

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI GLISEROL PADA KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* KOMPOSIT *SEMIREFINED* KARAGENAN *EUCHEUMA COTTONII* DAN *BEE SWAX*

The Effect of Different Glycerol Concentration on Characteristic of Composite Eucheuma cottonii Semi Refined Carrageenan Edible Film and Beeswax

Shara Harumarani^{*)}, Widodo Farid Ma'ruf, Romadhon

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email: harumarani@gmail.com

Diterima : 28 Desember 2015

Disetujui : 29 Desember 2015

ABSTRAK

Perkembangan teknologi pangan menimbulkan berbagai produk pangan dengan bahan kemasan yang mempunyai kemampuan baik dalam mempertahankan mutu produk, dapat dikonsumsi dan bersifat ramah lingkungan. Edible film merupakan jenis pengemas makanan yang berbentuk lembaran tipis atau *film* yang dapat dikonsumsi bersama produk yang dikemasnya. Namun, edible film yang berasal dari *semi refined* karagenan mempunyai karakteristik yang rapuh sehingga diperlukan *plasticizer* untuk meningkatkan *fleksibilitas* dari edible film. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi gliserol terhadap karakteristik fisik edible film. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *semi refined* karagenan (0,8%) dan *beeswax* (0,3%). Penelitian ini menggunakan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 5 perlakuan perbedaan konsentrasi gliserol yaitu 0%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, dan 0,9% (b/v) dengan 3 kali pengulangan. Parameter pengujian adalah uji persen pemanjangan, kuat tarik, kadar air, dan kelarutan. Data dianalisis menggunakan analisa ragam (ANOVA). Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan data diuji dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi gliserol berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap uji persen pemanjangan, kuat tarik, kadar air, dan kelarutan. Edible film dengan perbedaan konsentrasi gliserol terbaik pada konsentrasi 0,7% dengan kriteria mutu : uji persen pemanjangan 63,039%, uji kuat tarik 8,360 N/mm², uji kadar air 15,68% dan uji kelarutan 71,977%.

Kata kunci : Gliserol, Edible Film, *Semirefined* Karagenan, *Eucheuma cottonii*, *Beeswax*

ABSTRACT

Food technology development raises of food products varieties which are required good packaging material characteristic to preserve product quality, to consume and environmental friendly. Edible film is a thin layer food packaging that edible. However, edible film made from semi refined carrageenan has a fragile characteristic, so it is required a plasticizer to improve the edible film flexibility. The aimed of this study was to determine the effect of various glycerol concentrations to the physical characteristics of edible film. The materials used in this research was semi refined carrageenan (0.8%) and beeswax (0.3%). This research experimental design was completely randomized with 5 different glycerol concentration such as 0%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, and 0,9% (b/v) in triplicates. All samples were analyzed for percent of elongation, tensile strength, moisture content, and solubility. The analyzed data using analysis of variance (ANOVA). To knowing the differences among the treatments data tested with the Honestly Significant Difference (HSD). The results showed that the various of glycerol concentration significantly different ($P < 0,05$) to percent of elongation, tensile strength, the water content, and solubility. The best treatment (0,7%) showed the quality as follows: elongation of percent 63,039%, tensile strength 8,360 N / mm², moisture content 15,68% and 71,977% solubility.

Keywords : Glycerol, Edible Film, Semi Refined Carrageenan, *Eucheuma cottonii*, *Beeswax*

^{*)} Penulis Penanggungjawab

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pangan yang semakin pesat menimbulkan munculnya berbagai produk pangan yang baru. Sehingga hampir seluruh

produk pangan tersebut memerlukan kemasan dalam proses distribusi maupun pemasarannya. Jenis kemasan yang digunakan semakin berkembang dan telah mengarah ke kemasan baru, yaitu memiliki kemampuan yang baik dalam

mempertahankan mutu bahan pangan, bersifat ramah lingkungan, dan dapat dikonsumsi. Salah satu alternatif bahan pengemas yang dapat dipertimbangkan untuk tujuan tersebut adalah bahan kemasan *edible film*.

Salah satu komponen penyusun *edible film* adalah berasal gabungan dari lipida dan komponen hidrokoloid atau sering disebut dengan komposit. *Edible film* komposit dapat dibuat dari ekstraksi rumput laut (*Eucheumma cottoni*) yaitu *semirefined* karaginan dan golongan lipida yang digunakan adalah *beeswax*. Pada umumnya *edible film* yang terbuat dari hidrokoloid mempunyai sifat mekanis yang baik namun kurang efisien dalam menahan uap air karena sifatnya yang hidrofil. Penambahan lipida berfungsi untuk mengurangi penyerapan terhadap uap air.

Pembuatan *edible film* hidrokoloid (*semirefined* karaginan) memerlukan bahan *plasticizer* untuk mengatasi sifat rapuh pada *edible film*. Bahan *plasticizer* merupakan bahan *non volatile* yang apabila ditambahkan kedalam bahan lain akan merubah sifat fisik atau sifat mekanik dari bahan tersebut. Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam *edible film*. Park (1996), menyatakan bahwa *film* yang terbuat khususnya kappa karaginan mempunyai sifat *film* yang sangat baik namun tidak baik sebagai penahan uap air dan sifatnya rapuh.

Penelitian ini dilakukan dengan perbedaan konsentrasi gliserol yaitu 0%, 0,3%, 0,5%, 0,7%, dan 0,9%. Kemudian dilanjutkan pengujian dengan parameter utama persen pemanjangan dan parameter pendukung kuat tarik, kadar air, dan kelarutan. Hasil uji tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik *edible film* dengan konsentrasi gliserol yang berbeda.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *semirefined* karaginan hasil ekstraksi dari rumput laut *E. cottonii* dan *beeswax* (lilin lebah). Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Analisa Teknologi Hasil Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.

Metode Penelitian

Uji Kadar Air (AOAC, 1990)

Cawan aluminium dikeringkan dalam oven selama 30 menit dengan suhu 100°C sampai 105°C. Kemudian cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan setelah dingin segera ditimbang. Sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam cawan dan ditimbang kemudian cawan yang berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai 105°C selama 6 jam sampai tercapai bobot konstan. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator sekitar 30 menit dan segera ditimbang.

Perhitungan kadar air dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(\text{Berat sampel awal (g)} - \text{berat sampel akhir (g)}) \times 100\%}{\text{Berat sampel awal (g)}}$$

Uji Tensile Strength (ASTM,1993)

Kuat tarik diukur dengan menggunakan *Texture Analyzer*. Lembaran specimen *edible film* 5 x 0,5 cm diukur ketebalannya menggunakan micrometer kemudian ditempelkan diantara grip dengan jarak awal 50 mm/menit. *Tensile Strength* dihitung dengan membagi gaya maksimal yang diberikan pada film sampai sobek (N) persatuan luas film (m)

$$\text{Tensile Strength (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{F}{N}$$

Uji Kelarutan (Gontard,1993)

Penelitian ini menggunakan prosedur Gontard (1993) untuk menentukan kelarutan *film* dalam air. Persentase kelarutan *film* adalah persentase bagian *film* yang terlarut dalam air setelah perendaman selama 24 jam (Gontard, 1993). Sampel dipotong dengan ukuran 3x3 cm, diletakkan dalam cawan aluminium yang terlebih dahulu sudah dikeringkan dan ditimbang beratnya. Sampel *film* dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C, selama 30 menit. Timbang berat sampel kering sebagai berat kering awal (W_0), kemudian sampel direndam selama 24 jam, sampel yang tidak terlarut dalam larutan diangkat dan dikeringkan dalam oven selama 2 jam dengan suhu 100°C, disimpan didalam desikator selama 10 menit. Kemudian ditimbang kembali berat sampel kering sebagai berat sampel setelah perendaman (W_1). Persentase kelarutan sampel dalam air dihitung dengan persamaan :

$$S = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Uji Persen Pemanjangan (ASTM,1993)

Uji persen pemanjangan diukur dengan *Testing Machine* MPY. Sebelum dilakukan pengukuran disiapkan lembaran sampel *film* dengan ukuran 2,5 x 15 cm dan dikondisikan di laboratorium dengan kelembaban (RH) 50% selama 48 jam. Instron diset pada *initial grip separation* 50 mm, *crosshead speed* 50 mm/menit dan *loadcell* 50 kg. Persen pemanjangan dihitung pada saat *film* pecah atau sobek. Sebelum dilakukan penarikan, panjang film diukur sampai batas pegangan yang disebut panjang awal (l_0), sedangkan panjang film setelah penarikan disebut panjang setelah putus (l_1) dan dihitung persen pemanjangan dengan rumus:

$$\text{Persen pemanjangan} = \frac{l_1 - l_0}{l_0}$$

Keterangan: l_0 : panjang awal

l_1 : panjang setelah putus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu pembuatan

Salah satu yang mempengaruhi karakteristik *edible film* adalah suhu. Pada saat pembuatan *edible film* diperlukan panas untuk dapat terjadinya interaksi molekul pada setiap komponen. Tanpa perlakuan panas maka interaksi panas menjadi sangat kecil dan menyebabkan *edible film* menjadi retak.

Tabel 1. Hasil pengujian *edible film*

Suhu operasional	Pengujian		
	<i>Stiffness</i> (N/m)	Viskositas (gr/cm s)	Kadar Air (%)
65°C	931,195	0,877	15,680
85°C	1205,015	1,307	13,757

Pada uji *stiffness* semakin tinggi suhu maka nilai *stiffness* pada *film* semakin tinggi. Sehingga pada suhu 85°C menghasilkan *film* yang lebih kaku dan rapuh. Menurut Prasetyaningrum *et al.* (2010), uji *stiffness* atau kekakuan pada suhu yang tinggi akan menghasilkan sifat yang kaku pada *film* yang dihasilkan

Nilai viskositas menunjukkan berbanding lurus dengan kenaikan suhu. Semakin tinggi suhu maka nilai viskositas yang dihasilkan akan semakin tinggi. Namun, pada suhu tertentu nilai viskositas akan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin suhu bertambah, maka interaksi molekul akan terputus. Menurut Damar (2011) Proses kenaikan nilai viskositas disebabkan karena terjadinya penggelembungan granula pati, khususnya amilosa. Proses ini akan terus berlanjut hingga gaya ikatan antar granula berkurang oleh pemanasan yang terlalu tinggi dan pengadukan yang keras.

Pengujian kadar air pada suhu 65°C menghasilkan nilai kadar air yang lebih tinggi daripada suhu operasional 85°C. Hal ini diduga karena pada suhu 65°C komposisi *edible film* tergelatinasi dan menyebabkan sebagian air yang terkandung dalam pasta pati sukar terlepas. Menurut Damar (2011) sebagian air yang terkandung dalam suatu bahan sukar hilang karena terikat oleh molekul air melalui ikatan hidrogen. Makin banyak molekul pati yang terdapat sebagai pembentuk *film* maka semakin banyak air yang terikat oleh komponen kimia penyusun bahan.

Hasil Uji Persen Pemanjangan/*Elongation* (%)

Data pengujian uji persen pemanjangan *edible film* tersaji pada Tabel 2. Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan *edible film* meningkat, namun pada konsentrasi 0,9% mengalami penurunan. Hal ini diduga karena pada penambahan gliserol 0,9% jumlah *plasticizer* yang digunakan terlalu banyak sehingga ikatan kohesi antar polimer menjadi semakin kecil dan mengakibatkan *film* yang terbentuk menjadi mudah

putus. Menurut Jacob *et al.* (2014), semakin besar penambahan *plasticizer* semakin besar nilai persen pemanjangan, tetapi setelah penambahan pada konsentrasi tertentu nilainya akan turun. Penambahan *plasticizer* yang semakin banyak maka akan mempengaruhi ikatan kohesi antar polimer akan semakin kecil dan *film* yang terbentuk akan menjadi lebih lunak sehingga *edible film* yang dibentuk akan mudah terputus.

Tabel 2. Hasil Uji Persen Pemanjangan dengan Perbedaan Konsentrasi Gliserol

Konsentrasi Gliserol	Persen Pemanjangan (%)
0 %	0,79±0,13 ^a
0,3 %	25,99±0,87 ^b
0,5 %	42,11±0,78 ^c
0,7 %	63,04±0,61 ^d
0,9 %	48,69±0,16 ^e

Keterangan:

- Superskrip dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perlakuan yang berbeda nyata.
- Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perlakuan yang berbeda nyata.
- Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga kali ulangan ± standar deviasi

Nilai persen pemanjangan sampel komersil slongsong sosis 12,79% dan nilai sampel plastik wrap 16,18%. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan hasil persen pemanjangan tertinggi sebesar 63,04%. Hal ini dapat disebabkan karena penambahan konsentrasi gliserol pada *edible film*. Penambahan konsentrasi gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas pada rantai polimer. Hal ini diperkuat pernyataan Huri dan Choirun (2014) bahwa penambahan *plasticizer* juga menyebabkan turunnya gaya intermolekul sepanjang rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas. Tingginya nilai persen pemanjangan maka menunjukkan bahwa *edible film* bersifat bioplastik. Menurut Gede dan Puspita (2011) bahwa semakin besar komposisi gliserol maka sifat bioplastik akan semakin elastis.

Hasil Uji Kadar Air

Data pengujian uji kadar air *edible film* tersaji pada Tabel 3. Hasil pengujian kadar air *edible film* dari 5 perbedaan konsentrasi gliserol berbanding terbalik dengan hasil pengujian kadar air. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka semakin rendah nilai kadar air yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang terikat dengan senyawa polisakarida mengalami penurunan akibat penambahan gliserol. Menurut Damat (2008) bahwa pada penambahan konsentrasi *plasticizer* yang semakin tinggi akan meningkatkan sifat *adhesive* antar molekul sehingga jumlah air yang terikat dengan senyawa polisakarida akan

mengalami penurunan yang menyebabkan kadar airnya semakin rendah.

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Air Dengan Perbedaan Konsentrasi Gliserol

Konsentrasi Gliserol	Kadar Air (%)
0 %	7,22±0,21 ^a
0,3 %	20,49±0,43 ^b
0,5 %	17,30±0,23 ^c
0,7 %	15,68±0,12 ^d
0,9 %	13,76±0,23 ^e

Keterangan:

- Superskrip dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perlakuan yang berbeda nyata.
- Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perlakuan yang berbeda nyata.
- Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga kali ulangan ± standar deviasi

Nilai kadar air pada *edible film* yang dihasilkan antara 7,22% sampai dengan 20,49%. Sedangkan pada nilai kadar air pembungkus komersil pada slongsong sosis (14,05%), sedangkan nilai kadar air plastik wrap 16,84%. Nilai kadar air yang rendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut terbaik karena mampu lebih lama mempertahankan produk yang akan dikemas. Tinggi rendahnya nilai kadar air pada *edible film* dipengaruhi oleh konsentrasi gliserol yang digunakan. Gliserol merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang mempunyai fungsi untuk mempertahankan tingkat kelembaban yang cukup pada *film*. Hal ini sesuai pernyataan Al Awwaly *et al.* (2010), gliserol merupakan jenis *plasticizer* berupa molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk dalam rantai protein dan mudah tercampur dalam larutan.

Hasil Uji Kuat Tarik/Tensile Strength (N/mm²)

Data pengujian uji kuat tarik *edible film* tersaji pada Tabel 4. Pengujian kuat tarik pada *edible film* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol maka semakin rendah nilai kuat tarik *edible film*. Hal ini diduga disebabkan karena nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan nilai persen pemanjangan. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka menyebabkan *edible film* yang dihasilkan tidak dapat ditarik. Menurut Jacoeb *et al.* (2014) bahwa gliserol dan karagenan akan larut tiap-tiap molekul sehingga mengurangi gerakan molekul polimer sehingga polimer yang terbentuk menjadi lembek.

Nilai kuat tarik sampel slongsong sosis komersial 34,502 N/mm², sedangkan nilai sampel plastik wrap 36,672 N/mm². Sedangkan pada penelitian yang dilakukan hasil kuat tarik antara 0,094 N/mm² - 15,667 N/mm².

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tarik Dengan Perbedaan Konsentrasi Gliserol

Konsentrasi Gliserol	Kuat Tarik (%)
0 %	0,09±0,01 ^a
0,3 %	15,66±0,10 ^b
0,5 %	11,67±0,28 ^c
0,7 %	10,34±0,28 ^d
0,9 %	8,36±0,18 ^e

Keterangan:

- Superskrip dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perlakuan yang berbeda nyata.
- Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perlakuan yang berbeda nyata.
- Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga kali ulangan ± standar deviasi

Pemilihan *edible film* sebagai bahan pengemas tergantung dari penggunaannya dengan memperhatikan nilai kuat tarik dari *edible film*. Menurut Katili *et al.* (2013) bahwa *edible film* yang mempunyai kuat tarik yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan tinggi seperti kemasan tinta, sedangkan *edible film* yang mempunyai nilai kuat tarik yang rendah dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk ringan seperti permen, bumbu mie, makanan ringan, dan produk pangan yang lainnya.

Hasil Uji Kelarutan (%)

Data pengujian uji kelarutan *edible film* tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kelarutan Dengan Perbedaan Konsentrasi Gliserol

Konsentrasi Gliserol	Kelarutan (%)
0 %	97,14±4,95 ^a
0,3 %	92,10±2,72 ^a
0,5 %	83,25±2,72 ^b
0,7 %	71,98±2,72 ^c
0,9 %	81,90±2,72 ^d

Keterangan:

- Superskrip dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perlakuan yang berbeda nyata.
- Superskrip dengan huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan terdapat perlakuan yang berbeda nyata.
- Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga kali ulangan ± standar deviasi

Pengujian kelarutan pada *edible film* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol maka semakin rendah nilai kelarutan *edible film*. Hal ini diduga disebabkan karena konsentrasi gliserol menyebabkan sukar larut. Semakin tinggi konsentrasi gliserol maka menyebabkan *edible film* yang dihasilkan tidak dapat ditarik. Menurut Jacoeb

et al. (2014) bahwa gliserol dan karagenan akan sukar larut tiap-tiap molekul sehingga mengurangi gerakan molekul polimer sehingga polimer yang terbentuk menjadi lembek.

Nilai uji kelarutan sampel komersial slongsong sosis 64,52%, sedangkan nilai uji kelarutan plastik wrap 72,73%. Pada *edible film* yang dihasilkan diperoleh hasil antara 71,98% - 97,14 %. Semakin rendah nilai kelarutan *edible film* maka semakin baik digunakan sebagai bahan pengemas dan bersifat biodegradable. Menurut Zulferiyenni *et al.* (2014), nilai kelarutan yang rendah pada film maka sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas.

KESIMPULAN

1. Gliserol memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik *edible film* yang berbeda sesuai dengan konsentrasi yang diberikan.
2. Konsentrasi gliserol 0,7% merupakan hasil terbaik dibandingkan dengan konsentrasi gliserol lainnya didapatkan dari nilai persen pemanjangan, nilai kadar air, nilai kuat tarik, dan nilai kelarutan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (*Assosiation of Official Analytical Chemist*). 2005. *Official Methods of Analysis*. Washington DC : Assosiation of Chemical Chemist. Washington.
- ASTM (*American Society for Testing and Material*). 1993. *Annual Book of ASTM Standar*, Philadelphia
- Damar, Dimas Adi Krisna. 2011. Modifikasi Hidrothermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis sp.*). [Tesis] . Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang
- Damat. 2008. Efek Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Pati Garut Butirat. *Agritek* 16(3).
- Gontard, N. 1993. Edible Composite Films of Wheat Gluten and Lipids, Water Vapour Permeability and Other Physical Properties. *International Journal of Food Science and Technology* 30: 39-50
- Gede, I Sanjaya dan Puspita Tyas. 2011. *Pengaruh Penambahan Khitosan Dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradeable Dari Pati Limbah Kulit Singkong*.
- Huri, Daman dan Choirun Fitri Nissa. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4) : 29-40.
- Jacob, A. M., Nugraha, R., Utari, S. P. R. D. 2014. Pembuatan Edible Film Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karagenan. *JPHPI* 17(1) : 14-21.
- Katili, S., Harsunu, T., Irawan, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol Dan Komposisi Khitosan Dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik Edible Film Dari Khitosan. *Jurnal Teknologi* 6(1) : 29-38.
- Prasetyaningrum, A., Rokhati, N., Kinasih, D. N., dan Wardhani, F. D. N. 2010. Karakterisasi *Bioactive Edible Film* dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan *Biodegradable*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.
- Al Awwaly, K. U., Manab, A., dan Wahyuni, E. 2010. Pembuatan Edible Film Protein Whey : Kajian Rasio Protein Dan Gliserol Terhadap Sifat Fisik dan Kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 5(1) : 45-56.
- Zulferiyenni, Marniza, dan Sari, E. N. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Biodegradeable Film Berbasis Ampas Rumput Laut. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian* 19(3) : 257-273.