

## **EDIBLE FILM KARAGINAN HASIL EKSTRAKSI DARI *Eucheuma cottonii* ASAL ACEH, INDONESIA : KARAKTERISASI DENGAN FTIR DAN SEM**

**Reni Silvia Nasution\***, **Muhammad Ridwan Harahap\*\***, **Husnawati Yahya\*\*\***

\*Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia,  
reni.silvia@ar-raniry.ac.id

\*\*Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia,  
ridwankimia@ar-raniry.ac.id

\*\*\*Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia,  
husna.bio01@gmail.com

Email korespondensi: reni.silvia@ar-raniry.ac.id

Diterima : 19 November 2019    Disetujui : 27 Desember 2019    Diterbitkan : 31 Desember 2019

**Abstract:** Carrageenan edible film is one alternative to plastic packaging that is difficult to degrade in nature and is safe for food. Carrageenan is the result of the extraction of one type of seaweed *Eucheuma cottonii*. The purpose of this study was to determine the functional groups of edible films with variations in the concentration of carrageenan and surface properties of carrageenan edible films with SEM. Utilization of carrageenan extracted from *E.cottonii* from Aceh for making edible films was expected to increase the potential of *E.cottonii* cultivation in Aceh. The stages of the research were carried out in two stages, the first stage of the process of extraction of carrageenan from *E. cottonii* with the use of 14% KOH and the second stage of making edible films with a variation of carrageenan concentration of 0.1 %; 0.2 %; 0.3 % (w / v) with the addition of PEG as a plasticizer. FTIR results showed the functional groups of sulfate esters, glycosidic bonds, 3,6 anhydrous-d-galactose, D-galactose-4-sulfate, OH and CH groups at successive wavenumbers in the range 1246.36-1246.9 cm<sup>-1</sup>, 1072-1074 cm<sup>-1</sup>, 932-934 cm<sup>-1</sup>, 835-836 cm<sup>-1</sup>, 3370-3382 cm<sup>-1</sup>, and 2876-2880 cm<sup>-1</sup>. Changes in the wavenumber of carrageenan edible film compared with FTIR carrageenan extracted in previous studies indicate an interaction between carrageenan and the added PEG plasticizer. Morphological tests on edible films at carrageenan concentrations of 0.1 % and 0.2 % with SEM showed a homogeneous and continuous surface, while at concentrations of 0.3 %, edible films were not formed.

**Keywords:** *edible film, carrageenan, Eucheuma cottonii*

**Abstrak:** *Edible film* karaginan merupakan salah satu alternatif pengganti kemasan plastik yang sulit terdegradasi di alam dan aman bagi bahan pangan. Karaginan merupakan hasil ekstraksi salah satu jenis rumput laut yaitu *Eucheuma cottonii*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui gugus fungsi dari *edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan dan sifat permukaan dari *edible film* karaginan dengan SEM. Pemanfaatan karaginan hasil ekstraksi *E.cottonii* asal Aceh untuk pembuatan *edible film* diharapkan dapat meningkatkan potensi budidaya *E.cottonii* di Aceh. Tahapan penelitian dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama proses ekstraksi karaginan dari *E. cottonii* dengan penggunaan KOH 14% dan tahap kedua pembuatan *edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan 0,1%; 0,2%; 0,3% (b/v) dengan penambahan PEG sebagai *plasticizer*. Hasil FTIR menunjukkan gugus fungsi ester sulfat, ikatan glikosidik, 3,6 anhidro-d-galaktosa, gugus OH dan CH dengan bilangan gelombang berturut-turut pada rentang 1246,36-1246,9 cm<sup>-1</sup>, 1072-1074 cm<sup>-1</sup>, 932-934 cm<sup>-1</sup>, 3370- 3382 cm<sup>-1</sup>,

dan 2876-2880  $\text{cm}^{-1}$ . Perubahan bilangan gelombang *edible film* karaginan dibandingkan dengan FTIR karaginan hasil ekstraksi pada penelitian sebelumnya menunjukkan adanya interaksi antara karaginan dengan *plasticizer* PEG yang ditambahkan. Pengujian morfologi pada *edible film* pada konsentrasi karaginan 0,1% dan 0,2% dengan SEM menunjukkan permukaan yang homogen dan kontinyu, sedangkan pada konsentrasi 0,3% *edible film* tidak terbentuk.

**Kata kunci:** *edible film*, karaginan, *Eucheuma cottonii*

## Pendahuluan

Penggunaan kemasan penting untuk melindungi bahan pangan atau produk guna memperpanjang umur simpan dan mencegah kontaminasi dengan mikroba di lingkungan sekitar (Mulyadi *et al.*, 2016) *Edible film* telah menjadi perhatian besar saat ini karena keunggulannya sebagai kemasan yang dapat dimakan dan juga berkontribusi untuk mengurangi limbah pada lingkungan karena mudah terdegradasi oleh alam (Bourtoom, 2008; Dhanapal *et al.*, 2012; Kusumawati & Putri, 2013; Huri & Nisa, 2014; Hafnimardiyanti & Armin, 2016). *Film biodegradable* dapat dibuat dari berbagai biopolimer seperti polisakarida, protein, lipid dan juga kombinasi ketiganya (Balqis *et al.*, 2017).

Karaginan merupakan salah satu polisakarida yang mengandung sulfat yang diekstrak dari rumput laut merah *E.cottonii* dan potensial sebagai material *film biodegradable* (Dwimayasanti, 2016 ; Supeni *et al.*, 2015). Karaginan adalah polisakarida anionik dan polimer linear yang terbuat dari residu galaktosa  $\beta$ -1,3 dan  $\alpha$ -1,4 terikat bergantian (Olivares *et al.*, 2010). Proses ekstraksi karaginan dari *E.cottonii* telah banyak dilakukan dan umumnya menggunakan alkali sebagai pengekstraknya (Duan *et al.*, 2016; Distantina *et al.*, 2010; Setijawati, 2017; Fardhayanti *et al.*, 2015; Hudha *et al.*, 2012). *E.cottonii* sendiri merupakan salah satu hasil laut yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi (Kushartono *et al.*, 2009). Pada penelitian Ega *et al* (2016) menggunakan variasi konsentrasi alkali (2,4,6,8,10 dan 12%) untuk ekstraksi karaginan dari *E.cottonii*, dan didapatkan hasil terbaik pada alkali 12%. Peningkatan konsentrasi alkali tidak menimbulkan pemecahan polimer sehingga meningkatkan rendemen (Distantina *et al*, 2010).

Rumput laut *E.cottonii* ini banyak tumbuh di sepanjang pesisir pantai Indonesia (Tunggal & Hendrawati, 2015). Budidaya rumput laut sangat dipengaruhi lokasi dan iklim (Radiarta, *et al.*, 2014) dan juga mencakup beberapa faktor yaitu lingkungan, kualitas bibit, metode budidaya, nutrisi yang tersedia dan kepadatan ataupun bobot awal pemeliharaan (Muarif *et al.*, 2017). Faktor lain yang mendukung yaitu salinitas, kecepatan arus, dan kecerahan (Kasim & Asnani, 2012). Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan 17.504 pulau dan 81.000 panjang garis pantai memiliki potensi yang sangat besar bagi pengembangan komoditi rumput laut, dimana kegiatan pengembangannya telah dilakukan pada seluruh perairan Indonesia mulai Aceh hingga Papua. Luas indikatif untuk pemanfaatan budidaya rumput laut mencapai 769.452 ha, namun baru sekitar 50% yang secara efektif dimanfaatkan. Menurut Master Plan Program

Kawasan Budidaya Laut Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Aceh sendiri memiliki lahan indikatif sebesar 24.282 ha, namun hanya 12.141 yang merupakan lahan efektif (Warta Ekspor, 2013).

Potensi karaginan sebagai *film biodegradable* karena memiliki sifat dapat membentuk gel, stabil, *edible*, dapat diperbaharui dan juga mengandung banyak serat (Diova *et al.*, 2013). Formulasi *edible film* yang mencakup konsentrasi bahan dasar dan juga *plasticizer* diyakini dapat mempengaruhi karakteristik fisik *film* (Rusli *et al.*, 2017). Keadaan morfologi *film* dapat mempengaruhi sifat mekanis seperti gaya tarik, sehingga beberapa aspek harus diperhatikan selama proses pengembangan *film* (Preis *et al.*, 2014).

Bahan tambahan seperti *plasticizer* diperlukan untuk meningkatkan permeabilitas dan keelastisan *film*, serta dapat meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air dan zat terlarut (Darmajana *et al.*, 2017). Penambahan *plasticizer* juga mengatasi sifat kerapuhan pada *film* yang disebabkan kekuatan intermolekular ekstensif (Sudaryati *et al.*, 2010). *Plasticizer* PEG (polietilen glikol) memiliki sifat ketahanan terhadap air yang lebih tinggi dibandingkan dengan gliserol dan sorbitol (Sitompul & Zubaidah, 2017), sehingga penambahan PEG pada *edible film* karaginan diharapkan dapat menghasilkan struktur *film* yang kuat sehingga tidak mudah hancur karena air.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakterisasi *edible film* karaginan dengan *plasticizer* PEG dengan FTIR, dan mengetahui sifat permukaan yang dihasilkan dari *edible film* karaginan dengan menggunakan SEM yang akhirnya dapat meningkatkan budidaya *E.cottonii* sebagai penghasil karaginan di Aceh.

## Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan karakteristik dengan FTIR dilaksanakan pada Laboratorium Kimia Universitas Syiah Kuala, dan karakteristik dengan SEM dilaksanakan di Laboratorium Pusat Survei Geologi, Bandung.

Alat pada penelitian ini meliputi peralatan gelas kaca, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, oven GP45BE, kertas saring, neraca analitik, desikator, FTIR IRPrestige-21 SHIMADZU, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) JEOL JSM-6360LA. Bahan yang digunakan antara lain rumput laut *E.cottonii* asal Pulo Raya Aceh, isopropanol (IPA), kalium hidroksida (KOH), asam klorida (HCl), PEG 400 dan akuades.

## Ekstraksi Karaginan dari *E.cottonii*

Proses ekstraksi karaginan dari *E.cottonii* dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan Ega *et al* (2016). *E.cottonii* basah dicuci dan dibersihkan dari kotoran serta mengurangi kadar garam. Setelah itu dijemur selama kurang lebih 3 hari. Rumput laut *E.cottonii* kering dihaluskan menjadi tepung rumput laut dan ditimbang sebanyak 20 gram. Tepung rumput laut diekstraksi dengan KOH 14%

(dengan perbandingan antara KOH dan tepung rumput laut yaitu 40 mL : 1 gram) selama 30 menit pada suhu 90-95°C sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga pH larutan mencapai 8-9 sampai berbentuk bubur, kemudian disaring dalam keadaan panas. Filtrat yang diperoleh diendapkan dengan 100 mL isopropanol dan diamkan selama 15 menit. Endapan yang diperoleh dikeringkan dengan oven pada suhu 50-60° C selama 3 hari. Tepung karaginan yang diperoleh dihaluskan dan disimpan dalam kemasan.

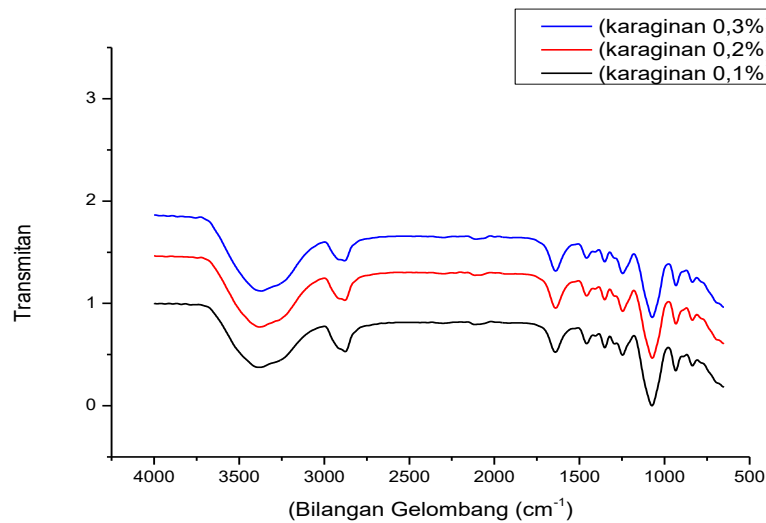
### **Pembuatan *Edible Film* dari Karaginan**

Tepung karaginan dilarutkan dengan variasi konsentrasi 0,1%; 0,2% dan 0,3% (b/v). Larutan karaginan dipanaskan hingga suhu 60°C, kemudian ditambahkan PEG sebanyak 0,5% (v/v) sambil diaduk dan dipanaskan sampai suhu 80°C yang dipertahankan selama 5 menit. Larutan *edible film* yang terbentuk dituangkan dalam cetakan dan didinginkan. Dilakukan uji dengan FTIR dan SEM pada *edible film* yang terbentuk.

### **Hasil dan Pembahasan**

Pengujian terhadap *edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan untuk melihat adanya puncak-puncak khas dan ikatan yang terbentuk antara bahan pembentuk *edible film* yang ditandai dengan pergeseran bilangan gelombang yang dibandingkan dengan karaginan hasil ekstraksi pada penelitian sebelumnya.

Gambar 1 menunjukkan perbandingan spektrum FTIR dari *edible film* karaginan hasil ekstraksi dengan variasi konsentrasi karaginan (0,1; 0,2 dan 0,3% (b/v)). Rincian bilangan gelombang ketiganya dapat dilihat pada tabel 1 Pada penelitian sebelumnya (Nasution *et al*, 2019) ), didapatkan FTIR hasil ekstraksi karaginan dari *E.cottonii* pada bilangan gelombang 1221 cm<sup>-1</sup>, 1025 cm<sup>-1</sup>, 930 cm<sup>-1</sup>, 3362 cm<sup>-1</sup> (3500-3000 cm<sup>-1</sup>) dan 2950 cm<sup>-1</sup> (3000-2600 cm<sup>-1</sup>), berturut-turut untuk, O=S=O (ester sulfat), ikatan C-O-C (ikatan glikosidik), 3,6-anhidrogalaktosa, perenggangan ikatan O-H dan ikatan C-H. Jika dibandingkan dengan data bilangan gelombang pada tabel 1 untuk ester sulfat, ikatan glikosidik, 3,6 anhidro-d-galaktosa, gugus OH dan CH dengan bilangan gelombang berturut-turut pada rentang 1246,36-1246,9 cm<sup>-1</sup>, 1072-1074 cm<sup>-1</sup>, 932-934 cm<sup>-1</sup>, 3370-3382 cm<sup>-1</sup>, dan 2876-2880 cm<sup>-1</sup>, dapat dilihat adanya pergeseran bilangan gelombang jika dibandingkan dengan spektra FTIR pada karaginan hasil ekstraksi *E.cottonii* pada penelitian sebelumnya. Paula *et al* (2015), menyatakan *film* yang mengandung karaginan memberikan suatu pita karakteristik pada daerah bilangan gelombang 1215 cm<sup>-1</sup> dihubungkan dengan perenggangan asimetrik O=S=O. Balqis *et al*. (2017) menyatakan adanya pergeseran pita mengindikasikan bahwa adanya reaksi yang terjadi antara karaginan dan *plasticizer* melalui ikatan hidrogen.

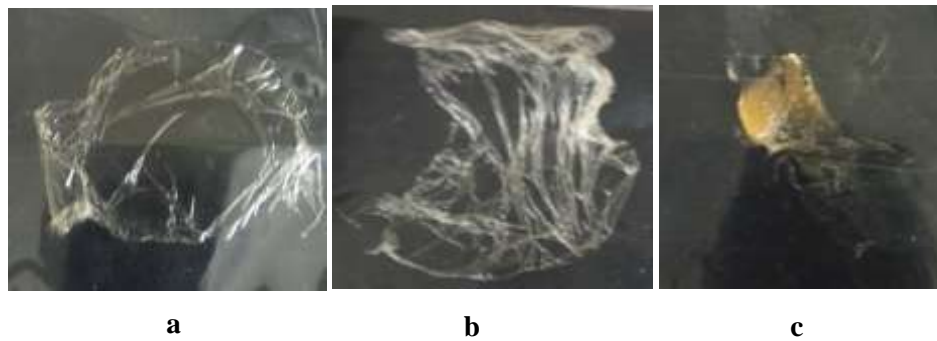


**Gambar 1.** Spektrum FTIR dari *Edible film* karaginan hasil ekstraksi dari *E. cottonii* dengan variasi karaginan 0,1%, 0,2% dan 0,3% dan *plasticizer* PEG

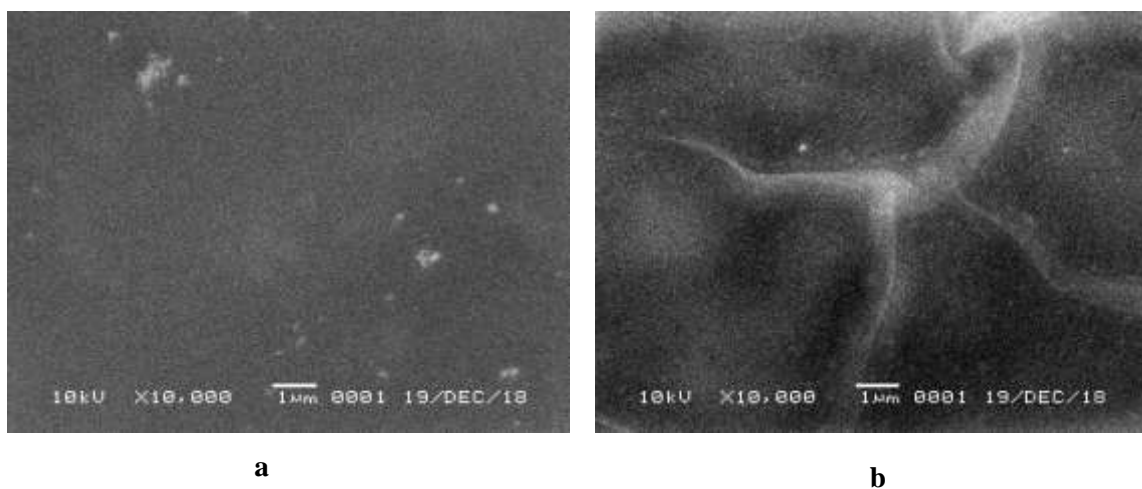
**Tabel 1.** Hasil FTIR *edible film* dengan variasi karaginan 0,1%, 0,2% dan 0,3% (b/v)

Puncak Serapan	<i>Edible film</i> dengan karaginan 0,1%	<i>Edible film</i> dengan karaginan 0,2%	<i>Edible film</i> dengan karaginan 0,3%
Ester sulfat	1246,9 $\text{cm}^{-1}$	1246,36 $\text{cm}^{-1}$	1246,5 $\text{cm}^{-1}$
Ikatan Glikosidik	1074 $\text{cm}^{-1}$	1072 $\text{cm}^{-1}$	1072 $\text{cm}^{-1}$
3,6 anhidro-d-galaktosa	934 $\text{cm}^{-1}$	932 $\text{cm}^{-1}$	932 $\text{cm}^{-1}$
-OH	3382 $\text{cm}^{-1}$	3381 $\text{cm}^{-1}$	3370 $\text{cm}^{-1}$
C-H	2876 $\text{cm}^{-1}$	2879 $\text{cm}^{-1}$	2880 $\text{cm}^{-1}$

*Edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengujian dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk menentukan morfologi permukaannya. Pada pengujian SEM hanya dilakukan pada *edible film* dengan karaginan 0,1 dan 0,2% (Gambar 2a dan 2b), pada karaginan 0,3% tidak diperoleh *edible film* yang diinginkan seperti terlihat pada gambar 2c. Hal ini dapat disebabkan karena perbandingan antara karaginan dan *plasticizer* PEG yang tidak sesuai, dimana perbandingan penambahan jumlah PEG menjadi lebih sedikit pada karaginan 0,3% dibandingkan dengan 0,1 dan 0,2% sehingga sulit untuk membentuk *edible film* yang diinginkan. Kemampuan *plasticizer* untuk membentuk *film* biopolimer yang baik tergantung pada kompatibilitasnya dengan biopolimer dan jumlah yang sesuai untuk plastisisasi (Balqis *et al.*, 2017). Perbandingan jumlah konsentrasi bahan dasar dan juga *plasticizer* untuk membentuk *edible film* diyakini dapat mempengaruhi karakteristik fisik *film* (Rusli *et al.*, 2017).



**Gambar 2.** *Edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan (a). Karaginan 0,1%, (b). Karaginan 0,2%, dan (c). Karaginan 0,3% (tidak terbentuk *edible film*)



**Gambar 3.** Hasil SEM *edible film* dengan variasi konsentrasi karaginan (a). 0,1% dan (b). 0,2%

Gambar 3a dan 3b untuk hasil SEM *edible film* dengan konsentrasi 0,1% dan 0,2% karaginan menunjukkan permukaan yang homogen dan kontinu tanpa adanya retakan dan struktur berpori. Permukaan homogen dan kontinu diketahui karena adanya penambahan PEG sebagai *plasticizer*. Garcia *et al.* (1999) menyatakan penambahan *plasticizer* perlu dilakukan untuk *film* dan *coating* untuk menghindari pori (rongga) dan retakan. Perbandingan *film* karaginan dengan *film* yang mengandung sejumlah aditif (*plasticizer*, surfaktan) diketahui memungkinkan memberikan pemahaman dan korelasi perubahan sifat permukaan dengan sifat aditif yang digunakan dan pengaruhnya terhadap orientasi rantai polimer pada permukaan selama pembentukan film (Karbowski *et al.*, 2006). Matriks *film* yang homogen dapat dijadikan indikator dari keutuhan struktur dan diharapkan memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik yang baik (Moey *et al.*, 2015).

### Kesimpulan

Pengujian FTIR terhadap *edible film* karaginan dengan *plasticizer* PEG menunjukkan pergeseran bilangan gelombang jika dibandingkan dengan spektrum

FTIR karaginan hasil ekstraksi dari *E.cottonii* pada penelitian sebelumnya yang mengindikasikan adanya reaksi antara karaginan dan PEG sebagai *plasticizer*. Pada pengujian morfologi permukaan *edible film* dengan variasi karaginan 0,1% dan 0,2% (b/v) dengan menggunakan SEM menunjukkan permukaan yang homogen dan kontinyu, sedangkan pada karaginan 0,3% tidak terbentuk *edible film* yang diinginkan. Hasil penelitian juga menunjukkan karaginan hasil ekstraksi dari *E.cottonii* asal Aceh berpotensi sebagai bahan *edible film*.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada seluruh tim penelitian yang telah bekerja keras untuk menyelesaikan penelitian ini dan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sebagai pemberi dana bantuan penelitian yang bersumber dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2018.

### Daftar Kepustakaan

- Balqis, A.M. I., Khaizura, M.A.R. N., Russly, A.R., & Hanani, Z.A.N. (2017). Effects of plasticizers on the physicochemical properties of kappa-carrageenan films extracted from *Eucheuma cottonii*. *International Journal of Biological Macromolecules*, Elsevier 103 : 721-732. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.105>.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3) : 1-12.
- Darmajana, D.A., Afifah, N., Solihah, E., & Indriyanti, N. (2017). Pengaruh pelapis dapat dimakan dari karagenan terhadap mutu melon potong dalam penyimpanan dingin. *AGRITECH*, 37(3) : 280-287. DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech.10377>.
- Dhanapal, A., P, Sasikala., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., & Banu, M.S. (2012). Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management*, 3. ISSN 2225-0557 (Online)
- Diova, D.A., Darmanto, YS., & Rianingsih, L. (2013). Karakteristik edible film komposit semirefined karaginan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dan beeswax. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 2(4) : 1-10. Diakses pada <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/3759> tanggal 5 Maret 2019.
- Distantina, S., Fadilah., Rochmadi., Fahrurrozi, M., & Wiratni. (2010). Proses ekstraksi karagenan dari *Eucheuma cottonii*. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. ISSN: 1411-4216. 1-6.
- Duan, F., Yu, Y., Liu, Z., Tian, L., & Mou, H. (2016). An effective method for the preparation of carrageenan oligosaccharides directly from *Eucheuma cottonii* using cellulase and recombinant kappa-carrageenase. *Algal Research* (15) 93-99. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.algal.2016.02.006>.

- Dwimayasanti, R. (2016). Pemanfaatan karaginan sebagai edible film. *Oseana*. Volume XLI. Nomor 2. ISSN 0216-1877. 8-13.
- Ega, L., Lopulalan, C.G.C., & Meiyasa, F. (2016). Kajian mutu karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* berdasarkan sifat fisiko-kimia pada tingkat konsentrasi kalium hidroksida (KOH) yang berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(2): 38-44. DOI : <http://dx.doi.org/10.17728/jatp.169>.
- Fardhayanti, D.S., & Julianur, S.S. (2015). Karakterisasi edible film berbahan dasar ekstrak karaginan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 4(2) : 68-73. DOI : 10.15294/jbat.v4i2.4127.
- Garcia, Maria A., Martino, M.N., & Zaritzky, N.E., (1999). Edible Strach Films and Coatings Characterization : Scanning Electron Microscopy, Water Vapor, and Gas Permeabilities. *SCANNING*. Vol. 21: 348-353.
- Hafnimardiyanti, & Armin, M.I. (2016). Effect of plasticizer on physical and mechanical characteristics of edible film from mocaf flour. *Scholars Research Library. Det Pharmacia Lettre* 8(19) : 301-308. Available online at <http://www.scholarsresearchlibrary.com/>
- Hudha, M.I., Sepdwiyaniti, R., & Sari, S.D. (2012). Ekstraksi karaginan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan variasi suhu pelarut dan waktu operasi. *Berkala Ilmia Teknik Kimia*. Vol. 1. No. 1 : 17-20.
- Huri, D., & Nisa, F.C. (2014). Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (4) : 29-40. diakses pada <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/75> tanggal 1 Mei 2019.
- Karbowiak, T., Debeaufort, F., Champion, D & Voilley, A. (2006). Wetting properties at the surface of iota-carrageenan-based edible films. *Journal of Colloid and Interface Science*, 294 : 400-410. DOI. 10.1016/j.jcis.2005.07.030.
- Kasim, M., & Asnani. (2012). Penentuan Musim Reproduksi Generatif dan Preferensi Perekatan Spora Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Ilmu Kelautan* 17 (4) : 209-216. DOI : <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.17.4.209-216>.
- Kushartono, E.W., Suryono., & Setiyaningrum, E. (2009). Aplikasi perbedaan komposisi N, P, dan K pada budidaya *Eucheuma cottonii* di perairan Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan*, 14 (3) : 164-169. DOI : <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.14.3.164-169>.
- Kusumawati, D.H., & Putri, W.D.R. (2013). Karakteristik fisik dan kimia edible film pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1) : 90-100. Diakses pada <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/9> tanggal 10 Maret 2019.
- Moey, S.W., Abdullah, A., & Ahmad, I. (2015). Development, Characterization and Potential Applications of Edible Film from Seaweed (*Kappaphycus*



- alvarezii*). *AIP Conference Proceedings*, 1616 : 192-197. doi: 10.1063/1.4895194
- Muarif., Raihani, Z., Ya, la., & Rusaini. (2017). Pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dikultur secara in vitro dengan jumlah thallus yang berbeda. *Prosiding Simposium Nasional Keautan dan Perikanan*, IV ISBN: 978-602-71759-3-8. 251-259.
- Mulyadi, A.F., Pulungan, M.H., & Qayyum, N. (2016). Pembuatan edible film maizena dan uji aktifitas antibakteri (Kajian konsentrasi Gliserol dan ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica L.*)). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 5(3):149-158. DOI : <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2016.005.03.5>.
- Nasution, R.S., Yahya, H. & Harahap, M.R. (2019). Pengaruh karaginan dari rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*) asal Provinsi Aceh sebagai edible coating terhadap ketahanan buah. *Alkimia* 7(2). DOI : <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v7i2.6385>
- Olivares, M.L., Passeggi Jr, M.C.G., Ferron, J., Zorrilla, S.E., & Rubiolo, A.C. (2010). Study of milk/k-carrageenan mixtures by atomic force microscopy. *Food Hydrocolloids*, 24 : 776-782. DOI : 10.1016/j.foodhyd.2010.04.004.
- Paula, G.A., Benevides, N.M.B., Cunha, A.P., de Oliveira, A.V., Pinto, A.M.B., Morais, J.P.S....& Azeredo, H.M.C. (2015). Development and characterization of edible film from mixtures of k-carrageenan, i-carrageenan and alginate. *Food Hydrocolloids*, 47: 140145. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.01.004>.
- Preis, M., Knop, K., & Breitzkreutz, J. (2014). Mechanical strength test for orodispersible and buccal films. *Int. J. Pharm.* 461 (1-2) : 22-29. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.11.033>.
- Radiarta, I.N., Erlania & Rasidi. (2014). Analisa pola musim tanam rumput laut, *Kappaphycus alvarezii* melalui pendekatan kesesuaian lahan di Nusa Penida, Bali. *J.Ris. Akuakultur* 9(2) : 319-330.
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, & Tahir, M.M. (2017). Karakterisasi edible film karagenan dengan pemplastis gliserol. *JPHPI* 20(2) : 219-229. DOI : <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>.
- Setijawati, D. (2017). Penggunaan *eucheuma sp* dan chitosan sebagai bahan edible film terhadap kualitasnya. *Journal of Fisheries and Marine Science* 1(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jfmr.2017.001.01.2>.
- Sitompul, A.J.W.S &, Zubaidah, E. (2017). Pengaruh Jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolong kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1) : 1325.
- Sudaryati H.P, Mulyani S. T, & Hansyah, E.R. (2010). Sifat Fisik dan mekanis edible film dari tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dan karboksimetil selulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 11. No. 3 : 196-201.

- Supeni, G., Cahyaningtyas, A.A., & Fitrina, A. (2015). Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada edible film karagenan dan tapioka termodifikasi. *J. Kimia Kemasan*, 37(2) : 103-110. DOI : <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v37i2.1819>.
- Tunggal, W.W.I, & Hendrawati, T.Y. (2015). Pengaruh konsentrasi KOH pada ekstraksi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dalam pembuatan karagenan. *KONVERSI*. Vol 4. No. 1. ISSN 2252-7311.
- Warta Ekspor. (2013, Desember). Rumput laut Indonesia. Ditjen PEN/MJL/70/IX/2013