

**LAPORAN PENELITIAN**

**KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS NATRIUM ALGINAT  
DENGAN KARAGINAN, GLISEROL, DAN *ZnO***



**Disusun Oleh :**

**SAMROTUL AWALIA MAWARDI (3335190013)**

**ARIDA NATASYA MAURA (3335190110)**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN**

**2023**

## LAPORAN PENELITIAN

### KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS NATRIUM ALGINAT DENGAN KARAGINAN, GLISEROL, DAN ZnO

Disusun oleh :

**SAMROTUL AWALIA MAWARDI** (3335190013)

**ARIDA NATASYA MAURA** (3335190110)

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan dihadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 31 Mei 2023

Dosen Pembimbing



Denni Kartika Sari, S.T., M.T.  
NIP. 198211142008122002

Dosen Penguji 1



Sri Agustina S.T., M.T., PhD  
NIP. 197908142003122003

Dosen Penguji 2



Dr. Rahmayetty, S.T., M.T.  
NIP. 197410021999032003



Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng.  
NIP. 197808112005011003

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**NAMA** : ARIDA NATASYA MAURA

**NIM** : 3335190110

**JURUSAN** : TEKNIK KIMIA

**JUDUL** : KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS  
NATRIUM ALGINAT DENGAN KARAGINAN,  
GLISEROL, DAN ZnO

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 13 Maret 2024



Arida Natasya Maura

## ABSTRACT

### CHARACTERIZATION OF SODIUM ALGINATE-BASED EDIBLE FILM WITH CARRAGEENAN, GLYCEROL, AND ZnO

Written by :

Samrotul Awalia Mawardi (3335190013)

Arida Natasya Maura (3335190110)

Plastic waste poses a problem that can have detrimental impacts on the environment. Plastic is a common material found in everyday life, especially as food packaging. However, plastic usage is not environmentally friendly due to its difficulty in decomposing. Edible film can serve as an alternative to plastic packaging because of its safety for both humans and the environment. Edible film is a thin layer that can be applied to food products safely. In this study, the edible film is made primarily from sodium alginate, and glycerol is used as a plasticizer to enhance its mechanical properties. The aim of this research is to analyze the influence of different concentrations of glycerol and ZnO on the characteristics of the resulting edible film. The process of obtaining the edible film involves mixing sodium alginate, carrageenan, glycerol, and ZnO. Then, CaCl<sub>2</sub> is added dropwise to the printed samples. The variations of glycerol used are 2%, 3%, and 4%, while the concentrations of ZnO vary from 1% to 5%. The best results for thickness, swelling, tensile strength, and elongation are obtained from the 2% glycerol variation, with consecutive results of 0.24 mm, 34%, 19.4 MPa, and 42.5%. Degradation test results show that the 1% ZnO variation produces the highest percentage of mass loss and degradation rate, with results of 92.4% and 10.42 mg/day, respectively. Meanwhile, the 5% ZnO variation produces the lowest percentage of mass loss and degradation rate, at 60.9% and 7.14 mg/day, respectively.

**Keywords :** *biodegradable, edible film, glycerol, sodium alginate, ZnO*

## ABSTRAK

### KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS NATRIUM ALGINAT DENGAN KARAGINAN, GLISEROL, DAN ZnO

Disusun Oleh :

Samrotul Awalia Mawardi (3335190013)  
Arida Natasya Maura (3335190110)

Sampah plastik merupakan masalah yang dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Plastik merupakan benda yang umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, terutama sebagai bahan pengemas makanan. Namun, penggunaan plastik tidak ramah lingkungan karena plastik sulit diurai. *Edible film* dapat dijadikan alternatif dari kemasan plastik karena sifatnya yang aman bagi manusia dan lingkungan. *Edible film* merupakan lapisan tipis (*film*) yang aman diaplikasikan ke bahan pangan. *Edible film* pada penelitian ini terbuat dari bahan utama berupa natrium alginat dan untuk meningkatkan sifat mekaniknya, digunakan *plasticizer* gliserol. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh perbedaan konsentrasi gliserol dan ZnO terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan. Proses untuk memperoleh *edible film* adalah dengan mencampurkan natrium alginat, karaginan, gliserol, dan ZnO. Lalu CaCl<sub>2</sub>, akan diteteskan ke dalam sampel yang telah dicetak. Variasi gliserol yang digunakan adalah 2%;3%;dan 4%. Variasi konsentrasi ZnO ialah 1%; 2%; 3%; 4%; dan 5%. Hasil uji ketebalan, *swelling*, kuat tensil, dan elongasi yang paling baik didapat dari variasi gliserol 2% dimana hasilnya secara berturut-turut adalah 0,24 mm, 34%, 19,4 MPa, dan 42,5%. Hasil uji degradasi menunjukkan variasi ZnO 1% menghasilkan % kehilangan massa dan laju degradasi terbesar dengan hasil 92,4% dan laju degradasi 10,42 mg/hari. Sementara variasi ZnO 5% menghasilkan % kehilangan massa dan laju degradasi terkecil sebesar 60,9% dengan laju degradasi sebesar 7,14 mg/hari.

**Kata Kunci :** *biodegradable, edible film, gliserol, natrium alginat, ZnO*

## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis memanjatkan Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyusun penulisan laporan hasil penelitian yang berjudul “Karakterisasi *Edible Film* Berbasis Natrium Alginat Dengan Karaginan, Gliserol, Dan *Zno*”.

Laporan hasil penelitian ini dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan Program Strata I pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis tidak akan bisa menyelesaikan proposal penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan material dan moral.
2. Ibu Denni Kartika Sari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penelitian yang telah banyak memberikan motivasi dan arahan sekaligus menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini.
3. Ibu Dr. Rahmayetty, S.T., M.T. selaku koordinator penelitian.
4. Rekan-rekan kami yang telah banyak memberikan pertolongan kepada penulis baik bantuan langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca sehingga laporan ini membawa manfaat pula bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Cilegon, 05 Mei 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>Edible Film</i> .....	3
2.1.1 Hidrokoloid.....	5
2.1.2 Lipid.....	5
2.1.3 Komposit .....	6
2.2 Pemplastis .....	6
2.3 Natrium Alginat .....	7
2.4 Karaginan.....	8
2.5 ZnO ( <i>Zinc Oxide</i> ).....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tahap Penelitian.....	10
3.1.1 Tahapan Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	10
3.2 Prosedur Penelitian .....	11
3.2.1 Pembuatan <i>Edible Film</i> Variasi Gliserol .....	11

3.2.2 Pembuatan <i>Edible Film</i> Variasi ZnO .....	12
3.3. Alat dan Bahan.....	12
3.3.1 Alat.....	12
3.3.2 Bahan .....	13
3.4 Variabel Percobaan .....	13
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisa Data .....	13
3.5.1 Uji Kekuatan Mekanik.....	13
3.5.2 Uji Ketebalan .....	14
3.5.3 Uji <i>Swelling</i> .....	14
3.5.4 Uji Biodegradasi .....	14

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pembahasan .....	15
4.1.1 Ketebalan <i>Edible Film</i> .....	15
4.1.2 Pengujian <i>Swelling</i> .....	17
4.1.3 Kekuatan Tensil Dan Elongasi .....	18
4.1.4 Biodegradabilitas <i>Edible Film</i> .....	21

#### **BAB V KESIMPULAN**

5.1 Kesimpulan .....	25
5.2 Saran .....	25

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

##### **A. Perhitungan**

##### **B. Dokumentasi Penelitian**



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Karakteristik <i>Edible Film</i> Menurut <i>Japan Industrial Standard</i> .....	4
<b>Tabel 4.1</b> Perbandingan Hasil Ketebalan dengan JIS.....	16
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan Hasil <i>Swelling</i> dengan SNI.....	18
<b>Tabel 4.3</b> Perbandingan Hasil Kuat Tensil dengan SNI dan JIS .....	19
<b>Tabel 4.4</b> Perbandingan Hasil Elongasi dengan SNI dan JIS.....	21

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Natrium Alginat.....	7
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Pembuatan Sampel.....	11
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Ketebalan <i>Edible Film</i> .....	15
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hasil Uji <i>Swelling</i> .....	17
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hasil Uji Kuat Tensil .....	18
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hasil Uji Elongasi.....	20
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Kehilangan % Massa Sampel.....	22
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Laju Degradasi Sampel.....	23

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia masuk ke dalam kategori penghasil sampah plastik terbanyak kedua setelah Tiongkok (Ismaya dkk., 2020). Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, Indonesia menghasilkan 19.326.673 ton sampah pada tahun 2022 dan sebesar 18,1% merupakan sampah plastik (SIPSN, 2022). Plastik banyak digunakan sebagai bahan kemas karena harganya yang murah, namun plastik memiliki resiko untuk mencemari bahan pangan karena adanya transfer senyawa-senyawa dari hasil degradasi polimer ke bahan pangan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengembangkan *edible film* (Santoso, 2020).

*Edible film* dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat digunakan sebagai pembungkus produk makanan yang dapat memperpanjang masa simpan produk (Bourtoom, 2008). *Edible film* dipilih sebagai alternatif dari kemasan plastik. Bahan yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* ialah hidrokoloid. Salah satu bahan hidrokoloid polisakarida yang memiliki potensial untuk dijadikan basis pembuatan *edible film* ialah natrium alginat. Natrium alginat berasal dari alga coklat yang banyak tumbuh di Indonesia. *Edible film* dari natrium alginat memiliki ketahanan yang baik terhadap oksigen dan dapat menahan pengoksidasian lipid (Khasanah dkk., 2019).

Formulasi *edible film* juga umum menggunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas dari *film* (Cao dkk., 2018). Gliserol banyak dipilih sebagai *plasticizer* di dalam campuran *edible film* karena harganya yang murah dan dapat mencegah *edible film* yang dihasilkan menjadi getas atau rapuh.

Pembuatan *edible film* dari natrium alginat dan gliserol telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian (Khasanah dkk., 2019) yang

menggunakan natrium alginat sebagai basis pembuatan *edible film* dengan penambahan gliserol. Namun *edible film* yang dihasilkan belum memenuhi standar *edible film* komersial karena nilai kuat tensil *edible film* yang dihasilkan di bawah 10 MPa dan nilai *modulus young* kurang dari 0,79 MPa. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki karakteristik *edible film* dengan memvariasikan konsentrasi gliserol dan penambahan ZnO. ZnO merupakan senyawa logam yang dapat ditambahkan ke formulasi *edible film* karena mempunyai kekuatan mekanik yang baik, stabil terhadap panas, dan menyerap sinar ultraviolet (Sari, P., dkk., 2022).

## 1.2 Rumusan Masalah

Natrium alginat dapat digunakan sebagai basis pembuatan *edible film* karena natrium alginat berasal dari alga coklat yang banyak dijumpai di Indonesia. Pembuatan *edible film* ini sebagai upaya untuk mengurangi sampah plastik. Gliserol dan ZnO akan ditambahkan ke dalam formulasi *edible film* dan divariasikan konsentrasinya untuk memperbaiki sifat dari *edible film*. Kemudian, *edible film* yang dihasilkan akan diuji karakteristiknya.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh perbedaan konsentrasi gliserol dan ZnO terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan.

## 1.4 Ruang lingkup

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *edible film* dari natrium alginat, karaginan, gliserol, CaCl<sub>2</sub>, dan ZnO dengan metode *casting film*. Kemudian *edible film* yang didapat akan di uji kekuatan *tensile*, elongasi, uji ketebalan, dan uji *swelling*. *Edible film* selanjutnya akan diuji biodegradabilitasnya dengan metode *soil burial test* untuk menguji % kehilangan massa sampel dan laju degradasinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. P. dan I. Silviyati. 2014. Pembuatan Plastik Biodegradasi Menggunakan Pati dari Umbi Gadung. *Jurnal Agroindustri*. 5(2):11-41
- Ariska, R.E. dan Suyatno. 2015. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pati bonggol pisang dan karagenan dengan plasticizer gliserol. Prosiding. Seminar Nasional Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya
- Banker G. S. 1996. Film Coating, theory and practice. *J. Pharm. Sci.* 55, 81
- Barus, S. P. 2002. Karakteristik Film Pati Biji Nangka (*Artocarpus integra* Meur) dengan Penambahan CMC. Skripsi. Fakultas Biologi Universitas Atma Jaya. Yogyakarta
- Bourtoom, T. 2008. Review Article Edible films and coatings: characteristic and properties. *International Food Research Journal* 15(3): 237-248
- Bradenburg, A.H. dan C.L Weller. 1993. Edible Films and Coatings from Soy Protein. *Journal of Food Science*, Volume 58 Issue 5
- Cao, L., Liu W., dan Wang, L. 2018. Developing a Green and Edible Film From Cassia Gum: The effects of glycerol and sorbitol. *Journal of Cleaner Production*. 175: 276-282
- Chen, L. 2008. Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of Tapioca Starch/Decolorized Hsian Tsao Leaf Gum Films in The Presence of Plasticizer. *Food Hydrocolloids*. Volume 22 Issue 8
- Fatnasari, A., Nociamitri K. A., dan I Putu S. 2018. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Edible Film Pati Ubi Jalar. *Scientific Journal od Food Technology*. Vol. 5, No. 1, 27-35

- Gutiérrez T. J, Seligra P. G., Jaramillo C. M., Famá L., dan Goyanes S. 2017. Effect of Filler Properties on the Antioxidant Response of Thermoplastic Starch Composites. In Handbook of Composites from Renewable Materials, Structure and Chemistry. 1: 337–370
- Hendra, Atika A., Utomo A. R., dan Setijawati E. 2015. Kajian Karakteristik Edible Film dari Tapioka dan Gelatin dengan Perlakuan Penambahan Gliserol. Skripsi. Universitas Katolik Widya Mandala
- Hui, Y. H. 2006. Handbook of Food Science, Technology, and Engineer Volume 1. United States of America: CRC Press
- Immergut, H., dan Herman F. Mark. 1965 Principles of Plasticization. Washington DC: American Chemical Society
- Ismaya, F. C., Fithriyah N. H., dan Hendrawati T. Y. 2020. Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Naata de Coco dan Gliserol. Jurnal Teknologi. Vol. 12, No. 1
- Khasanah, N. N., Amalia V., Viera B. V. E., dan Sawitri, A. 2019. Na-Alginate Utilization of Brown Algae (*Sargassum* sp.) as A Halal Edible Film Basic Materials. IJHR, Vol. 1(1):9-13
- Lismawati. 2017. Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Kentang (*Solanum Tuberosum* L.). Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Murni, S.W., Pawignyo H., Widyawati D., Sari N. 2013. Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays*l.) dan Kitosan. Jurnal Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. ISSN1693-4393 : 1-9
- Khasanah, N. N., V. Amalia., Baiq V. E. V., dan Asti S. 2019. Na-Alginate, Utilization of Brown Algae (*Sargassum* sp.) as A Halal Edible Film Basic Materials. Indonesian Journal of Halal Research 1(1): 9-13

- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. Edible Coating and Film to Improve Food Quality. New York: Technomic Publishing Company.
- Krochta, J. M. dan Johnson, C. M. 1997. Edible Film and Biodegradable Polymer Film Challenger and Opportunities. *Journal Food Technology*, 51 ( 2 ); 6174
- Maran, J.P., Sivakumar V., Sridhar R., dan Immanuel V.P. 2013. Development of model for mechanical properties of tapioca starch based edible films. *Industrial Crops and Products*. 42: 159-168
- Motelica, L., Fikai D., O. Oprea., Fikai A., T. Roxana-Doina, A. Ecaterina, dan H. A. Maria. 2021. Biodegradable Alginate Films with ZnO Nanoparticles and Citronella Essential Oil – A Novel Antimicrobial Structure. *Pharmaeutics*. Vol. 13
- Noor, Ida. F. 2015. Studi Pembuatan Edible Film dari Prporsi karagenan-kitosan dan Penambahan Larutan Pati Kimpul. Skripsi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- Noshirvani, N., Ghanbarzadeh B., Rezaei M. R., dan Hashemi M. 2018. Novel Active Packaging Based On Carboxymethyl Cellulose-Chitosan-ZnO NPs Nanocomposite For Increasing The Shelf Life Of Bread. *Food Package Shelf Life*. 11:106–114
- Rhim, J.W. 2004, Physical and Mechanical Properties of Water Resistant Sodium Alginate Films, *Swiss Society of Food Science and Technology*, 37:323-330
- Romadhan, M. F. dan Pujilestari, S. 2009. Sintesis Nanopartikel ZnO dan Aplikasinya sebagai Edible Coating Berbasis Pektin untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Belimbing. *Jurnal Agroindustri Halal*. Vol. 5, No. 1

- Rusli, A., Metusalach, Salengke, dan M. M. Tahir. 2017. Karakterisasi Edible Film Karagenan dengan Pemlastis Gliserol. JPHPI. Vol. 20, No. 2
- Santoso, Budi. 2020. Edible Film : Teknologi dan Aplikasinya. NoerFikri Offset: Palembang
- Saputra, M. R. B. dan Supriyo, E. 2020. Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati dengan Penambahan Katalis ZnO dan Stabilizer Gliserol. PENTANA, Vol. 01(1): 41-51
- Sari, J. P., Martoprawiro., M. A., Mahendra I P. 2022. Pengaruh Penambahan Agen Antibakteri TiO<sub>2</sub> dan ZnO pada Film Komposit Selulosa/Poli(Vinil Alkohol). Cakra Kimia. Vol. 10, No.1
- Setyaningrum, A., Sumarni, N. K., dan Hardi J. 2017. Sifat Fisiko-Kimia Edible Film Agar – Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Tersubstitusi Glycerol. Natural Science: Journal of Science and Technology, Vol. 6(2): 136-143
- Sudaryati, H. P., Mulyani S. T., dan Hansyah E. R. 2010. Sifat fisik dan mekanis *edible film* dari tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan karboksimetil selulosa. Jurnal Teknologi Pertanian. 11(3): 196- 201
- Suptijah, P., S. H. Suseno, Kurniawati. 2012. Aplikasi Karagenan sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin. JPHPI. 15(3): 223-231
- Suresh, S., Kaushik P., Zaira Z., dan Emamul M. H. 2017. Structural, Dielectric and Optical Investigation of Chemically Synthesized Ag-doped ZnO Nanoparticles Composites. Journal of Sol-Gel Acience Technology. Page 394-404
- Syaputra, A. F., Bahruddin, dan H. Irdoni. 2017. Pengaruh Kadar Filler ZnO, Plasticizer Gliserol, dan Nisbah Air Terhadap Sifat dan Morgologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. Jurnal FTEKNIK. 4(2):1-9



- Tantini. 2020. Pengaruh Penambahan ZnO Terhadap Aktivitas Antibakteri Pada Plastik Bioderadable dari Biji Durian. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Ummah, Nathiqoh Al. 2013. Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya. Jurnal, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang: Semarang
- Venugopal, V. 2011. Marine Polysaccharides: Food Application. Boca Raton: CRC Press
- Vieira, M. G. A., Da Silva M. A., Dos Santos L. O., dan Beppu M. M. 2011. Natural-based Plasticizers and Biopolymer Filmss: A Review. European Polymer Journal. 47:254-263