisme penangkapan radikal bebas melalui reaksinya dengan gugus – OH.

Kesimpulan

Dari hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan Tim Abdimas memberikan kesimpulan bahwa dengan memperkenalkan teknologi tepat guna pembuatan Plastik *biodegradable* mengajarkan pada masyarakat akan kepekaan, kepedulian dan peran aktif masyarakat dalam pengembangan atribut kota hijau.

Saran

Bagi masyarakat perkotaan yang mengacu pada program pemerintah untuk mewujudkan wawasan yang ramah lingkungan maka disarankan untuk lebih aktif, inovatif dan kreatif dalam memproduksi produk yang ramah lingkungan dalam hal ini adalah produksi plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan. Disamping itu mengingat bahan baku plastik ramah lingkungan adalah Nasi aking yang merupakan limbah rumah tangga.

Daftar Pustaka

- [1] Selpiana, F., Riansya, J., dan Yordan, K. 2015. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tepung Nasi Aking. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*. 130-138.
- [2] Martina, S. P, Masturi, Yulianti, I. 2016. Analisis Plastik Biodegradable berbahan dasar Nasi Aking. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika STKIP Singkawang*, 1(1), 9-12.
- [3] Fachry, A.R., Sartika, A. 2012. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, 18(3), 1-9.
- [4] Utomo, A. W., Argo, B. D., & Hermanto, M. B. 2013. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 73-79.
- [5] Coniwanti, P., Laila, L., Alfira, M. R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol”, *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, 20(4), 22-30.
- [6] Pudjiastuti, W., Listyarini, A., & Sudirman. 2012. Polimer Nanokomposit Sebagai Master Batch Polimer Biodegradable Sebagai Kemasan dan Makanan. *Jurnal Riset Industri*, 6(1), 51-60.
- [7] Apriyani, M., dan Sedyadi, E. 2015. Sintesis Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Pati Onggong singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera) dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal Sains Dasar*, 4(2), 145-152.
- [8] Fahrudin, Sonai & Indah. 2010, Optimasi Plastik Biodegradable Berbasis Ubi Kayu Dengan Aditif Senyawa Limonen Dari Kulit Jeruk Untuk Meningkatkan Elastisitas. Program Kreativitas Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
- [9] Haryati, S., Rini, A. S., & Safitri, Y. 2017. Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol Dan Bahan Pengisi CaCO₃. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 1-8.
- [10] Jannah, M., Ratnawulan, & Gusnedi. 2014. Analisa Penambahan Gula Jagung Terhadap Karakteristik dan Degradasi Plastik Biodegradasi Air Pati Ubi Kayu. *Jurnal Berkala Ilmiah Fisika*, 1, 81-88.
- [11] Huda, T. dan F. Firdaus. 2007. Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *Jurnal Penelitian dan Sains Logika*, 4(2), 3-10.
- [12] Sinaga, R. F. 2014. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Umbi Talas. *Jurnal teknik kimia USU*, 3(2), 19-24.