



Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*)

Prima Astuti Handayani¹ dan Hesmita Wijayanti²✉

DOI 10.15294/jbat.v4i1.3770

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:

Diterima April 2015

Disetujui Mei 2015

Dipublikasikan Juni 2015

Keywords:

biodegradable plastic film, durian seed, degradation, tensile strength, elongasi, and FTIR.

Abstrak

Pembuatan film plastik *biodegradable* dilakukan melalui proses pencampuran menggunakan pelarut aquades dengan komposisi 10 g tepung biji durian, 50 mL larutan kitosan 2% , dan gliserol 25% dari berat pati. Variasi suhu pencampuran yaitu 70°C, 80°C, dan 90°C. Film plastik *biodegradable* yang dihasilkan dilakukan karakterisasi FTIR, biodegradasi, kuat tarik dan elongasi. Hasil penelitian menunjukkan variasi suhu proses pengadukan mempengaruhi kemampuan kuat tarik dan elongasi. Film plastik *biodegradable* terbaik dihasilkan pada suhu pengadukan 80°C dengan nilai kuat tarik sebesar 1187,732 N/m² dan % elongasi sebesar 7,547%. Film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian mampu terdegradasi selama 15 hari, sedangkan variasi suhu proses pengadukan tidak mempengaruhi kemampuan biodegradasi. Gugus fungsi yang terdapat dalam film plastik *biodegradable* diantaranya C-H, O-H, N-H, C-O, C=C, C=O, dan C=C. Adanya gugus fungsi amida dan ester dalam analisis FTIR menunjukkan film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian ini dapat terdegradasi dan dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.

Abstract

The manufacture of the biodegradable plastic film was done through the mixing process using an aquades solvent with 10 g of durian seed flour, 50 mL of 2% chitosan solution, and 25% of glycerol from the weight of starch. The variation of the mixing temperature are 70°C, 80°C, and 90°C. The biodegradable plastic film was characterized by FTIR, its biodegradation, tensile strength, and elongation. The results were showed that the variations of temperature mixing proses affecting the ability of tensile strength and elongation. The best biodegradable plastic film was produced from the mixing process at 80°C and the value of tensile strength at 1187,732 N/m² and percentage of elongation at 7,547%. The biodegradable plastic from the waste of durian seed was able to be degraded up to 15 days, after while the variation of mixing process temperature was not affect to the ability of the biodegradation. The functional groups that is contained in the biodegradable plastic film are including C-H, O-H, N-H, C-O, C=C, C=O, and C=C. The existence of amida and ester functional groups in the FTIR analysis showed that the biodegradable plastic film from this waste of durian seed can be degraded and can be regarded as an environmentally friendly plastic.

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan untuk berbagai hal, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, dan berbagai sektor lainnya. Hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil (Nurminah, 2002). Kebutuhan akan plastik tersebut sangat besar sehingga memicu permasalahan lingkungan di dunia terutama di Indonesia yaitu sampah plastik. Sampah plastik yang berasal dari bahan baku minyak bumi merupakan sampah yang sulit terurai oleh mikroba di dalam tanah. Di Indonesia, menurut data statistik persampahan domestik Indonesia, jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua sebesar 5.4 juta ton per tahun atau 14 persen dari total produksi sampah. Berbagai upaya dan inovasi untuk mengurangi dampak sampah plastik telah dilakukan. Salah satu diantaranya dewasa ini telah dikembangkan plastik ramah lingkungan yang berasal dari bahan alam seperti pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan. Plastik tersebut mudah diuraikan oleh mikroba pengurai, yang disebut dengan plastik *biodegradable*.

Bahan utama pembuatan bioplastik adalah pati. Pati digunakan karena merupakan bahan yang mudah didegradasi oleh alam (Darni & Utami, 2010). Penelitian Huda & Firdaus (2007), telah mengembangkan pembuatan bioplastik menggunakan bahan-bahan alam yang mengandung pati diantaranya adalah singkong dan ubi jalar. Penggunaan pati dari singkong ataupun ubi jalar tersebut kurang efektif walaupun kandungan pati keduanya tinggi dan dapat menghasilkan plastik dengan kualitas yang diharapkan, hal ini dikarenakan bahan-bahan alam tersebut masih digunakan masyarakat sebagai bahan pangan. Berdasarkan penelitian Megawati (2014), pektin dari buah naga (*Dragon Fruit*) dapat digunakan sebagai *edible film*. Dalam penelitian Septiosari (2014) telah mengganti bahan dasar yang digunakan sebagai sumber pati untuk pembuatan bioplastik adalah limbah biji mangga. Selain limbah biji mangga, limbah biji durian juga berpotensi sebagai sumber pati. Limbah biji durian yang ketersediaannya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal memiliki kandungan karbohidrat terutama patinya yang cukup tinggi sekitar 43,6 % dibanding dengan ubi jalar 27,9 % atau singkong 34,7 % (Sitomurang, 2009). Pe-

manfaat limbah biji durian dalam pembuatan film plastik *biodegradable* dengan penambahan kitosan dan gliserol sebagai bahan *plasticizer* diharapkan mampu memberikan inovasi plastik ramah lingkungan yang mudah terurai oleh mikroba di dalam tanah dan memiliki sifat fisik-mekanik yang baik.

METODE

Pembuatan film plastik *biodegradable* meliputi beberapa tahap yaitu pembuatan tepung biji durian, pembuatan larutan kitosan 2%, dan pembuatan film plastik *biodegradable*. Alat yang digunakan untuk pembuatan film plastik adalah pemanas dan stirrer. Bahan yang dibutuhkan meliputi tepung biji durian, kitosan, asam asetat, dan gliserol. Film plastik yang telah dihasilkan kemudian dilakukan karakteristik FTIR, *biodegradasi*, kuat tarik dan *elongasi*.

Film plastik dihasilkan melalui proses pencampuran menggunakan pelarut aquades dengan perbandingan tepung biji durian dan pelarut adalah 1:10, larutan kitosan 2% dan pelarut adalah 1:2, dan gliserol 25% dari berat pati. Tepung biji durian terlebih dahulu dilarutkan dalam aquades hingga homogen. Larutan tepung biji durian tersebut selanjutnya ditambahkan larutan kitosan 2% dan gliserol. Proses pencampuran ini dilakukan dengan pemanasan disertai pengadukan pada variasi suhu selama 40 menit. Campuran film plastik kemudian dicetak dan dikondisikan dalam inkubator selama 12 jam pada suhu 45°C dilanjutkan pada suhu ruang selama 2 jam. Film plastik yang telah dihasilkan dilakukan uji FTIR, *biodegradasi*, kuat tarik dan *elongasi*. Analisis FTIR menggunakan alat spektrofotometri infra merah yang bertujuan untuk mengetahui komponen dari polimer yang dihasilkan. Analisis kuat tarik dan *elongasi* dilakukan menggunakan rangkaian alat uji kuat tarik yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari polimer. Analisis *biodegradasi* dilakukan dengan menggunakan bakteri EM4 dan diamati secara visual yang bertujuan untuk mengetahui waktu *degradasi* yang dibutuhkan polimer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Tepung Biji Durian

Proses pembuatan tepung dari biji durian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengupasan, perendaman, pengeringan (*drying*), penumbukan, dan pengayakan (*screening*). Biji durian yang diperoleh dari penjual buah durian di wilayah Gunungpati, Semarang dikupas untuk memisah-

kan kulit arinya dengan inti biji durian. Inti biji durian berwarna putih kekuningan ini dipotong dengan ketebalan 2-3 mm. Pengecilan ukuran pada inti biji durian bertujuan untuk mempercepat saat proses drying. Inti biji durian direndam dalam air kapur terlebih dahulu sebelum dikeringkan. Perendaman air kapur dilakukan selama 1 jam untuk mengeluarkan lendir dalam biji durian. Inti biji durian yang telah direndam, dibersihkan dengan air untuk menghilangkan lendir biji durian dan kapur yang menempel pada biji durian. Inti biji durian yang telah bersih, dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100oC untuk menghilangkan kadar air dalam biji durian. Inti biji durian yang telah kering ditumbuk dengan lumpang alu dan diayak dengan ayakan berukuran 150 mesh sehingga menjadi tepung biji durian. Tepung biji durian yang dihasilkan sebanyak 345,67 gram dari biji durian 800 gram, sehingga diperoleh rendemen tepung biji durian 43,21%.

Pembuatan Film Plastik Biodegradable

Film plastik *biodegradable* dihasilkan dari formula tepung biji durian, larutan kitosan 2% dan gliserol 25% dari berat tepung. Pelarut yang digunakan adalah aquades. Pemilihan pelarut ini karena aman, murah, tersedia dalam jumlah

besar, dan tidak beracun. Penggunaan aquades tanpa bahan pemlastis akan menurunkan sifat mekanis film plastik dan sifat rapuh karena proses rekristalisasi yang terjadi rendah. Penggunaan pemlastis seperti gliserol lebih unggul karena tidak ada gliserol yang menguap dalam proses sehingga memudahkan proses mekanis (Widyasari, 2010). Hal ini disebabkan karena titik didih gliserol yang cukup tinggi yaitu 290°C, sehingga gliserol cukup sesuai digunakan sebagai pemlastis pada pembuatan plastik berbasis pati.

Penelitian ini menggunakan 3 variasi suhu *stirring* yaitu suhu 70°C, 80°C, dan 90°C. Hasil film berupa lembaran berwarna coklat dan transparan. Hasil pengamatan terhadap film plastik *biodegradable* disajikan dalam Tabel 1.

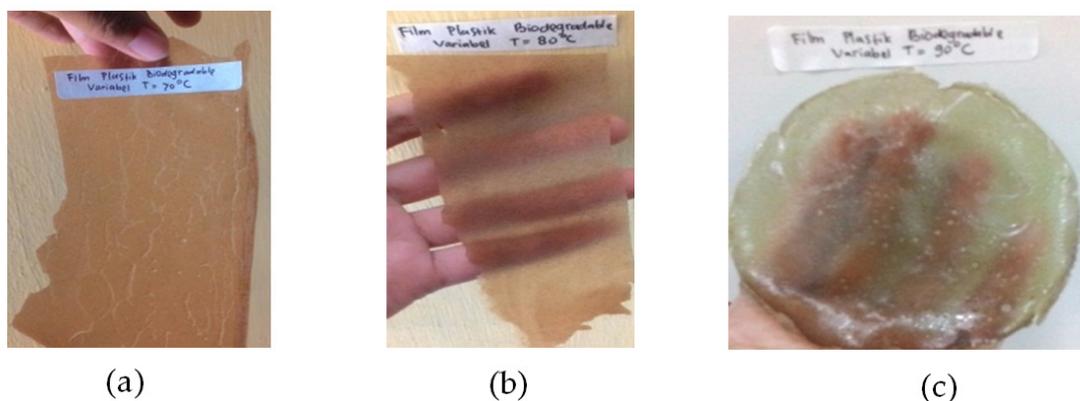
Berdasarkan Table 1, suhu *stirring* mempengaruhi hasil dari film plastik *biodegradable* secara fisik yang meliputi gelembung udara dan keretakan film. Suhu *stirring* ini menentukan tingkat gelatinisasi hingga mampu terplastisasi. Pada pati, gelatinisasi akan mengakibatkan ikatan molekul pembentuk pati akan saling berdekatan akibat ikatan hidrogen yang terjadi pada penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu tertentu (Dani & Mawarani, 2012).

Pada variasi suhu *stirring* 70oC dihasilkan film plastik *biodegradable* yang transpa-

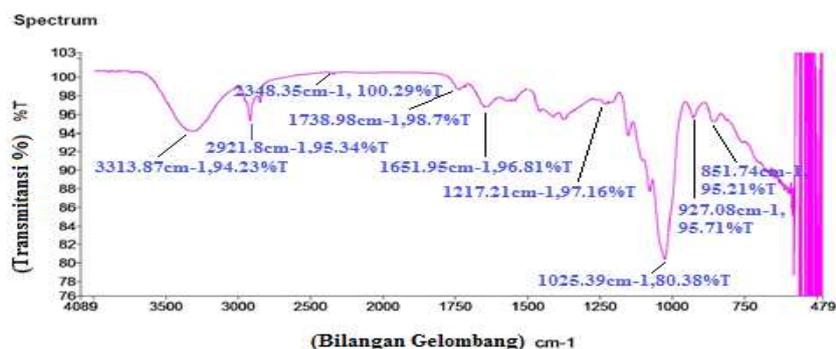
Tabel 1. Hasil Pengamatan Film Plastik *Biodegradable*

Suhu Proses	Bentuk Fisik		
	Warna	Gelembung Udara	Keretakan
70 °C	Coklat	-	+
80 °C	Coklat	+	-
90 °C	Coklat	++	-

Keterangan: (+) = ada
(++) = ada banyak
(-) = tidak ada



Gambar 1. Film Plastik *Biodegradable* dari Limbah Biji Durian (a) T=70oC, (b) T=80oC, (c) T=90oC



Gambar 2. Analisis FTIR Film Plastik *Biodegradable* dari Limbah Biji Durian

ran, berwarna coklat namun cenderung retak dan terbentuk garis-garis pada permukaan film sehingga rentan putus. Keretakan yang terjadi di permukaan film karena pada suhu 70°C tepung biji durian belum tergelatinasi sempurna dan campuran film plastik biodegradable masih encer sehingga mengakibatkan ikatan molekul pembentuk pati belum berikatan dengan ikatan hidrogen. Akibatnya pada proses *drying* film plastik *biodegradable* pecah dan hasil akhir pengeringan menghasilkan film plastik *biodegradable* yang cenderung retak. Pada variasi suhu *stirring* 80°C dihasilkan film plastik *biodegradable* yang transparan, berwarna coklat dan tidak terdapat retakan pada permukaan film. Namun terdapat gelembung udara dalam jumlah yang relatif sedikit. Pada suhu 80°C tepung biji durian sudah tergelatinasi dengan ditandainya campuran film plastik *biodegradable* yang mengental. Pada variasi suhu *stirring* 90°C dihasilkan film plastik *biodegradable* yang transparan, berwarna coklat, namun terdapat gelembung udara yang relatif banyak. Gelembung udara diakibatkan pada suhu tersebut pelarut mulai mencapai titik didihnya.

Karakteristik FTIR

Karakteristik FTIR pada film plastik biodegradable dari limbah biji durian berdasarkan gambar 2 dihasilkan beberapa puncak bilangan gelombang disetiap rentang wilayahnya. Pada rentang wilayah I terdapat puncak dengan bilangan gelombang 3313,87cm⁻¹ dan 2921,8cm⁻¹. Puncak tersebut sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan C-H (tipe senyawa alkana), O-H (tipe senyawa fenol, alkohol ikatan hidrogen) dan N-H (tipe senyawa amina, amida). Pada rentang wilayah II terdapat puncak dengan bilangan gelombang 2348,35cm⁻¹. Puncak tersebut sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan rangkap tiga C≡C (tipe senyawa alkuna). Pada rentang wilayah III terdapat puncak dengan bilangan gelombang 1738,98cm⁻¹ dan

1651,95cm⁻¹. Puncak tersebut sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan C=O (tipe senyawa aldehid, keton, asam karboksilat, ester) dan C=C (tipe senyawa alkena). Pada rentang wilayah IV terdapat banyak puncak dengan bilangan gelombang dari 1456,91cm⁻¹ hingga 579,03cm⁻¹. Puncak tersebut sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan C-H (tipe senyawa alkana), C-O (tipe senyawa alkohol, asam karboksilat, ester) dan C-N (tipe senyawa amina, amida).

Bahan film plastik biodegradable dengan kandungan tepung biji durian dan kitosan dengan gliserol sebagai bahan pemlastis memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya diantaranya C-H, O-H, N-H, C-O, C≡C, C=O, dan C=C. Terdapat juga gugus fungsi amida dan ester pada sampel film plastik biodegradable, sehingga film plastik biodegradable dari limbah biji durian ini dapat terdegradasi dan dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.

Karakterisasi Kuat Tarik dan Elongasi

Rentang kekuatan tarik yang dimiliki oleh film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian berkisar antara 1032,035-1187,732 N/m², sedangkan elongasi yang dimiliki sebesar 5,66% dan 7,547% yang dapat dilihat pada tabel 2. Pada kadar komposisi bahan yang sama, terjadi perbedaan nilai kuat tarik disetiap variasi suhu pengadukan. Nilai kuat tarik mengalami peningkatan pada suhu 80°C dan terjadi penurunan pada suhu 90°C. Penurunan tersebut terjadi akibat peningkatan suhu maka polisakarida akan mengalami *swelling* berlebih. Pada suhu yang lebih tinggi terjadi peningkatan *deformability* yang akan menurunkan sifat mekanis akibat lebih tingginya *swelling degree* pada granula polisakarida (Dani & Mawarani, 2012). Sedangkan untuk film plastik *biodegradable* dengan suhu proses pengadukan 70°C nilai kuat

tarik cenderung sama dengan suhu proses pengadukan 90oC namun terjadi perbedaan kondisi. Pada suhu yang lebih rendah terjadi ketidakmerataan penyebaran komponen pati kedalam air. Hal ini dikarenakan pada suhu kurang dari 80oC granula-granula pati belum sepenuhnya pecah sehingga amilosa dan amilopektin tidak terdispersi merata ke seluruh air di sekelilingnya. Nilai kuat tarik terbaik dihasilkan pada film plastik biodegradable dengan suhu proses pengadukan 80oC. Hal ini menandakan bahwa pada suhu 80oC, tepung biji durian telah mengalami gelatinisasi dan campuran film plastik biodegradable telah homogen. Suhu gelatinasi hanya diperlukan dalam pengaktifan awal pemutusan ikatan pada rantai tepung biji durian akibat energi termal dari suhu

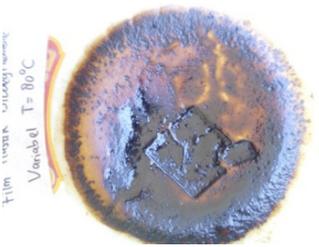
pemanasan. Peristiwa gelatinisasi ini kemudian diikuti dengan plastisasi. Setelah energi yang diperlukan cukup untuk memutuskan ikatan, maka peningkatan energi yang diberikan kemudian tidak akan memberikan pengaruh apapun.

Peningkatan suhu tidak terlalu memberikan pengaruh terhadap nilai % elongasi. Hal ini dikarenakan pengaruh terbesar terhadap nilai elongasi dari film plastik adalah kadar plasticizer yang ditambahkan. Menurut penelitian Dani & Mawarani (2012) bahwa semakin besar persentase kadar plasticizer yang ditambahkan akan menghasilkan nilai elongasi yang besar, namun akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya. Film plastik biodegradable dari limbah biji durian dengan kadar komposisi bahan yang sama

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Mekanik Film Plastik *Biodegradable*

Suhu Proses	F (N)	l (m)	σ (N/m ²)	% ϵ (%)
70°C	0,822	0,003	1033,456	5,66
80°C	0,944	0,004	1187,732	7,547
90°C	0,820	0,003	1032,035	5,66

Tabel 3. Hasil Analisis Biodegradasi Film Plastik *Biodegradable*

Suhu Proses	Kemampuan Biodegradasi Film Plastik	
	Hari ke-0	Hari ke-15
70°C		
80°C		
90°C		

dihasilkan perbedaan nilai % elongasi dalam suhu proses pengadukan. Tabel 4.4 menunjukkan nilai % elongasi film plastik biodegradable dari limbah biji durian terbesar dihasilkan pada suhu proses pengadukan 80°C yaitu 7,547%. Sedangkan untuk suhu proses pengadukan 70°C dan 90°C dihasilkan nilai % elongasi yang sama yaitu 5,66%.

Karakterisasi Biodegradasi

Film plastik *biodegradable* yang telah dibuat diuji kemampuan biodegradasinya dengan bantuan *Effective Microorganism* atau bakteri EM4, yang merupakan bakteri pengompos (Dani & Mawarani, 2012). Analisa biodegradasi film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian dilakukan melalui pengamatan film secara visual dengan mengamati perubahan yang terjadi setiap harinya. Film plastik *biodegradable* dipotong dengan ukuran 2cmx2cm selanjutnya direndam dalam bakteri EM4 dan diamati. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian terdegradasi biologis pada hari ke-15. Hal ini ditandai dari perubahan fisik film plastik *biodegradable* yang terkoyak pada permukaan film plastiknya. Dari hasil inilah, film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.

SIMPULAN

1. Film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian dapat dihasilkan melalui proses pencampuran menggunakan pelarut aquades dengan komposisi 10 g tepung biji durian, 50 mL larutan kitosan 2% , dan gliserol 25% dari berat pati pada suhu pengadukan optimum 80°C.
2. Variasi suhu proses pengadukan mempengaruhi kemampuan kuat tarik dan elongasi, film plastik *biodegradable* terbaik dihasilkan pada suhu pengadukan 80°C dengan nilai kuat tarik sebesar 1187,732 N/m² dan % elongasi sebesar 7,547%. Sedangkan variasi suhu proses pengadukan tidak mempengaruhi kemampuan biodegradasi.
3. Gugus fungsi yang terdapat dalam film plastik *biodegradable* diantaranya C-H, O-H, N-H, C-O, C=C, C=O, dan C=C. Adanya gugus fungsi amida dan ester dalam analisis FTIR menunjukkan film plastik biodegradable dari limbah biji durian ini dapat terdegradasi dan dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.
4. Film plastik *biodegradable* dari limbah biji durian mampu terdegradasi selama 15 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Dani, I Made dan Mawarani, Lizda Johar. 2012. *Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, 7(4):88-93
- 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
- Megawati dan Ulinuha, Adientya Yaniz. 2014. *Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) dan Aplikasinya sebagai Edible Film*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 4: 20-29.
- Nadarajah, K. 2005. *Development and Characterization of Antimicrobial Edible Dessertation in Department of Food Science*. University of Paradeniya
- Nurminah, M. 2002. *Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas*. Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU.
- Sanjaya, I Gede dan Puspita, Tyas. 2014. *Pengaruh Penambahan Khitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
- Septiosari, A., dkk. 2014. *Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol*. Indonesian Journal of Chemical Science.
- Sitomurang, R. 2009. *Usaha Pembuatan Keripik Biji Durian Bumbu Balada Dengan Tingkat Pedas yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Widyasari, Rucitra. 2010. *Kajian Penambahan Onggok Termoplastis Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen*. Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Zulfa, Z. 2011. *Pemanfaatan Pati Ubi Jalar untuk Pembuatan Biokomposit Semikonduktor*. Depok: Universitas Indonesia.