



Karakterisasi *Edible Film* Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*)

Dewi Selvia Fardhyanti✉, Syara Sofia Julianur

DOI 10.15294/jbat.v4i2.4127

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:
Diterima Oktober 2015
Disetujui Desember 2015
Dipublikasikan Desember 2015

Keywords:
edible film, extraction, carrageenan, NaOH.

Abstrak

Proses ekstraksi karagenan dilakukan selama 2 jam pada suhu 80-90°C menggunakan pelarut natrium hidroksida (NaOH) dengan variasi konsentrasi 0,55N; 0,75N; 0,95N; 1,2N; 1,4N. Pembuatan edible film berbahan dasar karagenan dilakukan dengan 2 jenis campuran yaitu komposit karagenan dengan lilin lebah dan ditambah plasticizer sorbitol, serta karagenan dengan plasticizer sorbitol. Yield optimal proses ekstraksi karagenan diperoleh pada konsentrasi NaOH 1,2N sebesar 43,42%, kadar sulfat optimal diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,45N sebesar 10,28%, kadar air optimal diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,9 N sebesar 8,47%. Identifikasi uji FTIR menunjukkan adanya gugus ester sulfat pada spektrum 1227,67 cm⁻¹, adanya ikatan glikosidik pada spektrum 1067,17 cm⁻¹, adanya gugus fungsi 3,6 anhidrogalaktosa pada spektrum 931,04 cm⁻¹, dan adanya gugus fungsi galaktosa 4-sulfat yang mengidentifikasi jenis kappa-karagenan pada spektrum 848,19 cm⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa edible film yang dibuat dari campuran komposit karagenan dan lilin lebah mempunyai karakteristik terbaik, yaitu kuat tarik tertinggi sebesar 1,0755 MPa; presentase perpanjangan tertinggi sebesar 257,738%; dan kelarutan tertinggi sebesar 15,45%.

Abstract

Extraction process of carrageenan doing at 2 hours with temperature 80-90°C using sodium hydroxide with variant concentration of sodium hydroxide is 0,55N; 0,75N; 0,95N; 1,2N; 1,4N. The edible film makes with raw material carrageenan with 2 blended material is carrageenan composite with beeswax and the plasticizer sorbitol, along carrageenan with plasticizer sorbitol. The optimal yield from extraction process of carrageenan result at concentration of sodium hydroxide 1,2 N with value 43,42%. Optimal sulphate content get result at concentration of sodium hydroxide 0,45 N with value 10,28%. Optimal water content get result at concentration of sodium hydroxide 0,9 N with value 8,47%. Identification from FTIR to showing group of ester sulphate at spectrum 1227,67 cm⁻¹. The identification chains of glicoxide at spectrum 1067,17 cm⁻¹, the identification of group function 3,6 anhydrogalactose at spectrum 931,04 cm⁻¹, and for group function galactose 4-sulphate can identification kind of kappa-carrageenan at spectrum 848,19 cm⁻¹. Result of this ressearch showing the edible film makes with from blanded carrageenan composite and beeswax has best characteristic is high tensile strength with value 1,0755 MPa, percent elongation with 257,738% and miscible with value 15,45%.

© 2015 Semarang State University

✉Corresponding author:
Gedung E1 Lantai 2 Fakultas Teknik
Kampus Unnes Sekaran Gunung Pati, Semarang 50229
E-mail: dewiselvia@yahoo.com

PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan perairan yang berpotensi menghasilkan hasil laut yang cukup besar. Salah satunya yaitu rumput laut yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Rumput laut tersebut dapat menghasilkan karagenan. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KPP) (2011) menyatakan, bahwa pada tahun 2007, produksi rumput laut Indonesia mencapai 1,7 juta ton dan terus meningkat menjadi 2,9 juta ton pada tahun 2009 dan 3,9 juta ton pada tahun 2010. Sedangkan untuk jumlah produksi karagenan di Indonesia tahun 2007 sebesar 17.000 ton, atau 20% total kapasitas produksi karagenan dunia mencapai 84.700 ton (Dakay, 2008).

Karagenan merupakan getah rumput laut dari jenis *Eucheuma cottonii* dan termasuk dalam kelas alga merah (*rhodophyceae*) yang diekstraksi dengan air atau larutan alkali yang selanjutnya dilakukan pemisahan karagenan dari pelarutnya. Karagenan adalah polisakarida linier dengan molekul besar yang terdiri atas lebih dari 1000 residu galaktosa yang terdiri dari ester, kalium, natrium, dan kalium sulfat dengan galaktosa dan 3,6 anhidrogalaktokopolimer (Chapman, 1980). Karagenan dibagi menjadi tiga jenis yaitu kappa, iota, dan lamda, dimana ketiga jenis ini dibedakan berdasarkan perbedaan ikatan sel dan sifat gel. Kappa karagenan menghasilkan sifat gel terkuat, sedangkan lambda karagenan tidak membentuk gel dalam air, tetapi lambda karagenan berinteraksi baik dengan protein sehingga jenis ini cocok untuk produksi makanan. *Eucheuma cottonii* termasuk penghasil jenis kappa karagenan yang larut dalam air panas, serta membentuk gel dalam air (Chapman, 1980).

Karagenan telah banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, non pangan (seperti tekstil, cat) dan pangan (makanan dan minuman) sebagai pengental, pengemulsi, suspensi, pembentuk gel, dan stabilisator. Karagenan juga digunakan sebagai pelapis bahan pangan atau bahan pembentuk *edible film* (Meyer, dkk., 1959). Kemasan yang banyak digunakan biasanya terbuat dari bahan plastik atau disebut pengemas sintesis. Selain itu, pengemas sintesis dapat didegradasi secara alami sehingga dapat menimbulkan limbah dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan pengemas yang tidak merugikan, seperti *edible film* yang biodegradable sehingga dapat mengurangi limbah serta ramah lingkungan.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai karakterisasi *edible film* diantaranya

adalah Suryaningrum dkk., (2005) mengkaji karakteristik *edible film* campuran karagenan dengan tapioka sebagai *plasticizer*. Nurlaila dkk., (2013), meneliti karakteristik *edible film* dengan karagenan yang diekstraksi dengan menggunakan KOH dan campuran *edible film* yaitu dengan variasi konsentrasi karagenan menghasilkan karakteristik *edible film* dengan penggunaan konsentrasi karagenan 1,5% menghasilkan *edible film* terbaik dengan sifat-sifat kuat tarik 5516,67 kgf/cm², persen pemanjangan 43,05%. Delya dkk., (2013) meneliti karakter *edible film* komposit karagenan dan variasi konsentrasi *beeswax*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* terbaik dihasilkan pada penambahan *beeswax* 0,3% dengan daya kuat tarik 2,248 kgf/cm², persentase pemanjangan 15,890% kelarutan 39,1547%.

Pada penelitian ini yang membedakan dari penelitian sebelumnya yaitu variabel yang digunakan untuk pembuatan *edible film*. Variabel yang digunakan yaitu jenis campuran antara komposit hidrokoloid lipida, dan hidrokoloid. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh konsentrasi pelarut terhadap karakteristik karagenan yang dihasilkan dan mengetahui pengaruh perbedaan jenis bahan campuran terhadap karakteristik *edible film*.

METODE

Ekstraksi Karagenan dengan Pelarut Alkali

Rumput laut kering dengan berat 7 gram direndam selama 15 menit. Setelah itu rumput laut disaring. Ekstraksi dilakukan dengan gelas beker 250 mL yang dipanaskan dalam kompor listrik. Percobaan ini dilakukan dengan variasi konsentrasi pelarut yang digunakan untuk ekstraksi karagenan yaitu NaOH 0,55 N; 0,75 N; 0,95 N; 1,2 N; 1,4 N. Mula-mula pelarut dipanaskan terlebih dahulu, setelah mencapai suhu 90°C rumput laut dimasukkan dan waktu ekstraksi mulai dihitung, waktu ekstraksi selama 2 jam. Rasio rumput laut kering - pelarut adalah 1:30 (g/mL) (Aprillia, dkk., 2006). Volume pelarut dijaga konstan dengan cara menambahkan akuades panas setiap saat. Setelah waktu tertentu, ekstraksi dihentikan dengan cara filtrat dipisahkan dari ampas rumput laut. Filtrat ini ditampung ke dalam gelas beker yang berisi etanol 96% dengan 3 kali volume filtrat, sambil diaduk sehingga terbentuk serat-serat hidrokoloid (serat karagenan). Setelah didiamkan sekitar 30 menit, serat disaring. Karagenan basah dikeringkan dengan oven 80°C sampai berat konstan sehingga diperoleh karagenan kering. Analisis terhadap karagenan meliputi *yield* karagenan, kadar sulfat, kadar air

dan identifikasi komposisi kimia dengan spektrum *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pembuatan *Edible Film* Berbahan Dasar Karagenan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *edible film* sebagai berikut: larutan karagenan dibuat dengan konsentrasi masing-masing 5%(b/v) dengan cara, yaitu masing-masing 5 gram tepung karagenan dimasukkan dalam gelas ukur 100 mL dan ditambahkan aquades sampai volume 100 mL, kemudian diaduk dengan pengaduk magnet dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* sampai suhu 60°C. Setelah itu jenis campuran pertama ditambahkan sorbitol sebanyak 5%(v/v) sebagai *plasticizer* sambil terus diaduk dan dipanaskan sampai suhu 80°C yang dipertahankan selama 5 menit, dan jenis campuran kedua ditambahkan sorbitol sebanyak 5%(v/v) dan lilin lebah (*beeswax*) sebanyak 0,5% (b/v).

Selanjutnya larutan karagenan dituang ke dalam cetakan atau plat kaca dan dilakukan proses pengeringan dengan oven (pada suhu 50°C selama 12 jam) sehingga diperoleh lapisan film. Lapisan film karagenan tersebut didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Setelah dingin, *edible film* karagenan dipisahkan dari plat kaca. Selanjutnya dilakukan analisis sifat-sifat fisik dan mekaniknya (meliputi kuat tarik, perpanjangan, kelarutan).

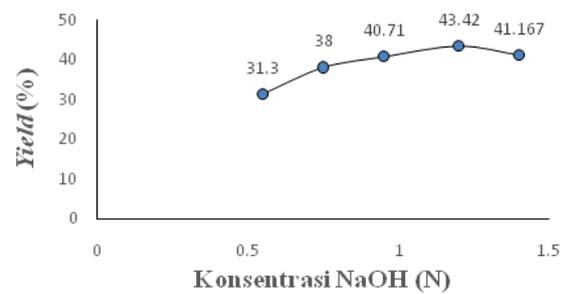
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Karagenan

Proses ekstraksi karagenan dilakukan selama 2 jam pada suhu 80-90°C menggunakan pelarut NaOH dengan variasi konsentrasi 0,55 N; 0,75 N; 0,95 N; 1,2 N; 1,4 N. Berdasarkan penelitian Huda, (2012) kenaikan suhu ekstraksi meningkatkan *yield* karagenan, tetapi pada suhu lebih dari 90°C maka *yield* karagenan akan mengalami penurunan. Demikian pula dengan waktu ekstraksi, *yield* karagenan akan semakin besar, hal ini disebabkan karena semakin lama rumput laut berinteraksi dengan panas dan larutan pengeksrak, maka semakin banyak karagenan yang terlepas dari dinding sel dan menyebabkan struktur karagenan menjadi rusak sehingga menurunkan *yield* karagenan (Hidayah, 2013). Rumput laut sebanyak 7 gram direndam dalam aquades selama 15 menit, perendaman ini bertujuan untuk membersihkan rumput laut dan membuat rumput laut mengembang karena menyerap air sehingga dapat mempercepat proses keluarnya gel pada proses ekstraksi, serta dapat menghilangkan bau dari rumput laut, selanjutnya rumput laut diekstrak dengan menggunakan pelarut NaOH.

Karakteristik Karagenan

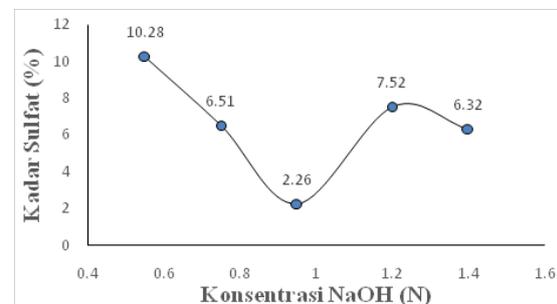
Gambar 1 menunjukkan bahwa *yield* karagenan yang dihasilkan berkisar antara 31-41%. *Yield* tertinggi dihasilkan pada perlakuan konsentrasi NaOH 1,2 N, sedangkan *yield* terendah dihasilkan pada perlakuan konsentrasi NaOH 0,55 N.



Gambar 1. Hubungan antara *yield* (%) karagenan dengan konsentrasi NaOH.

Hasil penelitian ini terlihat bahwa *yield* karagenan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi NaOH, hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi basa yang tinggi dapat memecah dinding sel rumput laut. *Yield* karagenan pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian Distantina (2012) yang menyebutkan bahwa *yield* (%) karagenan tertinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 1 N yaitu sebesar 35,56%.

Kadar sulfat merupakan salah satu faktor penentu kualitas produk rumput laut (Moirano, 1977). Hasil ekstraksi rumput laut biasa dibedakan berdasarkan kandungan sulfatnya. Kadar sulfat yang ditetapkan standar FAO, yaitu sebesar 18-40%. Kadar sulfat tertinggi dihasilkan pada konsentrasi NaOH 0,45 N dan kadar sulfat terendah dihasilkan pada konsentrasi NaOH 0,95 N

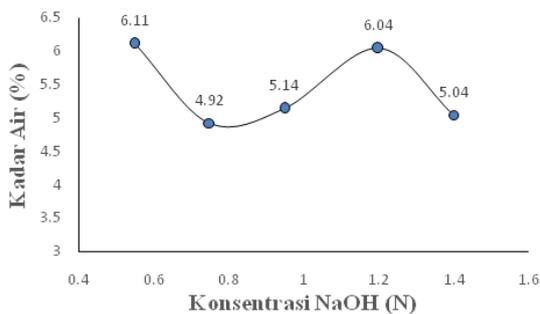


Gambar 2. Hubungan antara kadar sulfat dengan konsentrasi NaOH.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar sulfat tertinggi pada perlakuan konsentrasi NaOH 0,55 N sebesar 10,58% dan kadar sulfat terendah

pada perlakuan konsentrasi NaOH 0,95 N sebesar 2,26%. Kadar sulfat karagenan pada penelitian ini lebih sedikit dari standar FAO. Kadar sulfat pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian Romenda, dkk., (2013) yang menyebutkan bahwa kadar sulfat tertinggi diperoleh pada NaOH 6% sebesar 7,85% dan terendah pada NaOH 4% dengan 3,84%.

Analisa kadar air bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kandungan air yang masih tertinggal karena ini berkaitan dengan mutu dari karagenan tersebut. Hasil kadar air pada penelitian ini berkisar antara 4,92-6,11% (Gambar 3). Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar air tertinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,55 N yaitu sebesar 6,11% dan kadar air terendah diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,75 N yaitu sebesar 4,92%. Kadar air dengan nilai tertinggi sudah memenuhi standar FAO, dimana standar FAO untuk kadar air adalah maksimal 12%. Kadar air pada penelitian ini memiliki nilai yang rendah dibandingkan dengan Romenda dkk., (2013) yang menyatakan hasil kadar air tertinggi yang diperoleh oleh larutan NaOH 8% sebesar 25,45% dan terendah larutan 6% sebesar 21,49%.



Gambar 3. Hubungan antara kadar air dengan konsentrasi NaOH.

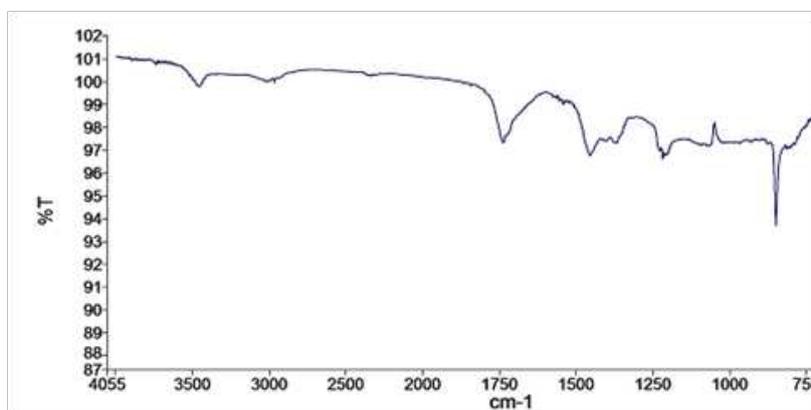
Analisis FTIR digunakan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi molekul

yang terdapat dalam suatu sampel. Data spektroskopi yang digunakan untuk identifikasi mengacu pada data spektrum karagenan standar. Dan sebagai pembanding digunakan karagenan produksi Sigma.

Gambar 4 merupakan spektrum FTIR pada hasil optimal proses ekstraksi karagenan (dengan pelarut NaOH 1,2 N), memperlihatkan struktur kimia karagenan jenis kappa karagenan, dengan menunjukkan adanya ikatan S=O gugus ester sulfat pada spektrum 1227,67 cm⁻¹, adanya ikatan glikosidik pada spectrum 1067,17 cm⁻¹, adanya ikatan C-O gugus 3,6 anhidro-galaktosa pada spektrum 931,04 cm⁻¹, dan adanya ikatan C-O-SO₃ pada gugus fungsi galaktosa 4-sulfat yang mengidentifikasi jenis kappa-karagenan pada spektrum 848,19 cm⁻¹. Hal ini menunjukkan spektrum karagenan hasil isolasi telah memenuhi spesifikasi dengan karagenan komersial karena gugus-gugus fungsi yang terdapat pada spektrum karagenan sampel yang dihasilkan identik dengan spektrum standar karagenan.

Pembuatan *Edible Film* Berbahan dasar Karagenan

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *edible film* ini yaitu karagenan hasil ekstraksi yang memiliki hasil optimal pada proses sebelumnya. Karakteristik *edible film* karagenan yang dihasilkan tergantung pada berbagai faktor, antara lain sifat-sifat dan jenis karagenan, *plasticizer* yang digunakan, dan jenis bahan campuran, sehingga, pada penelitian ini dilakukan atas 2 jenis campuran yaitu komposit karagenan dan lilin lebah ditambah *plasticizer*, serta karagenan ditambah *plasticizer*. Komposit karagenan dan lilin lebah merupakan komposit film yang terdiri dari komponen hidrokoloid (karagenan) dan lipid (lilin lebah). Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid.



Gambar 4. Kurva spektrum FTIR karagenan.

Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Selain bahan baku, ditambahkan pula *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan yang ditambahkan ke dalam suatu bahan pembentuk film untuk meningkatkan fleksibilitasnya, karena dapat menurunkan gaya intermolekul sepanjang rantai polimernya, sehingga film akan elastis atau lentur. *Plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini yaitu sorbitol (McHugh dkk., 1994).

Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Karagenan

Kuat tarik (*tensile strength*) menunjukkan nilai maksimum gaya yang diproduksi jika dilakukan uji tarik. Semakin tinggi gaya yang diproduksi maka kekuatan tariknya akan semakin besar. *Edible film* yang memiliki dengan kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik (Suryaningrum dkk., 2005). Kuat tarik *edible film* pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Pada tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik pada jenis bahan campuran komposit karagenan dan lilin lebah lebih tinggi sebesar 1,0755 MPa dibandingkan dengan jenis campuran karagenan saja. Kuat tarik pada komposit karagenan yang tinggi karena dipengaruhi oleh adanya lilin lebah yang bersifat hidrofobik yang kuat. Hasil kuat tarik pada penelitian ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian Handito (2011) yang menghasilkan kuat tarik sebesar 0,89 MPa.

Persentase perpanjangan merupakan persen pertambahan panjang film maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai film putus dibandingkan dengan panjang awalnya. Persentase pemanjangan dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Krochta dan De Muller-Jhonson, 1997). Persentase pemanjangan *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase pemanjangan pada campuran komposit karagenan dan lilin lebah memiliki nilai yang tinggi

sebesar 257,87% dibandingkan dengan campuran karagenan saja. Hal ini disebabkan karena campuran komposit terdiri dua komposisi yang digabungkan yaitu komposisi karagenan sebagai hidrokoloid dan lilin lebah sebagai lipida. Hasil karagenan tanpa penambahan lilin lebah memiliki pemanjangan lebih rendah disebabkan pada molekul yang terbentuk pada karagenan akan membentuk matriks sehingga film akan tidak bersifat elastis atau mudah putus (getas). Pada penelitian ini juga memiliki persentase pemanjangan yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian Handito (2011) yang menyatakan persentase pemanjangan tertinggi yaitu sebesar 3,97%, dan penelitian Delya (2013) yang memiliki persentase pemanjangan tertinggi yaitu pada komposit karagenan dengan konsentrasi lilin lebah 0,3% sebesar 15,890%.

Penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan film plastik *biodegradable* yang dibuat dari biji kulit durian dengan penambahan kitosan dangliserol sebagai bahan *plasticizer* yang hanya mempunyai nilai kuat tarik sebesar 1187,732 N/m² dan persentase perpanjangan sebesar 7,547% (Handayani, 2015).

Kelarutan merupakan tolak ukur untuk suatu film dapat larut ketika akan dikonsumsi dan juga untuk menentukan *biodegradable film* ketika akan dijadikan atau digunakan untuk pengemasan. Kelarutan film untuk menunjukkan integritas film dalam lingkungan cair. Film dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan ketahanan film terhadap air lebih rendah, serta menunjukkan sifat hidrofilisitas film tersebut.

Tabel 1 menunjukkan bahwa *edible film* terbaik dari segi kelarutan pada campuran komposit karagenan dan lilin lebah dengan nilai kelarutan yang tinggi yaitu sebesar 15,45%. Nilai kelarutan tertinggi menunjukkan bahwa *edible film* tersebut bagus karena sangat berperan ketika film tersebut dikemas untuk produk yang dapat dimakan. Ketahanan dalam air merupakan sifat yang penting untuk dimiliki oleh film untuk penerapannya sebagai pelindung makanan (Imeson, 1999).

Tabel 1. Karakteristik *edible film* berbahan dasar karagenan

Analisa	Jenis Campuran	
	Komposit Karagenan dan Lilin lebah + Sorbitol	Karagenan + Sorbitol
Kuat tarik (<i>tensile strength</i>)	1,0755 MPa	0,9930 MPa
Perpanjangan (<i>elongation</i>)	257,8738 %	154,5198 %
Kelarutan	15,45 %	14,26 %

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, *yield* karagenan maksimal sebesar 43,42% diperoleh pada konsentrasi NaOH 1,2 N, kadar sulfat karagenan maksimal sebesar 10,28% diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,45 N, kadar air karagenan maksimal sebesar 8,47% diperoleh pada konsentrasi NaOH 0,75 N. Identifikasi dengan FTIR menunjukkan bahwa karagenan pada penelitian ini termasuk dalam jenis kappa-karagenan. Jenis campuran berpengaruh pada karakteristik *edible film* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* yang dibuat dari campuran komposit karagenan dan lilin lebah mempunyai karakteristik terbaik, yaitu kuat tarik tertinggi 1,0755 MPa, persentase perpanjangan tertinggi 257,738%, dan kelarutan tertinggi 15,45%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprillia Indah A. dkk., 2006. Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut jenis *Eucheuma Cottonii*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia: Palembang.
- Chapman, V.J., and Chapman, D.J. 1980. "Seaweds and Their Uses", 3rd ed., Chapman and Hall, New York.
- Dakay, B.U. 2008. Developing Partnership Between The Phillipnes and Indonesia in The Seaweed Industry. Seaweed Industry Association of The Phillipines.
- Delya Diova, Darmanto YS, dan Rianingsih Laras. 2013. Karakteristik *Edible Film* Komposit *Semirefined* Karaginan Dari Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* dan *Beeswax*. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Volume 2, Nomer 3: Semarang.
- Distantina Sperisa., Rochmadi., Wiranti, dan Fahrur-rozi. 2012. Mekanisme Proses tahap Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pelarut Alkali. Journal Of Marine Research. Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013, Halaman 127-133.
- Handayani Prima Astuti dan Hesmita Wijaya. 2015. Pembuatan Film Plastik *Biodegradable* dari Limbah Biji Durian (*durio zibethinus murr.*). Jurnal Bahan Alam Terbarukan. Volume 4, Nomor 1, Tahun 2015, Halaman 27-34.
- Handito, Dody. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. Jurnal Agroteksos. Volume 21, No. 2-3. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram.
- Imeson, A. 1999. Thickening and Gelling agents for Food. Aspen Publishers Inc. Maryland.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2011. Statistik Perikanan Budidaya Indonesia 2010. Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Krochta & De Mulder Johnston. 1997. Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities. Food Technology 51.
- Mc Hugh dan Krochta. 1994. Sorbitol vs Gliserol Plasticized Whey Protein Edible Film: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Strength Evaluation. J. of Agriculture and Food Chem. 42 (4)
- Meyer, R.C., A.R. Winter and H.H Weister, 1959. Edible protective coatings for extending the self life of poultry. Food Technology, 13: 146- 148.
- Moirano, A.L., 1977. Sulphated Seaweed polysaccharides In Food Colloids, Graham MD (editor). The AVI Publishing Company Inc, Westpoint Connecticut.
- Nurlaila Herliany, Santoso Joko, dan Salamah Ella. 2013. Karakteristik Biofilm Berbahan Dasar Karagenan. Jurnal Akuantika Vol. IV No.1: Bogor.
- Romenda Ardiawan Pandu, Pramesti Rini, dan Susanto AB. 2013. Pengaruh Perbedaan Jenis Dan Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Kekuatan Gel Dan Viskositas Karaginan *Kappaphycus alvarezii*. Journal Of Marine Research. Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013, Halaman 127-133.
- Suryaningrum ThD, Basmal J, Nurochmawati. 2005. Studi pembuatan edible film dari karaginan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 11(4): 1- 13.