

# KARAKTERISTIK PLASTIK BIODEGRADABEL DARI LIMBAH PLASTIK POLIPROPILENA DAN PATI BIJI DURIAN

## CHARACTERISTICS OF BIODEGRADABLE PLASTIC FROM POLYPROPYLENE PLASTIC WASTE AND DURIAN SEED STARCH

Tengku Rachmi Hidayani\*, Elda Pelita, Dyah Nirmala

Akademi Teknologi Industri Padang, Jln. Bungo Pasang Tabing Padang, Indonesia

\*Penulis korespondensi. Telp.: +62 751 7055053; Fax.: +62 751 7055053

E-mail: rachmihidayani@yahoo.com

Diterima: 14 Januari 2015    Direvisi: 27 Februari 2015    Disetujui: 20 Maret 2015

### ABSTRACT

*Manufacturing of biodegradable plastic has been conducted by blending polypropylene plastic waste and durian seed starch. Polypropylene plastic waste was refluxed by xylene solvent and durian seeds starch was prepared by precipitation method with hard water and aquadest. The composition of blends were 94:6, 92:8, and 90:10 (%w/w). The mechanical and thermal properties of the resulting plastics were characterized. Based on the test result, biodegradable plastics with the ratio of 94:6 met the expectation. The mechanical properties obtained were tensile strength of 25.722 N/m<sup>2</sup> and elongation at break of 5.292%. Thermal properties analysis showed that the melting point temperature was 163.68°C and the decomposition temperature was 445.62°C.*

*Keywords: biodegradable plastic, polypropylene plastic waste, durian seeds starch, characteristic.*

### ABSTRAK

Pembuatan plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian dilakukan dengan membuat serbuk limbah plastik polipropilena dengan metode refluks dengan pelarut xilena dan pemisahan pati biji durian dengan metode perendaman dengan air sadah dan akuades. Variasi komposisi massa antara limbah plastik polipropilena dan pati dari biji durian yaitu 94:6, 92:8, dan 90:10 (% b/b). Hasil plastik biodegradabel yang diperoleh dikarakterisasi sifat mekanik dan termalnya. Plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian dengan perbandingan 94:6 merupakan perbandingan yang sesuai dan memenuhi karakterisasi uji yang diharapkan. Hal tersebut dapat disimpulkan berdasarkan uji yang telah dilakukan yaitu dari hasil uji kekuatan tarik diperoleh 25,722 N/m<sup>2</sup> dan kemuluran 5,292%. Analisis sifat termal menunjukkan hasil titik lebur pada suhu 163,68°C dan suhu terdekomposisi diperoleh 445,62°C.

Kata kunci: plastik biodegradabel, limbah plastik polipropilena, pati biji durian, karakteristik.

### PENDAHULUAN

Intensitas penggunaan plastik sebagai kemasan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keunggulan plastik dibandingkan bahan kemasan yang lain. Plastik jauh lebih ringan dibandingkan gelas atau logam dan tidak mudah pecah. Bahan ini bisa dibentuk lembaran sehingga dapat dibuat kantong atau dibuat kaku sehingga bisa dibentuk sesuai desain dan ukuran yang diinginkan. Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroorganisme di dalam tanah, se-

hingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan. Kelemahan lain adalah bahan utama pembuat plastik berasal dari minyak bumi, yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan persoalan ini, maka penelitian bahan kemasan diarahkan pada bahan-bahan organik, yang dapat dihancurkan secara alami dan mudah diperoleh (Anita dkk., 2013).

Teknologi kemasan plastik biodegradabel adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang nondegradabel (plastik konvensional),

karena semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan serta resiko kesehatan. Indonesia sebagai negara yang kaya dengan sumber daya alam (hasil pertanian), berpotensi menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik biodegradabel mempunyai prospek yang baik (Darni dkk., 2008).

Bahan plastik kemasan biodegradabel telah menjadi kebutuhan hidup yang terus meningkat jumlahnya. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Kondisi demikian menyebabkan kemasan plastik sintetik tersebut tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara meluas karena akan menambah persoalan lingkungan di masa mendatang. Berdasarkan fakta dan kajian ilmiah yang ada serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya lingkungan lestari, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan teknologi bahan kemasan yang bersifat biodegradabel (Latief, 2001).

Plastik yang sering digunakan menjadi kemasan adalah polipropilena karena sifat mekaniknya yang baik, densitas rendah dan nilai yang terjangkau. Keuntungan utama penggunaan polipropilena ini adalah ketahanan tekanannya pada suhu rendah (Ezzati, 2008).

Film plastik biodegradabel adalah material polimer yang berubah ke dalam senyawa dengan berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami. Plastik biodegradabel biasanya dibuat dengan menggabungkan plastik dengan bahan yang bersumber dari alam. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat plastik biodegradabel adalah pati (Akbar dkk., 2013).

Pati merupakan polimer alami yang bersifat biodegradabel. Dengan menambahkan pati ke dalam polimer sintesis maka diharapkan plastik yang dihasilkan dapat terdegradasi secara alami. Plastik biodegradabel berbahan dasar pati dapat didegradasi oleh mikroorganisme dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya (Lu *et al.*, 2009).

Berdasarkan fakta dan kajian ilmiah yang ada, maka pati merupakan polisakarida paling melimpah kedua setelah selulosa. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa (10-20%)

dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (80-90%) (Fessenden & Fessenden, 1995).

Telah dilakukan penelitian oleh Djaeni dan Prasetyaningrum (2010) tentang komposisi kimia dari biji durian yang terdiri dari 51 g air, 46,2 g karbohidrat, 2,5 g protein dan 0,2 g lemak, sehingga biji durian yang selama ini pemanfaatannya masih belum maksimal sebagai limbah, diperkirakan dapat merupakan bahan yang tepat untuk dijadikan sumber pati menjadi pengisi plastik biodegradabel yang akan dibuat. Ummah (2013) telah melakukan isolasi pati dari biji durian dengan cara pembuangan kulit ari biji durian yang kemudian dilanjutkan dengan perendaman dengan kapur sirih dan penghancuran menjadi tepung pati. Modifikasi polipropilena sebagai polimer komposit biodegradabel telah dilakukan oleh Ningsih dkk. (2012) dengan menggunakan bahan pengisi pati pisang dan penambahan *plasticizer*. Pembuatan plastik biodegradabel dengan menggabungkan polipropilena yang tergrafting dengan maleat anhidrida dengan bahan pengisi yang bersumber dari pati tandan kosong batang kelapa sawit telah dilakukan Matondang (2013). Plastik berbahan dasar pati aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi secara alamiah, sementara plastik biodegradabel dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat (Huda & Firdaus, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk membuat plastik biodegradabel dengan beberapa variasi komposisi limbah plastik polipropilena dan pati biji durian, serta karakterisasinya melalui pengamatan sifat mekanik dan sifat termal dari campuran yang dihasilkan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik polipropilena, pelarut xilena teknis, metanol, biji durian, air kapur, dan akuades.

### **Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitis merek Mettler Toledo, labu refluks 500 mL merek Pyrex, oven listrik merek Memmert, alat cetak tekan merek Torsee SC-2-DE, alat-alat gelas merek Pyrex, alat uji tarik Type SC-2DE CAP 2000 kgf, seperangkat alat uji DTA DT-30 Shimadzu Japan, ayakan 140 mesh merek Tantalum 3N8 Purity, dan blender Phillips.

## Metode Penelitian

### Preparasi serbuk dari limbah polipropilena

Limbah polipropilena yang bersumber dari limbah kantong kemasan plastik polipropilena dibersihkan dan dipotong kecil dengan ukuran 0,5 x 0,5 cm, dimasukkan ke dalam labu refluks dan direfluks dengan pelarut xilena pada suhu 130 °C selama 2 jam. Setelah dilakukan pengendapan dengan metanol, endapan dikeluarkan, dikeringkan, dihaluskan, dan diayak sehingga menjadi serbuk limbah plastik polipropilena dengan ukuran 140 mesh.

### Isolasi pati dari biji durian

Biji durian dikupas kulit arinya kemudian dibersihkan dengan air, dipotong kecil-kecil, yang bertujuan untuk mempercepat dalam proses pengeringan, dan direndam dalam air kapur selama 1 jam. Setelah itu ditiriskan, dicuci dengan air bersih kemudian dikeringkan dengan bantuan terik sinar matahari selama 2 hari. Biji durian kering kemudian dihaluskan lalu direndam dalam akuades selama satu malam. Setelah pati biji durian mengendap, air rendaman dibuang dan endapan dikeringkan serta diayak dengan ukuran 140 mesh sehingga diperoleh pati biji durian.

### Pencampuran pati dan polipropilena

Pencampuran dilakukan dengan metode pengepressan. Serbuk limbah polipropilena dan

pati biji durian dicampurkan dengan variasi sesuai Tabel 1.

Serbuk limbah polipropilena dan pati biji durian dimasukkan ke dalam gelas beaker dan diaduk sampai rata menggunakan spatula dan diblender dengan blender kering selama 20 detik. Kemudian dimasukkan ke dalam alat cetak tekan dan ditekan pada alat tekan hidrolik pada temperatur 165 °C selama 20 menit. Hasil yang diperoleh didinginkan pada suhu kamar dan dikeluarkan dari dalam cetakan. Lembaran plastik yang dihasilkan memiliki ketebalan 1 mm.

### Karakterisasi

Padaproses karakterisasi plastik biodegradabel yang dihasilkan, dilakukan uji mekanik dengan uji kekuatan tarik dan perpanjangan putus serta uji sifat termal dengan DTA.

### Analisis sifat mekanik

Film dengan ketebalan 1 mm dipotong membentuk spesimen untuk pengujian kekuatan tarik dan kemuluran sesuai dengan Gambar 1.

Pengujian kekuatan tarik berdasarkan ASTM D-1822 tipe L dengan beban 100 kgf dan laju 50 mm/menit dengan ketebalan spesimen 1 mm. Mula-mula dihidupkan *Torsee's Electronic System* dan dibiarkan selama 1 jam. Spesimen dijepitkan pada alat uji tarik yang telah ditentukan regangan, tegangan dan satuannya dengan menggunakan *griff*. Kemudian dihidupkan rekorder, ditekan tombol *start* dan nilai *stroke* dan *load* dibuat dalam kondisi nol. Dicatat nilai *load* dan *stroke* bila sampel sudah putus. Dilakukan perlakuan yang sama untuk masing-masing sampel. Nilai *load* dan *stroke* yang diperoleh, digunakan untuk menghitung nilai kekuatan tarik dan kemuluran dari plastik biodegradabel.

### Analisis sifat termal

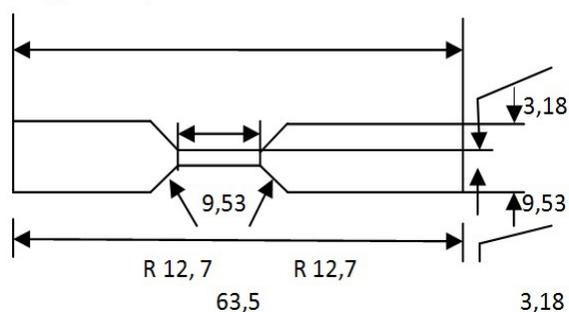
Spesimen ditimbang dengan berat 30 mg dalam cawan cuplikan dan digunakan sebagai bahan pembanding adalah  $Al_2O_3$ . Setelah alat dalam keadaan setimbang, suhu dinaikkan dari 20 °C hingga 600 °C dengan kecepatan kenaikan suhu 10 °C/menit, termokopel/mV = PR/15 mV: DTA range  $\pm 200 \mu V$  dan kecepatan grafik 2.5 mm/menit. Hasil yang diperoleh yaitu berupa termogram.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan foto plastik biodegradabel pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa sebaran pati pada plastik biodegradabel dengan perbandingan 94:6 (a) menunjukkan sebaran pati yang merata diban-

**Tabel 1.** Perbandingan berat limbah polipropilena dan pati biji durian.

No	Berat serbuk limbah polipropilena (%)	Berat pati dari biji durian (%)
1	100	0
2	94	6
3	92	8
4	90	10



**Gambar 1.** Spesimen uji kekuatan tarik berdasarkan ASTM D - 1822 type L.

ding dengan 92:8 (b) dan 90:10 (c). Hal ini mungkin dikarenakan jumlah pati yang lebih banyak sehingga gaya tarik menarik antar partikel pati yang sejenis lebih kuat sehingga pati menjadi bertumpuk pada satu bagian dan warnanya kecoklatan.

Hasil uji mekanik berupa kekuatan tarik dan kemuluran pada plastik biodegradabel yang dibuat dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian dengan berbagai variasi komposisi massa disajikan dalam Tabel 2. Dari data tersebut dapat dilihat nilai kekuatan tarik dan kemuluran dari limbah plastik polipropilena yang belum ditambahkan dengan pati biji durian merupakan nilai tertinggi. Hal ini dikarenakan pada limbah plastik polipropilena yang belum ditambahkan bahan pengisi, dalam hal ini pati biji durian, hasil yang diperoleh sesuai dengan karakteristik termoplastik pada umumnya. Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan dihasilkan plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian memiliki sifat termoplastik yang cukup baik dan juga memiliki kemampuan terurai di alam.

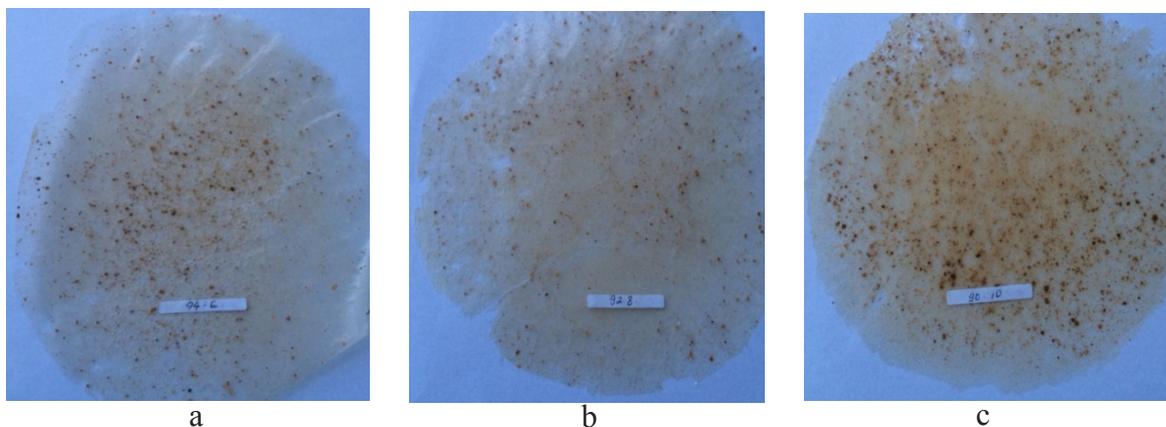
Kondisi optimum komposisi massa plastik biodegradabel yang dihasilkan dari campuran limbah plastik polipropilena dan pati dari biji durian adalah pada perbandingan 92 : 8 dimana

mempunyai sifat mekanis yang paling maksimum dengan nilai kekuatan tarik 28,333 N/m<sup>2</sup> dan kemuluran 10,542%, hal ini mungkin dikarenakan masih menonjolnya sifat fisik plastik polipropilena sehingga kekuatan tarik dan nilai kemulurannya masih tinggi, yang didukung oleh data penelitian yang dilakukan oleh Khoramnejadian *et al.* (2013) yang melakukan pembuatan plastik biodegradabel dari LDPE dan pati kentang dimana nilai kekuatan tarik LDPE dan pati biji kentang pada perbandingan 80:20 (%b/b) memiliki nilai kekuatan tarik 2,54 N/m<sup>2</sup> dan kemuluran 38,26%.

Sedangkan pada perbandingan 96:4 nilai kekuatan tarik yang diperoleh yaitu 25,722 N/m<sup>2</sup> dan kemuluran 5,292%. Penurunan nilai kekuatan tarik dimungkinkan karena berkurangnya kadar plastik dalam campuran tersebut. Plastik biodegradabel dengan perbandingan 94:6 lebih memenuhi harapan karena nilai kekuatan tariknya masih tinggi dan persentase kemulurannya tidak terlalu tinggi.

Hasil analisis data termal dari limbah plastik biodegradabel, pati biji durian, dan plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari data termogram DTA limbah plastik po-



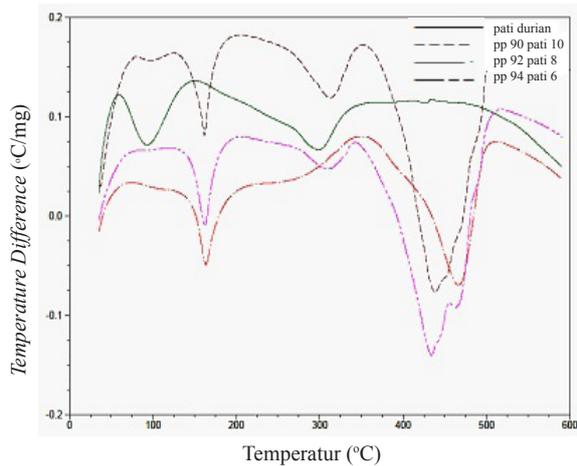
**Gambar 2.** Foto plastik biodegradabel dengan komposisi limbah plastik polipropilena : pati biji durian = 94:6 (a), 92:8 (b), 90:10 (c)

**Tabel 2.** Kekuatan tarik dan kemuluran plastik biodegradabel dari limbah plastik polipropilena dan pati biji durian.

No	Perbandingan (komposisi dan massa)	Load (kgF)	Stroke (mm/m)	Kekuatan tarik (N/m <sup>2</sup> )	Kemuluran (%)
1	Limbah PP 100 : pati biji durian 0	3,080	251,250	36,835	699,850
2	Limbah PP 94 : pati biji durian 6	1,585	1,900	25,722	5,292
3	Limbah PP 92 : pati biji durian 8	1,985	3,785	28,333	10,542
4	Limbah PP 90 : pati biji durian 10	1,475	1,052	19,071	2,701

**Tabel 3.** Hasil Uji DTA.

No.	Spesimen	Temperatur leleh (°C)	Temperatur dekomposisi (°C)
1.	Limbah plastik polipropilena	165,00	350,00
2.	Pati biji durian	99,66	304,60
3.	Limbah PP : pati biji durian (90:10)	162,80	481,30
4.	Limbah PP : pati biji durian (92:8)	163,68	473,45
5.	Limbah PP : pati biji durian (94:6)	164,52	445,62



**Gambar 3.** Grafik perbandingan dari titik lebur dan titik dekomposisi berbagai variasi komposisi massa dari plastik biodegradabel yang dihasilkan dan pati dari biji durian.

lipropilena memperlihatkan adanya puncak endotermis pada suhu 165°C yang diidentifikasi sebagai temperatur leleh, dan adanya puncak eksotermis pada suhu 350°C sebagai temperatur terbakar.

Gambar 3 memperlihatkan adanya perubahan titik leleh dari limbah plastik polipropilena dengan kemasan plastik biodegradabel yang telah ditambahkan pati biji durian yang dalam hal ini adalah hasil modifikasi (hasil campuran). Diduga karena melemahnya sifat gugus ujung dari polipropilena sehingga dibutuhkan suhu yang lebih rendah untuk melelehkan bahan tersebut. Namun pada temperatur terdekomposisi, hasil kemasan biodegradabel menunjukkan kenaikan suhu dibandingkan dengan limbah plastik polipropilena sebelum penambahan pati yang diduga karena semakin kuatnya interaksi antar bahan campuran sehingga hasil yang didapatkan lebih sukar terbakar (Nasution, 2012).

### KESIMPULAN

Dari pembuatan plastik biodegradabel yang dilakukan dalam penelitian ini perbandingan 94:6 merupakan perbandingan yang sesuai dan

memenuhi karakterisasi uji yang diharapkan. Interaksi fisika yang terjadi antara limbah plastik polipropilena dengan pati dari biji durian diperoleh data uji sifat mekanik dengan nilai kekuatan tarik 25,722 N/m<sup>2</sup> dan kemuluran 5,292%. Nilai pada perbandingan ini sesuai dengan yang diharapkan dimana plastik biodegradabel memiliki kekuatan tarik yang baik dan persentase kemuluran yang tidak terlalu besar sehingga sifat polipropilena masih terlihat jelas. Dari analisis sifat termal diperoleh titik lebur pada suhu 164,52°C dan suhu terdekomposisi atau terurai diperoleh suhu 445,62°C, suhu tersebut sesuai dengan yang diharapkan, dimana suhu titik lebur tidak jauh berbeda dengan plastik polipropilena awal dan suhu terdekomposisi meningkat dengan adanya penambahan pati.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana dengan baik tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak terutama kemurahan rahmat dan rezeki dari Allah SWT. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Perindustrian, satuan kerja Akademi Teknologi Industri Padang yang telah memberikan kesempatan untuk peneliti mendapatkan dana penelitian hibah bersaing ATIP tahun 2014, yang diseleksi oleh bidang penelitian Akademi Teknologi Industri Padang dan segala pihak yang telah mendukung demi kelancaran berjalannya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Anita, Z., & Harahap, H. (2013). Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 11-15.
- Anita, Z., Akbar, F., & Harahap, H. (2013). Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 37-41.
- Darni, Y., Chici, A., & Ismiyati, S. D. (2008). Sintesa

- bioplastik dari pati pisang dan gelatin dengan plasticizer gliserol. Dalam *Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008*. Lampung, Indonesia: Universitas Lampung.
- Djaeni, M., & Prasetyaningrum, A. (2010). Kelayakan biji durian sebagai bahan pangan alternatif. *RIPTEK*, 4(11), 37-45.
- Ezzati, P. (2008). Rheological behaviour of PP/EPDM blend: The effect of compatibilization. *Iranian Polymer Journal*, 9(2), 01-05.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1995). *Kimia Organik II*. Terjemahan Aloysius Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta, Indonesia: Erlangga.
- Huda, T. & Firdaus, F. (2007). Karakteristik fisiko kimiawi film plastik biodegradabel dari komposit pati singkong-ubi jalar. *Logika*, 4, 5-7.
- Khoramnejadian, S., Zavareh, J. J., & Khoramnejadian, S. (2013). Effect of potato starch on thermal & mechanical properties of low density polyethylene. *Current World Environment*, 8(2), 215-220.
- Latief, R. (2001). *Teknologi kemasan plastik biodegradabel*. Makalah Falsafah Sains (PPs) Program Pascasarjana/S3. Bogor, Indonesia: Institut Pertanian Bogor.
- Lu, D. R., Xiao, C. M., & Xu, S. J. (2009). Starch-based completely biodegradable polymer materials. *Express Polymer Letters*, 3(6): 366-375.
- Matondang, T. D. S. (2013). Interaksi kimia dari pati sagu kelapa sawit sebagai pengisi pada polipropilena tergrafting anhidrida maleat dalam pembuatan bahan plastik kemasan terbiodegradasikan. *Jurnal Natur Indonesia*, 2(06).
- Nasution, D. Y. (2012). *Fungsionalisasi polipropilena terdegradasi menggunakan benzoil peroksida, anhidrida maleat dan divinil benzena sebagai bahan perekat papan partikel kayu kelapa sawit* (Desertasi). Universitas Sumatera Utara, Indonesia.
- Ningsih, E. S., Mulyadi, S., & Yetri, Y. (2012). Modifikasi polipropilena sebagai polimer komposit biodegradabel dengan bahan pengisi pati pisang dan sorbitol sebagai platisizer. *Jurnal Fisika Unand*, 1(1), 53-59.
- Ummah, N. A. (2013). *Uji ketahanan biodegradable plastic berbasis tepung biji durian (Durio ziberhinus Murray) terhadap air dan pengukuran densitasnya* (Skripsi). Universitas Negeri Semarang, Indonesia.