

## KARAKTERISTIK BIOPLASTIK ALGINAT DARI RUMPUT LAUT *Ulva lactuca* ( TINJAUAN SUHU DAN LAMA GELATINISASI )

Ni Luh Gede Sari Dewi<sup>1</sup>, Bambang Admadi<sup>2</sup>, Amna Hartiati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UNUD

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UNUD

Email: ldsaridewi@gmail.com<sup>1</sup>

Email koresponden: bambang.admadi@unud.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The objectives of the research were to know the effect of temperature and duration of gelatinization against bioplastic characteristic of seaweed *Ulvalactuca*, also to know the appropriate level off temperature and duration of gelatinization to produce good characteristic of bioplastic *Ulvalactuca*. This study used a randomized block group factorial design. The first factor is temperature of gelatinization which tried were  $60 \pm ^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm ^\circ\text{C}$ , and  $80 \pm ^\circ\text{C}$ . The second factor of gelatinization duration consists of 3 levels ie 5, 10, and 15 minutes bath Experiment performed hearts 2 Group that sotamed 18 Unit experiment variable. Observed variables of biodegradability, bioplastic thickness, volume bioplastic development, water vapor absorption, and transformation of air vapor / vapor water permeability (WVP). The results showed that the temperature and duration of gelatinization and its interaction did not have a real effect on air absorption and air vaporization transformation, but the temperature of gelatinization had an effect on the thickness, the bioplastic development volume and the biodegradation strength The gelatinization temperature of  $80 \pm 1 ^\circ\text{C}$  and 5 Minutes gelatinization time alginate bioplastic From seaweed *Ulva lactuca* Best with characteristics: The presenase of mass reduction as much as 0,37 %, water vapor transformation with mass increase about 0,0182 g / cm<sup>2</sup>, thickness 0,050 mm, bioplastic volume development 10,45%, and water vapor absorption 3,23% / minute.

**Keywords:** *bioplastic, Ulvalactuca, temperature and duration of gelatinization*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Selama ini plastik yang sering kita gunakan adalah polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi yang sulit untuk terurai di alam. Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, akan semakin meningkat pula pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah. Oleh karena perlu mencari solusi untuk mengatasi masalah lingkungan ini, salah satunya yaitu mengembangkan bahan bioplastik. Bioplastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Pengembangan bahan bioplastik menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) sangat diharapkan (Hardaning, 2001 dan Averous, 2004). Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kurang lebih 70% laut yang kaya akan berbagai jenis sumber hayati. Salah satu rumput laut yang banyak terdapat di Indonesia dan belum dimanfaatkan secara optimal adalah *Ulva lactua*. Komposisi kimia polisakarida pada *Ulva lactuca* berpotensi sebagai bahan baku industri pangan maupun non pangan khususnya bioplastik.

Alginat merupakan polisakarida alami yang bersifat kental dan larut dalam air. Kondisi sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bioplastik. Poliskarida pada *Ulva lactuca* memiliki keunggulan yaitu dapat meningkatkan viskositas. Berkaitan dengan banyak hal yang mempengaruhi maka perlu diteliti salah satunya adalah suhu dan lama gelatinisasi. Penelitian sebelumnya tentang

Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Alginat Dari Rumput Laut Hijau *Sargassum Sp.* (Sukma, *et al.*, 2016) menunjukkan bahwa rendemen dan mutu alginat terbaik adalah dengan waktu gelatinisasi selama 5, 10, dan 15 menit. Penelitian lain tentang bioplastik dari pati bonggol pisang kapok (Robiana, *et al.*, 2016) suhu gelatinisasi adalah pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C dan diperoleh karakteristik terbaiknya pada suhu 80°C.

Karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan bioplastik menggunakan rumput laut jenis lain yaitu *Ulva lactuca* dengan suhu gelatinisasi 60°C, 70°C, dan 80°C dan lama gelatinisasi 5, 10, dan 15 menit. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai pemanfaatan dari rumput laut *Ulva lactuca* dalam pembuatan bioplastik dan mengetahui suhu serta lama gelatinisasi pada proses pembuatan bioplastik. Sebagai informasi ilmiah dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan polimer serta aplikasinya.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioindustri dan Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Pada bulan Desember 2016 – April 2017.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah Baskom, kain saring, blender, *Water bath*, Oven, cetakan Teflon (Maxim), Gelas beaker (Herma), Erlenmeyer (Herma), Timbangan analitik (ohaus pioneer), Pipet tetes, dan Termometer, *Hot plate stirrer*, Labu Takar, corong, spatula, kertas label, dan gunting.

Bahan yang digunakan adalah terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yaitu: Rumput laut *Ulva lactuca* yang di dapatkan dari Pantai Serangan dengan umur panen  $\pm$  15 hari. Bahan kimia yaitu: Asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1%, Gliserol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ), dan Aquades.

### Metode

Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, sebagai berikut: faktor I, suhu gelatinisasi 3 taraf :  $60 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $80 \pm 1^\circ\text{C}$ . faktor II, lama gelatinisasi 3 taraf: 5, 10, 15 menit. Kedua faktor menghasilkan 9 perlakuan kombinasi yang dikelompokkan dalam 2 waktu proses pembuatan sehingga terdapat 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragaman dan dilanjutkan dengan uji berganda Duncan.

### Preparasi Rumput Laut *Ulva lactuca*.

Pembuatan alginat rumput laut hijau *Ulva lactuca* dilakukan dengan cara, sebagai berikut : Mencuci sampai bersih rumput laut *Ulva lactuca*, menimbang 200 gram rumput laut ditambahkan 200 ml asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1%, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga diperoleh bubur/pulp rumput laut basah. Bubur/pulp rumput laut basah tersebut selanjutnya dipanaskan pada suhu 70°C selama 10 menit, lalu dilakukan pemerasan cairan filtrate dengan kain saring.

### Proses Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan pengukuran filtrate sebanyak 199 ml lalu ditambahkan 1ml gliserol, dipanaskan dengan suhu dan lama sesuai perlakuan, kemudian di tuang kedalam Teflon dengan diameter 20cm, selanjutnya dilakukan proses pengeringan pada suhu 65°C selama 6 jam, setelah kering lembaran bioplastik didiamkan selama 24 jam pada suhu ruangan dan pengambilan lembaran bioplastik dari Teflon.

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati terhadap bioplastik alginat dari rumput laut *Ulva lactuca* meliputi biodegradasi (Harnis dan Darni, 2011), ketebalan bioplastik (Gontard dan Guilbert, 1992), pengembangan volume bioplastik (Anon, 1974), persentase penyerapan air (Anon, 1974) dan transformasi uap air (Harsunu, 2008)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biodegradasi

Berdasarkan hasil analisis keragaman suhu berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kemampuan biodegradasi atau persen kehilangan massa dari bioplastik dan lama gelatinisasi tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ). Nilai kehilangan massa (biodegradasi) selama 10 hari berkisar antara 37%- 64%. Kemampuan Biodegradasi bioplastik dari rumput laut *Ulva lactuca* dapat dilihat pada Tabel 1. Semakin tinggi suhu menyebabkan bioplastik berbahan dasar alginat menjadi semakin lengket atau pori-pori semakin rapat dan mengikat sehingga menjadi lebih lama untuk degradasi.

Tabel 1. Nilai rata-rata kemampuan biodegradasi (%) bioplastik.

Suhu Pemanasan °C	Lama Gelatinisasi			Rata-rata
	5 menit	10 menit	15 menit	
60 ± 1	0,64	0,59	0,59	0,60 a
70 ± 1	0,54	0,49	0,55	0,53 a
80 ± 1	0,37	0,35	0,40	0,37 b
Rata-rata	0,52	0,47	0,51	

Keterangan: huruf berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5%

Berdasarkan data dari Tabel 1 dapat dilihat penyusutan massa tertinggi terdapat pada komposit dengan suhu 60±1 °C yang tidak berbeda nyata dengan suhu 70±1 °C. Perlakuan biodegradasi terendah terdapat pada komposit dengan suhu 80±1 °C. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa suhu berpengaruh terhadap persen penyusutan massa bioplastik atau biodegradasi. Semakin tinggi suhu menyebabkan partikel plastik banyak mengalami perubahan fisiko kimia menjadikan plastik semakin homogen dan strukturnya rapat, dengan karakteristik tersebut tentunya menyebabkan mikroorganisme sulit menguraikan partikel-partikel penyusun plastik (Utomo *et al.*, 2013).

### Uji Ketebalan

Berdasarkan hasil analisis keragaman suhu dan lama gelatinisasi serta interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap ketebalan bioplastik. Hal ini disebabkan ukuran teflon

yang sama. Nilai ketebalan bioplastik alginat berbahan dasar rumput laut *Ulva lactuca* dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin rendah suhu menyebabkan ketebalan dari bioplastik semakin meningkat dikarenakan pada saat pemanasan suhu yang rendah mengakibatkan semakin sedikit uap air yang keluar dari rumput laut sehingga masih banyak kandungan air pada bioplastik.

Tabel 2. Nilai rata-rata ketebalan (mm) bioplastik

Suhu Pemanasan °C	Lama Gelatinisasi			
	5 menit	10 menit	15 menit	Rata-rata
60 ± 1	0,060	0,060	0,065	0.062 a
70 ± 1	0,065	0,050	0,050	0.055 a
80 ± 1	0,050	0,050	0,040	0.043a
Rata-rata	0.057 a	0.052 a	0.052 a	

Berdasarkan data dari Tabel 2 dapat dilihat ketebalan terdapat pada bioplastik dengan suhu 60±1 °C adalah yang paling tebal. Perlakuan terendah terdapat pada komposit dengan suhu 80±1 °C tetapi semua perlakuan nilai statistiknya tidak berbeda nyata. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa suhu tidak berpengaruh terhadap ketebalan dari bioplastik berbahan dasar ekstrak kasar *Ulva lactuca*.

### Uji Pengembangan Volume Bioplastik

Berdasarkan hasil analisis keragaman suhu gelatinisasi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kemampuan pengembangan volume bioplastik sedangkan lama gelatinisasi beserta interaksinya tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ) Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu gelatinisasi maka semakin besar keluarnya uap air dari gel yang dibuat struktur permukaan bioplastik. Penguapan air ini menyebabkan partikel-partikel bahan akan bergerak keluar dan menyatukan lapisan antar sel. Dengan kurang rapatnya struktur atau berpori dari serat-serat tersebut menyebabkan air akan terserap lebih banyak (Setiani *et al.*, 2013). Berdasarkan data dari Tabel 3 dapat dilihat pengembangan volume bioplastik tertinggi terjadi saat proses gelatinisasi dilakukan pada suhu 80 ± 1°C dan tidak berbeda nyata dengan suhu 70 ± 1°C. Pengembangan volume terendah terjadi pada gelatinisasi dengan suhu 60 ± 1°C.

Tabel 3. Nilai rata-rata Pengembangan Volume bioplastik (%)

Suhu Pemanasan °C	Lama Gelatinisasi			
	5 menit	10 menit	15 menit	Rata-rata
60 ± 1	6,36	3,39	3,33	4,36 b
70 ± 1	4,44	7,75	9,75	7,31 a
80 ± 1	10,45	14,25	20,50	15,07 a
Rata-rata	7,08 a	8,46 a	11,19 a	

Keterangan: huruf berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf nyata 5%

### Uji Persentase Penyerapan Air

Berdasarkan analisis keragaman suhu dan lama gelatinisasi serta interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap persentase penyerapan air bioplastik yang terbuat dari ekstrak kasar alginat berbahan dasar rumput laut *Ulva lactuca* ( $P>0,05$ ). Hal ini kemungkinan disebabkan suhu dan lama gelatinisasi tidak menyebabkan perubahan struktur polimer dari senyawa alginat yang terkandung dalam bioplastik. Struktur polimer yang dimiliki alginat bersifat linear (Wandrey, 2005). Sementara untuk peningkatan persentase penyerapan air maka ada perbedaan jika bentuk polimernya ikatan silang. Nilai persentase penyerapan air sesuai dengan suhu dan lama gelatinisasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata persentase penyerapan air (% / menit)

Suhu Pemanasan °C	Lama Gelatinisasi			Rata-rata
	5 menit	10 menit	15 menit	
60 ± 1	1,26	1,27	1,37	1,30 a
70 ± 1	1,57	2,30	2,91	2,26 a
80 ± 1	3,23	3,54	4,70	3,82 a
Rata-rata	2,02 a	2,37 a	2,99 a	

### Uji Transformasi Uap Air

Berdasarkan analisis keragaman suhu dan lama gelatinisasi serta interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap transformasi uap air bioplastik yang terbuat dari ekstrak kasar alginat berbahan dasar rumput laut *Ulva lactuca* ( $P>0,05$ ). Hal ini kemungkinan disebabkan suhu dan lama gelatinisasi tidak menyebabkan perubahan struktur polimer dari senyawa alginat yang terkandung dalam bioplastik. Menurut (Gontard, *et al.*, 1993), penambahan gliserol akan menyebabkan kerapatan molekul berkurang sehingga terbentuk ruang bebas pada matriks film yang memudahkan difusi air dan gas. Dikarenakan jumlah gliserol disetiap perlakuan sama sehingga menyebabkan suhu dan lama gelatinisasi tidak berpengaruh nyata dalam uji transformasi uap air. Nilai transformasi uap air dengan suhu dan lama gelatinisasi dapat dilihat pada pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata Transformasi Uap Air(g/cm<sup>2</sup>)

Suhu Pemanasan °C	Lama Gelatinisasi			Rata-rata
	5 menit	10 menit	15 menit	
60 ± 1	0,0094	0,0110	0,0095	0,0100 a
70 ± 1	0,0098	0,0123	0,0222	0,0148 a
80 ± 1	0,0182	0,0140	0,0156	0,0159 a
Rata-rata	0,0125 a	0,0125 a	0,0158 a	

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tidak terdapat interaksi suhu dan lama gelatinisasi pada semua parameter. Suhu gelatinisasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik bioplastik pada analisis biodegradasi, dan pengembangan volume bioplastik. Suhu dan lama gelatinisasi serta interaksinya tidak berpengaruh terhadap analisis persentase penyerapan air, ketebalan dan transformasi uap air.
2. Suhu  $80 \pm 1$  °C dan lama gelatinisasi 5 menit menghasilkan bioplastik alginat dari rumput laut *Ulva lactuca* terbaik dengan karakteristik: persentase pengurangan masa sebanyak 0,37 %, transformasi uap air dengan peningkatan masa sebanyak 0,0182 g/cm<sup>2</sup>, ketebalan 0,050 mm, pengembangan volume plastik 10,45%, dan persentase penyerapan air sebanyak 3,23 / menit.

### Saran

Saran dari hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi untuk menghasilkan mutu dan karakteristik bioplastik alginat dari rumput laut *Ulva lactuca*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. dan N. Nuryati. 2007. Bahan-bahan Penolong Kita. Pakar Raya. Bandung
- Anggadireja J. , Azatniko W., Sujatmiko dan Noor I. (1993) Teknologi Produk Perikanan dalam Industri Farmasi. Dalam Stadium General Teknologi dan Alternatif Produk Perikanan dalam Industri Farmasi.
- Anonim, 2010b. Asam Asetat. [http://id.wikipedia.org/wiki/asam\\_asetat](http://id.wikipedia.org/wiki/asam_asetat), diakses 19 Mei 2013.
- Ardi, R. 2009. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Kelerengan dan Kedalaman Hutan Alam. Skripsi. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Averous, Luc (2004) Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A review, Journal of Macromolecular Science, 12, 123-130.
- Ban, W. 2006. Influence of natural biomaterials on the elastic properties of starch-derived films: An optimization study, Journal of Applied Polymer Science, 15, 30-38.
- Darni, Y., A Chici., D. S. Ismiyati. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Lampung: Universitas Lampung.
- Denis, C. Michele M., Min L. Estelle D., Pierre G., Gaetane W. 2010. Study of The Chemical Composition of Edible Red Macroalgae Grateloupia Turuturu from Brittany (France). Food Chemistry (199) 913-917
- Firdaus, F., dan C. Anwar. 2014. Potensi Limbah Padat Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel. Jurnal Logika 1 (2) : 38-44

- Gallaher, D. 2000. Dietary Fiber and Its Physiological Effect In Essential Of Functional Food. Schmidl, M.K, T.P. (Eds). An Aspen Publication. Maryland. Page:273-292
- Gontard, N., and S. Guilbert. 1992. Bio Packaging :Tecnology and PropertiesOf Edible Biodegradable Material of Agricultural Oringin. FoodPackaging a Preservation. The Aspen Publisher Inc. Gaithersburg,Maryland.265 hlm.
- Griffin, J.G.L. 1994. Chemistry and Technology Of Biodegradable Polymers. Chapters 1-3 Blackie Academic and Profesional, London.
- Guiry, M. D., 2007. AlgaeBase version 4.2.World-wide electronic publication (online).National Universty of Ireland, Galway, Ireland.
- Harnist, R. dan Y. Darni. 2011. Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Plasticizer pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum. Universitas Lampung, Seminar nasional Sains dan Teknologi-II
- Harsunu, B. 2008.Pengaruh konsentrasi plasticizer gliserol dan komposisikitosan dalam zat pelarut terhadap sifat fisik edible film dari kitosan.[Skripsi].Departemen Metalurgi dan Material.Fakultas Teknik.Universitas Indonesia.105 hlm.
- Kong F, Mao Y, Cui F, Zhang X, Gao Z. 2011. Morphology and molecular identification of *Ulva* forming green tides in Qingdao China. *Jurnal Ocean University of China* 10:73–79
- Littler, D. S., Littler, M. M., Bucher, K. E., dan Norris, J. N. 1989, *Marine Plants of The Caribbean, A Field Guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- Linda, *et. al.*.2014.Pembuatanfilm Plastik Biodegredabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- McGlathery KJ (2001) Macroalgal blooms contribute to the decline of seagrass in nutrient-enriched coastal waters. *Journal of Phycology* 37: 453–456.
- Rachmaniah O, Febriyanti L, dan Lazuardi K. 2009. Pengaruh Liquid Hot Water terhadap Perubahan Struktur Sel Bagas. *Prosiding Seminar Nasional XIV, FTI-ITS, 30-40; Surabaya: 22-23 Juli 2009.*
- Rasyid, A. 2003.Ekstraksi Natrium Alginat dari Alga Cokelat *Sargassum Echinocarpum*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*.36(3): 393-400.
- Robiana A., Nahar Y., dan Harahap H., 2016. Pemanfaatan Gliserin dari Residu Gliserin Sebagai *Plasticizer* untuk Pembuatan Bioplastik Dengan Bahan Baku Pati Bonggol Pisang Kepok.*Teknik Kimia USU, Vol 5 No. 4.Sumatra Utara.*
- Rohman, M.A, 2016.Pengaruh Penambahan Glutaraldehida Terhadap Karakteristik Film bioplastik Kitosan Terplastis Carboxy Methyl Cellulose (CMC).[Skripsi].Surabaya: Universitas Airlangga.
- Santi R. A. *et. al.*, 2012. *Komposisi Kimia dan Profil Polisakarida Rumput Laut Hijau*.*Akuatika Vol.III No.2, (105-114) ISSN 0853-2523.*
- Santosa, G.W. 2003.*Budidaya Rumput Laut*. Program Community College Industri Kelautan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahmindar. 2013. *Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari*
- Suharmi, dan S. Achmad. 2009. *Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan*. Jurusan Magister Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro.

- Sukma, A., Admadi, B. dan Arnata W., 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Mutu Alginat dari Rumput Laut Hijau Sargassum sp. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. Vol 5 no.1. Hal 71-80.
- Susanto, A. B dan A. Mucktiany. 2002. Strategi Pengembangan Rumput Laut Pada SMK dan Community College. *Pros. Seminar Riptek Kelautan Nasional*.
- Soegiarto, A. Sulistijo. W., S. Atmaja dan H, Mubarak. 1978. Rumput Laut, Manfaat, Potensi, dan Usaha Budidayanya. LON-LIPI. Jakarta. 49 Hlm.
- Tjitrosoepomo, G., 2011. Taksonomi Tumbuhan : Schizophyta, Thallophyta, Bryophyta, Pterydophyta. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Utomo, A. 2013. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya- Kitosan. *Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang*. Vol.1, No.1, Hal 73-79.
- Wandrey, C. 2005. Polyelectrolytes and Biopolimer. *Materials Science and Engineering. Ecole Polytechnique Federale De Lausame*. 1-37.
- Wang, Qi, J. Pagon, and J. Shi. 2002. Pectin From Fruits. In *Functional Foods Biochemical and Processing Aspects*. CRC Press. London.
- Whyman, K. 2006. *Seri Life Skill Lingkungan hidup plastik dan lingkungan*. Pakar Raya Pustaka, Bandung.
- Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan Dan Gizi*. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1994. *Sterilisasi Komersial Produk Pangan*. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- Yuniarti, L.I, G.S.Hutomo dan A. Rahim. 2014. Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon* sp). *e-Journal Agrotekbis* 2(1) : 38-46. ISSN: 2338-3011