

APLIKASI DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM DARI KARAGINAN (*Eucheuma cottonii*) PADA BUAH

Reni Silvia Nasution

Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

*E-mail: reni.nst03@yahoo.com

Abstract : *Fruits are perishable comestible that having short shelf life. The disadvantage of fruits since post harvest received by consumers in quantity and quality is caused by microorganisms, insect, and the conditions of distribution and storage. Carrageenan edible film packaging is one of proper alternative to increase endurance and shelf life of fruits. It also become a solution for undegradable plastic packaging that causing environmental pollution. Characterization which is common being conducted to edible film are mechanic properties (tensile strength and elongation break), thickness, solubility, water and vapor permeability rate. Several studies show that fruits with carrageenan edible film and coating increase the perishable significantly comparing to uncoated fruits (control), so that it could lengthen the shelf life, reduce disappear of the odor, slow down colour change and gase transfer.*

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

Abstrak : Buah merupakan bahan pangan yang tidak tahan lama dan mempunyai umur simpan yang pendek. Kerugian yang dialami setelah panen, sepanjang rantai pasokan hingga ke konsumen baik dari segi kualitas dan kuantitas dapat disebabkan oleh mikroorganisme, serangga dan kondisi selama pendistribusian dan penyimpanan. Kemasan *edible film* karaginan merupakan salah satu alternatif yang baik untuk dapat meningkatkan daya tahan dan memperpanjang umur simpan buah. *Edible film* karaginan juga menjadi solusi dari kemasan plastik yang tidak terdegradasi sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Karakterisasi yang umumnya dilakukan terhadap *edible film* yaitu sifat mekanis (kuat tarik dan perpanjangan putus), ketebalan, kelarutan, dan laju permeabilitas air dan uap. Beberapa penelitian menunjukkan buah yang dilapisi dengan *edible film* karaginan secara signifikan menunjukkan peningkatan daya tahan buah sehingga memperpanjang umur simpan, mengurangi hilangnya aroma, memperlambat perubahan warna dan transfer gas dibandingkan dengan buah yang tidak dilapisi dengan *edible film* karaginan (kontrol).

Kata Kunci : *karaginan, edible film, Eucheuma cottonii, pelapis buah*

PENDAHULUAN

Edible film merupakan suatu kemasan yang dapat dimakan, yang merupakan salah satu keunggulannya untuk dapat mengurangi dampak negatif dari kemasan-kemasan yang selama ini digunakan karena menyebabkan penumpukan limbah karena sulitnya terdegradasi oleh alam (T, Bourtoom, 2008) (Moey *et al.* 2015) (Kusumawati dan Putri, 2013). Penelitian tentang *edible film* terus mengalami kemajuan dengan aspek penelitian secara umum mencakup eksplorasi bahan baku, metode pada proses pengolahan dan juga aplikasinya (Santosa *et al.* 2016). *Edible film* umumnya terbuat dari bahan yang bersifat hidrokoloid protein, karbohidrat serta lemak ataupun campurannya (Amaliyah dan Putri, 2014). Beberapa kekurangan didapatkan pada *edible film* yang dibuat dengan hanya bahan tunggal, oleh sebab itu diperlukan bahan tambahan berupa *plasticizer* (Huri dan Nisa, 2014).

Pemanfaatan *edible film* dan pelapis pada buah-buahan, sayuran dan bahan segar hasil produksi bertujuan untuk memperlambat transfer gas berupa uap air dan yang bersifat volatil, mengurangi hilangnya aroma, mempertahankan kelembaban dan memperlambat perubahan warna saat penyimpanan (Olivas *et al.* 2009) (Guilbert *et al.* 1995) (Lin *et al.* 2007).

EKSTRAKSI KARAGINAN DARI *Eucheuma cottonii*

Kappaphycus alvarezii atau yang lebih populer dengan nama *Eucheuma cottonii* memiliki peluang pasar yang tinggi sehingga menjadikannya semakin banyak diminati (Parenrengi dan Sulaeman, 2007). Rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai penghasil karaginan menjadikannya memiliki nilai ekonomis yang cukup menjanjikan. Karaginan merupakan bagian penyusun terbesar pada rumput laut *Eucheuma cottonii* dibandingkan dengan komponen-komponen lainnya (Prasetyowati *et al.* 2008). Organisme laut seperti rumput laut, bakteri dan mikroalga telah dianggap

sebagai sumber penting biomaterial berbasis polisakarida (Paula *et al.* 2015).

Ekstraksi karaginan dari *Eucheuma cottonii* umumnya dilakukan dengan menggunakan basa KOH (Hoffmann *et al.* 1995) (Mustapha *et al.* 2011) (Herliany *et al.* 2013) (Tunggal dan Hendrawati, 2015). Fungsi KOH sendiri untuk membantu ekstraksi polisakarida menjadi lebih sempurna dan mempercepat proses eliminasi 6-sulfat menjadi 3,6-anhidro-D-galaktosa sehingga meningkatkan mutu karaginan yang dihasilkan (Ega *et al.* 2016).

Spektroskopi beberapa hasil penelitian mengindikasikan D-galaktosa-4-sulfat yang mengidentifikasi jenis kappa-karaginan yang paling banyak terdapat dari hasil ekstraksi karaginan dari *Eucheuma cottonii* (Distantina *et al.* 2010) (Fardhayanti *et al.* 2015) (Manuhara *et al.* 2016). Beberapa penelitian lainnya juga menggunakan NaOH dan KCl sebagai senyawa pengekstrak karaginan dari *Eucheuma cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*) (Fardhayanti *et al.* 2015) (Hudha *et al.* 2012) (Manuhara *et al.* 2016).



Gambar 1. Rumput laut merah *Eucheuma cottonii* asal Aceh, Indonesia

KARAGINAN

Karaginan merupakan suatu senyawa polisakarida linear sulfat dari D-galaktosa dan 3,6-anhidro-D-galaktosa yang dapat diperoleh dari ekstraksi dari *Eucheuma cottonii* yang merupakan jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) (Campo *et al.* 2009) (Dwimayasanti 2016). Karaginan telah banyak digunakan pada industri makanan sebagai bahan penambah ketebalan, pembentuk gel dan

juga pada industri farmasi (Campo et al. 2009) (Ega et al. 2016).

Karaginan merupakan suatu alternatif yang baik sebagai bahan dasar pembuatan kemasan *edible film* untuk dapat meningkatkan daya tahan dan kualitas bahan pangan yang dikemas (Dwimayasanti, 2016). Keamanan penggunaan karaginan pada makanan telah dikonfirmasi pada pertemuan ke-57 Organisasi Pangan dan Agrikultur dari beberapa negara yang merupakan komite ahli kesehatan dunia tentang bahan tambahan makanan (JECFA) di Roma pada Juni 2001 (Carthew, 2002).

PLASTICIZER

Plasticizer yang ditambahkan pada pembuatan *edible film* untuk mengatasi sifat rapuh dan kaku sehingga menghindari terbentuknya rongga dan retakan (Garcia et al., 1999) (H. P. Sudaryati et al., 2010). *Plasticizer* yang sering ditambahkan pada *edible film* yaitu gliserol, sorbitol, polietilen glikol (PEG), poliol, manitol, sukrosa dan oligosakarida (Darmajana et al., 2017) (Murni et al., 2013). Berat molekul pada berbagai jenis *plasticizer* mempengaruhi morfologi permukaan film yang dihasilkan (Afifah et al., 2018).

Formulasi konsentrasi bahan dasar dan juga *plasticizer* sebagai pemplastis pada pembuatan *edible film* diyakini memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik *edible film* (Karbowiak et al. 2006) (Rusli et al., 2017). Pemberian bahan tambahan lain juga dapat dilakukan pada proses pembuatan *edible film*. Penambahan senyawa antioksidan ataupun bahan-bahan alam yang memiliki sifat antioksidan dapat meningkatkan nilai fungsionalnya (Kusumawati dan Putri, 2013). Bahan tambahan lain seperti senyawa antibakteri diketahui juga dapat meningkatkan ketahanan film terhadap bakteri (Mulyadi et al., 2016).

PENGAPLIKASIAN EDIBLE FILM KARAGINAN PADA BUAH

Buah dan sayuran segar mengalami kerugian kualitas dan kuantitas yang besar setelah panen sepanjang rantai pasokan hingga ke konsumen. Beberapa teknik telah dikembangkan untuk menjaga kualitas produk hortikultura dan mengurangi kerugian kuantitas, seperti melibatkan pengaturan suhu saat panen, selama transportasi dan penyimpanan, memodifikasi atmosfer ruangan penyimpanan dan penerapan perlakuan kimia (Vanoli et al. 2015).

Beberapa penelitian mengenai pengaplikasian *edible film* sebagai *coating* ataupun kemasan buah baik pada buah segar ataupun buah potong menunjukkan adanya peningkatan umur simpan buah yang dapat dilihat dengan tingkat kekerasan buah dan tampilan fisik buah yang lebih baik dibandingkan dengan buah kontrol tanpa *coating* (Yan et al. 2019) (Gol et al., 2013). Beberapa metode pada pengaplikasian *edible film* atau *coating* pada buah dan sayur antara lain pencelupan (*dipping*), penyikatan (*brushing*), ekstruksi, penyemprotan (*spraying*) dan penguangan pelarut (Raghav et al., 2016)

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap pembuatan *edible film* karaginan sebagai pelapis (*coating*) yang umumnya diaplikasikan pada buah dengan variasi penggunaan *plasticizer* dan bahan tambahan lainnya serta parameter yang dilakukan untuk mengetahui sifat *edible film* yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Edible film karaginan (*Eucheuma cottonii*)

No	Komposisi Edible Film	Aplikasi	Parameter yang diuji	Referensi
1	Karaginan [1% ; 1,25% ; 1,5% ; 1,75%] Palm oil [10% ; 20% ; 30%] (pembuatan <i>edible film</i> dilakukan dengan melihat variasi konsentrasi karaginan dan <i>palm oil</i>)	Apel iris	<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan • Kuat tarik dan elongasi • Permeabilitas oksigen • Kapasitas serapan air • Kelarutan 	(Saiful <i>et al.</i> 2013)
2	Karaginan 2% + Gliserol 1% + tween 80 0,5%	Melon potong	<ul style="list-style-type: none"> • Susut bobot • Total padatan terlarut • Kekerasan • Nilai pH • Total plate count 	(Darmajana <i>et al.</i> 2017)
3	Karaginan [1% ; 2% (b/v)] Gliserol [0,5%; 1%; 1,5% (v/v)] (pembuatan <i>edible film</i> dilakukan dengan melihat variasi konsentrasi karaginan dan gliserol)	Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Susut bobot • Kandungan vitamin C • Total Padatan Terlarut 	(Mulyadi <i>et al.</i> 2014)
4	Karaginan [0,5%; 1% ; 1,5%; 2% ; 2,5%] Gliserol [1% ; 2%]	Stroberi (<i>Fragaria x ananassa</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Kekerasan • Susut bobot • Kandungan padatan terlarut • Kadar vit. C dan total asam 	(Sari <i>et al.</i> 2015)
5	Karaginan 0,8% (b/v) CMC [0,5% ; 0,75% ; 1% ; 1,25% ; 1,5% (v/v larutan karaginan)]	Nanas	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tarik • Perpanjangan putus • Susut bobot • Perubahan warna 	(Pawignya <i>et al.</i> 2015)
6	Karaginan Beeswax NP-ZnO (pembuatan <i>edible film</i> dilakukan dengan melihat karakteristik dari perbandingan komposisi yaitu karaginan ; karaginan+ beeswax ; karaginan+ NP-ZnO ; karaginan + beeswax + NP-ZnO)	Mangga	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tarik • Elongasi • Kekerasan • Susut bobot • Warna • Total asam • Laju transmisi uap air • Produksi CO₂ 	(Meindrawan <i>et al.</i> 2017)
7	Karaginan 5% (b/v) + Sorbitol 5% (v/v) Karaginan 5% (b/v) + lilin lebah 0,5% (b/v) + Sorbitol 5% (v/v)		<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tarik • Elongasi • Kelarutan 	(Fardhayanti <i>et al.</i> 2015)
8	Karaginan [1% ; 2% ; 3% (b/v)] Gliserol [5% ; 10% ; 15% (b/b)] (pembuatan <i>edible film</i> dilakukan dengan melihat variasi konsentrasi karaginan dan gliserol)		<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan • Kadar Air • Daya larut • Kuat tarik dan elongasi 	(Rusli <i>et al.</i> 2017)
9	Karaginan [1-3%] Plasticizer (Gliserol, Sorbitol, dan PEG-300) [masing-masing dengan variasi konsentrasi 10-60%]		<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan • Kadar air • Permeabilitas uap air (WVP) • Sifat optik • Sifat ketahanan air • Kuat tarik • Analisis termal 	(Balqis <i>et al.</i> 2017)
10	Karaginan <i>semirefined</i> 0,8% (b/v) Gliserol 0,5% (v/v) beeswax [0,2% ; 0,3% ; 0,4%] (pembuatan <i>edible film</i> dilakukan dengan melihat variasi konsentrasi beeswax)		<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan • Kuat tarik dan elongasi • Kelarutan • Laju transmisi uap • Kadar air 	(Diova <i>et al.</i> 2013)
11	k-Karaginan 1,5% (b/v) Polietien glikol [2% ; 4% ; 6% ; 8% ; 10% (b/b)]		<ul style="list-style-type: none"> • Kuat tarik dan elongasi • Laju transmisi uap air (WVTR) 	(Fransiska <i>et al.</i> 2018)

12	Karaginan 2% Lilin lebah 0,1% (b/v _i) Gliserol 1% (b/v _i) + gula (Sukrosa ; glukosa ; fruktosa [0,5% ; 1% ; 1,5% (b/v _i)]]) (Pembuatan <i>edible film</i> dengan variasi gula dan konsentrasi gula)	<ul style="list-style-type: none"> • Kadar air • Ketebalan • Kuat tarik dan elongasi • Kecepatan transmisi uap (Afifah et al. 2018)
----	--	---

KARAKTERISASI EDIBLE FILM

Karakteristik yang umumnya dilakukan pada *edible film* antara lain sifat kekuatan tarik (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation break*), ketebalan, kelarutan, laju permeabilitas air, laju permeabilitas oksigen dan morfologi permukaan (Moey *et al.*, 2015) (Akili *et al.*, 2012) (Saiful *et al.*, 2013).

Bahan polimer seperti *edible film* dapat mengalami berbagai jenis tekanan selama penggunaannya. Menganalisis sifat mekanik dari *edible film* merupakan hal yang relevan untuk memprediksi perilakunya ketika diaplikasikan pada produk makanan. Kekuatan tarik dan perpanjangan putus merupakan suatu parameter yang berguna untuk menggambarkan sifat mekanik film dan sangat erat hubungannya dengan struktur internalnya (McHugh dan Krochta, 1994). Metode yang digunakan untuk pengujian sifat mekanik *edible film* umumnya mengacu pada ASTM D-882 (Saiful *et al.*, 2013) (Meindrawan *et al.* 2017).

Ketebalan pada *edible film* merupakan karakteristik yang penting untuk dapat menentukan kelayakannya pada pengaplikasiannya sebagai kemasan produk pangan. Ketebalan juga mempengaruhi sifat fisik dan mekanik pada *edible film* seperti kekuatan tarik dan perpanjangan putus dan juga permeabilitas uap air (Rusli *et al.* 2017). Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan yang terdapat dalam larutan dan juga ketebalan cetakan yang digunakan (Supeni *et al.* 2015)

Kelarutan juga merupakan salah satu sifat penting untuk aplikasi *edible film* sebagai ukuran ketahanan terhadap air dan mutu film (Caroline dan Pratiwi, 2017) (Rhim *et al.* 2000). Penentuan laju permeabilitas oksigen juga perlu untuk

dilakukan karena oksigen merupakan faktor penentu yang menyebabkan oksidasi yang mengawali terjadinya beberapa perubahan pada makanan seperti bau, warna, rasa dan juga penurunan nutrisi (Rungsinee dan Natcharee, 2007). Keadaan morfologi film juga diketahui mempengaruhi sifat mekanik film karena merupakan suatu indikator terhadap keutuhan struktur film yang dihasilkan (Moey *et al.* 2015).

Edible film karaginan (*kappa*-karaginan) dari *Eucheuma cottonii* diketahui dapat memberikan hasil yang baik dilihat dari kualitas fisik (Setijawati, 2017). Penelitian lain menunjukkan *kappa*-karaginan adalah komponen yang paling meningkatkan penghalang kelembaban dan keseluruhan sifat tarik dibandingkan dengan *iota* karaginan (Paula *et al.* 2015). Pengaplikasian *edible film* karaginan pada buah juga menunjukkan adanya peningkatan daya tahan dan umur simpan dibandingkan dengan buah yang tidak dilapisi (kontrol).

Pada beberapa penelitian yang dilakukan (Tabel 1), pembuatan *edible film* juga tidak lepas dari peran *plasticizer*, seperti gliserol, sorbitol, polietilen glikol, CMC, dan lainnya. Penambahan *plasticizer* juga membantu memperbaiki sifat *edible film* yang dihasilkan. Penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis film karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Nisa, 2014). Penelitian lain menunjukkan penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* membantu mengurangi permeabilitas film terhadap oksigen dan juga mengurangi kegetasan film yang dihasilkan sehingga sifat tarik meningkat (Murni *et al.* 2013). Peningkatan pada konsentrasi gliserol dan sorbitol membuat film yang dihasilkan lebih buram dan

meningkatkan kestabilan termal (Cao *et al*, 2018). Penambahan *plasticizer* juga memberikan pengaruh terhadap ketebalan film yang dihasilkan karena meningkatkan polimer penyusun matriks (Sitompul *et al*. 2017)

KESIMPULAN

Penggunaan karaginan (κ -karaginan) dari *Eucheuma cottonii* pada edible film dapat memberikan hasil yang

baik terhadap sifat fisik dan mekanis yang dihasilkan. Pengaplikasiannya pada buah diketahui dapat menambah daya tahan dan umur simpan buah dibandingkan dengan buah tanpa edible film. Penambahan *plasticizer* juga diperlukan untuk membantu meningkatkan sifat fisik dan mekanis edible film yang dihasilkan sehingga diperoleh edible film yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Afifah, Nok., Sholichah, Enny., Indrianti, N., & Darmajana, D.A. (2018). Pengaruh kombinasi *plasticizer* terhadap karakterisasi *edible film* dari karagenan dan lilin lebah. *BIOPROPAL INDUSTRI*. Vol. 9. No. 1 : 49-60
- Akili, M.S., Ahmad, Usman., & Suyatma, N.E., (2012). Karakterisasi *edible film* dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang. *JTEP Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 26.No. 1 : 39-46
- Amaliyah, R.R., & Putri, W.D.R. (2014). Karakterisasi *edible film* dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2. No. 3: 43-53
- Balqis, A.M.I., Khaizura, M.A.R.N., Russly, A.R, Nur & Hanani, Z.A. (2017). Effects of plasticizers on the physicochemical properties of kappa-carrageenan films extracted from *Eucheuma cottonii*. *International Journal of Biological Macromolecules*. Elsevier. 721-732. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.105>
- Campo, V.L., Kawano, D.F., Dilson Braz da Silva Jr, Carvalho, I. (2009). Carrageenans : Biological properties, chemical modifications and structural analysis – A review. *Carbohydrate Polymers* 77: 167-180.
- Cao, L., Liu, Wenbo, & Wang, Lijuan., (2018). Developing a green and edible film from Cassia gum: The effects of glycerol and sorbitol. *Journal of Cleaner Production* 175: 276-282
- Caroline, C. & Pratiwi, A.R. (2017). Biopreservatif alami dalam pembuatan *edible film* karagenan *Eucheuma cottonii* dengan polietilen glikol sebagai *plasticizer*. *Jurnal Agroteknologi*. Vol 11. No. 2 : 148- 155.
- Carthew, Phil. (2002). Safety of Carrageenan in Foods. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 110. No. 4
- Darmajana, D.A., Afifah, N., Solihah, E., & Indriyanti, N. (2017). Pengaruh pelapis dapat dimakan dari karagenan terhadap mutu melon potong dalam penyimpanan dingin. *AGRITECH*. Vol. 37. No. 3 : 280-287 DOI : <http://doi.org/10.22146/agritech.10377>
- 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*. Vol 2. No. 3 : 1-10.
- Distantina, S., Fadilah., Rochmadi., Moh. Fahrurrozi., & Wiratni. (2010). Proses ekstraksi karagenan dari *Eucheuma cottonii*. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. ISSN: 1411-4216. 1-6.
- Dwimayasanti, Rany.(2016). Pemanfaatan Karaginan sebagai *edible film*. *Oseana*. Volume XLI. Nomor 2. ISSN 0216-1877. 8-13.
- Ega, La., 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
- Fardhayanti, D.S., & Julianur, S.S. (2015). Karakterisasi *Edible Film* Berbahan dasar ekstrak karagenan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 4(2) : 68-73. DOI: 10.15294/jbat.v4i2.4127
- Fransiska, D., Giatmi, Irianto, H.E., Darmawan, M., & Melanie, S. (2018). Karakteristik film k-karaginan dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol. *JPB Kelautan dan Perikanan*. Vol. 13. No. 1 : 13-20. DOI :<http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v13i1.504>
- Garcia, Maria A. ., Martino, Miriam N. .,& Zaritzky, Noemi E. ., (1999). Edible Strach Films and Coatings Characterization : Scanning Electron Microscopy, Water Vapor, and Gas Permeabilities. *SCANNING*. Vol. 21: 348-353.
- Gol, Neeta B., Patel, Pooja R., & Rao, T.V. Ramana ., (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology* 85 : 185-195. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>
- Guilbert, S., N. Gontard., & B.Cuq. (1995). Technology and applications of edible protective films. *Packaging Technology and Science*. Vol. 8: 339-346.
- H.P. Sudaryati., S. Tri Mulyani, & 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.
- Herliany, N.E., Santosa, J., & Salamah, E., (2013). Karakteristik biofilm berbahan dasar karaginan. *Jurnal Akuatika*. ISSN 0853-2523. Vol. IV. No. 1.: 10-20.
- Hoffmann, Rainer A. ., Gidley, Michael J. ., Cooke, David., Frith, William J. ., (1995). Effect of isolation procedures on the molecular composition and physical properties of *Eucheuma cottonii* carrageenan. *Food Hydrocolloids*. Vol. 9. No.4 : 281-289.
- Hudha, M.I., Sepdwiyan, R., & Sari, S.D. (2012). Ekstraksi karaginan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan variasi suhu pelarut dan waktu operasi. *Berkala Ilmiah 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*. Volume 2. No. 4: 29-40

- J.W. Rhim, A.Gennadios, A. Handa, C.L. Weller and M.A. Hanna. 2000. Journal of Agriculture and Food Chemistry 48 : 4937-4941
- 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
- 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*. Vol. 1. No. 1 : 90-100.
- Lin, D & Zhao, Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 6 : 60-75.
- Manuhara, G.J., Praseptiangga, Danar., & Riyanto, R.A. (2016). Extraction and characterization of refined k-carrageenan of red algae [*Kappaphycus alvarezii* (Doty ex P.C. Silva, 1996)] originated from Karimun Jawa Islands. *2nd International Symposium on Aquatic Products Processing and Health ISAPPROSH 2015. Aquatic Procedia* 7: 106-111. DOI: 10.1016/j.aqpro.2016.07.014
- Meindrawan, B., Suyatma, N.E., Muchtadi, T.R., & Iriani, E.S. (2017). Aplikasi Pelapis Bionanokomposit berbasis Karagenan untuk Mempertahankan Mutu Buah Mangga Utuh. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 5. No. 1 : 89-96
- 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
- Mulyadi, A.F, Kumalaningsih, S., LG, Deborah Giovanny. (2014). Aplikasi *edible coating* untuk menurunkan tingkat kerusakan jeruk manis (*Citrus sinensis*) (Kajian Konsentrasi karagenan dan gliserol). *Prosiding Seminar Nasional. Program Studi Teknologi Industri Pertanian bekerjasama dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri (APTA)*. 507-516.
- Mulyadi, A.F., Pulungan, M.H., & Nur Qayyum. (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*. Vol. 5. No. 3 : 149-158.
- Murni, S.W., Pawignyo, H., Widyawati, D., & Sari, N. (2013). Pembuatan *edible film* dari tepung jagung (*Zea Mays* L.) dan kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. ISSN 1693-4393. 1-9.
- Mustapha, S., Chandra, H., Z.Z. Abidin., Saghravani, R., & M.Y. Harun. (2011). Production of semi-refined carragenan from *Eucheuma cottonii*. *Journal of Science & Industrial Research*. Vol. 70: 865-870
- Olivas, G. I., & Barbosa-Canovas, G., (2009). Edible films and coatings for fruits and vegetables. *Edible Films and Coatings for Food Application*. Springer. e-ISBN 978-0-387-92824-1 : 211-244. DOI 10.1007/978-0-387-92824-1

- Parenrengi, Andi & Sulaeman. (2007). Mengenal Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Media Akuakultur*. Vol. 2. No. 1
- Paula, G.A., Benevides, Norma M.B., Cunha, Arcelina P., Ana Vitoria de Oliveira., Alaides M.B. Pinto., Joao Paulo S. Morais., Henriette M.C. Azeredo. (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>
- Pawignya, H., Retno, Dyah Tri., Verkasa H, Boan Tua., & Novie Valentina. (2015). Pembuatan *Edible Film* dari Karaginan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* untuk Mengawetkan Buah Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. ISSN 1693-4393 : B1-B7
- Prasetyowati., A, Corrine Jasmine., & Agustiawan, D., (2008). Pembuatan Tepung Karaginan Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Berdasarkan Perbedaan Metode Pengendapan. *Jurnal Teknik Kimia*. No. 2. Vol. 15 : 27-33
- Raghav, Pramod Kumar., Agarwal, Nidhi ., & Saini, Mitu. (2016). Edible coating of fruits and vegetables : a Review. *International Journal of Science Research and Modern Education (IJSRME)*. ISSN : 2455-5630. Vol. 1. Issue I: 188-204
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, Tahir, M.M. (2017). Karakterisasi *edible film* karagenan dengan pemplastis gliserol. *JPHPI*. Vol. 20. No. 2: 219-229. DOI: <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>
- Rungsinee , S., & Natcharee, P. (2007). *Food Research International* 4: 365-370
- Saiful., Saleha, S., & Salman. (2013). Preparation and characterization edible film packaging from carrageenan. *Proceedings of The 3rd Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) 2013 in conjunction with The 2nd International Conference on Multidisciplinary Research (ICMR)*. Volume 3. No. 3. 44-50.
- Santoso, Budi., Marsega, A., Priyanto, G., & Pambayun, R. (2016). Perbaikan sifat fisik, kimia, dan antibakteri *edible film* berbasis pati Ganyong. *AGRITECH*. Vol. 36. No. 4 : 379-386. DOI : <http://dx.doi.org/10.22146/agritech.16759>
- Sari, Rita Nopita., Novita, Dwi Dian., & Sugianti, Cicih., (2015). Pengaruh konsentrasi tepung karaginan dan gliserol sebagai *edible coating* terhadap perubahan mutu buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol. 4. No. 4 : 305-314.
- Setijawati, D. (2017). Penggunaan *Eucheuma sp* dan chitosan sebagai bahan *edible film* terhadap kualitasnya. *Journal of Fisheries and Marine Science*. Vol. 1. No. 1
- Sitompul, A.J.W.S &, Zubaidah, Elok. (2017). Pengaruh Jenis dan konsentrasi *plasticizer* terhadap sifat fisik *edible film* kolang kaling (Arenga pinnata). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 5. No. 1: 13-25.
- Supeni, G., Cahyaningtyas, A.A., & Fitriana, A. (2015). Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada *edible film* karagenan

- dan tapioka termodifikasi. *J. Kimia Kemasan*. Vol. 37. No. 2 : 103-110.
- T, Bourtoom. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15(3). 1-12
- T.H. McHugh and J.M. Krochta. 1994. *J. Agric. Food Chem.* 42 :841-845
- 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
- Vanoli, M., Grassi, M., Buccheri, M., & Rizzolo, A. (2015). Influence of edible coatings on postharvest physiology and quality of honeydew melon fruits (*Cucumis melo L. Inodorus*). *Adv. Hort. Sci.* 29(2-3): 65-74
- Yan, Jiawei., Luo, Zisheng., Zhaojun Ban., Hongyan Lu., Dong Li., Dongmei Yang., Morteza Soleimani Aghdam, Li Li. (2019). The Effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 147: 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.09.002>.