Jurnal Teknologi Hasil Perikanan
Volume 05 Nomor 01 Januari 2025

SIFAT FISIK *EDIBLE FILM* KARAGENAN RUMPUT LAUT *Euchema cottonii*

PHYSICAL PROPERTIES OF *Eucheuma cottonii* SEAWEED CARRAGEENAN *EDIBLE FILM*

Anna M. Corputty[1*], Max R. Wenno[2], Sherly Lewerissa[2]
[1]Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FFPIK, Universitas Pattimura
[2]Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, FPIK, Universitas Pattimura

[*]*Korespondensi: annamcorputty28@gmail.com*

ABSTRAK

Edible film merupakan salah satu alternatif kemasan yang dapat diaplikasikan pada bahan pangan karena sifatnya yang dapat terurai secara alami (biodegradable) sehingga ramah lingkungan, terbuat dari bahan yang aman bagi kesehatan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan menentukan konsentrasi karagenan dari rumput laut Euchema cottonii yang menghasilkan edible film dengan sifat fisik yang terbaik. Pada pembuatan edible film terdapat dua perlakuan konsentrasi karagenan (2,5% dan 3%). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan dua plasticizer (gliserol dan sorbitol). Parameter yang dianalisis, yaitu Ketebalan, Kelarutan dan Laju Transmisi Uap Air (Water Vapour Transmission Rate/ WVTR). Hasil penelitian menunjukan bahwa sifat fisik edible film yang tebaik yaitu : Ketebalan pada plasticizer gliserol konsentrasi karagenan 2,5% dengan nilai 0,071 mm, Kelarutan pada plasticizer gliserol konsentrasi 3% dengan nilai 98,57%, WVTR pada plasticizer sorbitol konsentrasi karagenan 3% dengan nilai 34,153 g/m2. Maka hasil yang didapat menunjukan bahwa baik konsentrasi karagenan maupun plasticizer berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik edible film yang dihasilkan.

Kata kunci: *Karagenan, Plasticizer, Edible Film*

ABSTRACT

Edible film is an alternative packaging that can be applied to food because it is biodegradable so it is environmentally friendly, made from materials that are safe for health. The aim of this research is to determine and determine the concentration of carrageenan from Euchema cottonii seaweed which produces edible film with the best physical properties. In making edible film there are two carrageenan concentration treatments (2.5% and 3%). The method used in this research is an experimental method using two plasticizers (glycerol and sorbitol). The parameters analyzed are thickness, solubility and water vapor transmission rate (WVTR). The results of the research show that the best physical properties of edible film are: Thickness of the glycerol plasticizer with a carrageenan concentration of 2.5% with a value of 0.071 mm, solubility in the 3% concentration of the glycerol plasticizer with a value of 98.57%, WVTR for the sorbitol plasticizer with a carrageenan concentration of 3% with value 34.153 g/m2. So the results obtained show that both the concentration of carrageenan and the plasticizer have an effect on the physical and mechanical properties of the edible film produced.

Keywords: *Carrageenan, Plasticizer, Edible Film*

1. PENDAHULUAN

Perairan Maluku di wilayah Indonesia Timur memiliki potensi akan sumber daya rumput laut dan beberapa jenis rumput laut yang bernilai ekonomis anatara lain *Euchema cottonii*, *Euchema edule*, *G. coronopifolia, Gracilaria sp.* Dan *Gelidium sp*. Rumput laut *Euchema cottonii* atau *kappaphycus alvarezii* termasuk kelompok rumput laut alga merah (*Rhodophyceae*). Rumput laut umumnya diperdagangkan dalam beberapa produk yaitu produk rumput laut kering, produk yang dapat langsung dikonsumsi produk hidrokoloid (karagenan, agar, dan alginate). 65% produksi rumput laut di dunia merupakan jenis yang dapat langsung dikonsumsi, 15% dijadikan bahan hidrokoloid, dan 20% sisanya sebagai bahan pupuk, kertas, biofuel [1]. Dalam meningkatkan nilai tambahnya, rumput laut perlu diolah menjadi produk setengah jadi seperti agar, alginate, dan karagenan. Rumput laut jenis *E. cottonii* merupakan salah satu *carragaenophtytes* yaitu rumput laut penghasil karagenan yang berupa senyawa polisakarida.

Karagenan dalam rumput laut mengandung serat (*dietary fiber*) yang sangat tinggi. serat yang terdapat pada karagenan merupakan bagian dari serat gum yaitu jenis serat yang larut dalam air. Ekstraksi rumput laut menghasilkan dua jenis karagenan yaitu *semi refine carrageenan* (SRC) dan *refine carrageenan* (karagenan murni). Karagenan semi murni merupakan karagenan yang memiliki tingkat kemurnian rendah, karena mengandung sejumlah kecil selulosa yang ikut mengendap bersama karagenan [2]. Sedangkan karagenan murni merupakan karagenan yang sudah bebas dari selulosa melalui proses pengendapan [3]. Kualitas mutu karagenan dapat ditentukan oleh metode ekstraksi dan pelarut yang digunakan. Namun ekstraksi karagenan sejauh ini cenderung menggunakan pelarut kimia, pelarut kimia dinilai terlalu beresiko digunakan dalam bahan pangan jika dalam penanganannya kurang profesional. Penggunaan pelarut dalam proses ekstraksi menjadi aspek penting terhadap mutu karagenan yang dihasilkan. Karagenan adalah senyawa hidrokolid yang merupakan senyawa polisakarida rantai panjang yang diekstrak dari rumput laut jenis karagenan seperti *Euchema sp* [4]. Karagenan juga merupakan hidrokoloid yang potensial untuk dibuat *edible film* (bahan pengemas) karena sifatnya yang elastis, dapat dimakan, dan dapat diperbaharui [5]. Penggunaan karagenan sebagai *edible film* termasuk salah satu dari upaya pemanfaatan karagenan.

Edible film adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi yang dibentuk untuk melapisi makanan atau diletakkan di antara komponen makanan. *Edible film* biasanya terbuat dari senyawa polisakarida dan turunan lemak. Bahan yang digunakan antara lain polisakarida yang berasal dari rumput laut (agarose, karaginan, dan alginate), polisakarida pati, amilosa film, gelatin, gum arabik, dan turunan monogleserida [6]. *Edible film* merupakan suatu lapisan tipis, terbuat dari bahan yang bersifat hidrofilik dari protein maupun karbohidrat serta lemak atau campurannya. *Edible film* berfungsi sebagai bahan pengemas yang memberikan efek pengawetan. *Edible film* dapat menjadi *barrier* terhadap oksigen, mengurangi penguapan air, dan memperbaiki penampilan produk. Penggunaan *edible film* dapat mencegah oksidasi, perubahan organoleptik, pertumbuhan mikroba atau penyerapan uap air [7].

Produksi *edible film* tidak lepas dari penggunaan *plasticizer*. *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer [8].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Blender, *hot plate* stirer, magnetik stirer, timbangan analitik, thermometer, pH meter, gelas kimia, kertas saring, corong

kimia, oven tray untuk mengukur kelarutan, plat plastik berukuran 25 x 17 cm, higrometer, digisense thermometer Type K, Micrometer mituyo (Mitoyo seri 193). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut *Euchema cottonii,* KOH, KCl, Isopropil Alkohol, Aquadest, Sorbitol dan Gliserol (merck).

2.2. Parameter

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah parameter objektif yang meliputi Ketebalan, Kelarutan dan Laju Transmisi Uap Air (Water Vapour Transmission Rate/ WVTR)

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terbagi atas 2 tahap:

1. Ekstraksi Karagenan

   Rumput laut dicuci dan dibersihkan dari kotoran yang masih menempel, seperti pasir, garam, dan benda asing lainnya dengan air mengalir. Pencucian dilakukan sebanyak 5-6 kali. Setelah tahap pencucian selesai, dilanjutkan dengan perendaman selama 24 jam. Setelah melalui proses perendaman, rumput laut dicuci kembali kemudian dilanjutkan dengan melakukan proses ekstraksi selama 1 jam dengan penambahan KOH 0,2 % dan suhu yang dipakai 50-60^{o}C. Kemudian rumput laut disaring. Setelah proses penyaringan filtratnya ditampung. Filtrat yang telah didapat kemudian dipanaskan dengan menambahkan KCL 5% dari volume filtrat selama 15 menit dengan suhu 50-60^{o}C. Tahap selanjutnya adalah pengendapan karagenan dengan isopropyl alcohol (IPA) sebanyak 1000ml. Setelah proses pengendapan serat yang terbentuk kemudian dikeringkan didalam oven hingga kering selama 18-24 jam dengan suhu 60^{o}C. Setelah itu serat karagenan yang sudah kering dihaluskan agar diperoleh tepung karagenan. Sehingga tepung karagenan yang dihasilkan dilanjutkan untuk membuat edible film untuk melihat sifat fisik dan sifat mekaniknya. Berikut Prosedur Ekstraksi Karagenan dari Rumput Laut *Euchema cottonii* dapat dilihat pada gambar 2.
2. Pembuatan *Edible film*

   Karagenan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah hasil ekstraksi dengan karakteristik terbaik. Pada tahap ini dicobakan konsentrasi bahan penyusun utama yaitu 2,5 % dan 3% dengan menggunakan Plasticizer Sorbitoldan Gliserol dengan konsentrasi 5% dipanaskan diatas hotplate stirer sampai mencapai suhu 85^{o}C dan dipertahankan selama 5 menit. Larutan kemudian dituang dalam plat plastic berukuran 25x17cm selanjutnya dilakukan pengeringan didalam oven pada suhu 50^{o}C selama 18-24 jam. Pengeringan dihentikan setelah film mudah dilepas dari plate. Setelah dikeringkan lalu didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. *Film* kemudian dilepas dari plat plastik dan dipotong untuk selanjutnya dilakukan pengukuran ketebalan dan kelarutan.

2.3. Analisa Data

Data dari hasil penelitian ini akan dianalisis secara deskriptif, dimana hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan histogram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Ekstraksi Karagenan

Karagenan yang dihasilkan pada penelitian ini terbentuk dengan cepat seiring dengan penambahan isopropanol, berwarna bening kecoklatan, bentuk tidak beraturan dan pekat. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (9), bahwa karagenan yang menggunakan bahan pengendap jenis isopropanol akan menghasilkan karagenan yang lebih murni, pekat, dan kental. Kalium hidroksida (KOH) adalah senyawa kimia yang merupakan basa logam yang sangat basa (basa kuat). KOH berpengaruh terhadap proses ekstraksi karena dapat mempercepat proses ekstraksi.



Gambar 1. Tepung Karagenan Hasil Ekstraksi
Fig. 1. Carrageenan Flour Extraction Result

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan sifat tertentu, terutama kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Pada umumnya ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut yang didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik. Karagenan hasil ekstraksi dapat diperoleh melalui pengendapan dengan alkohol. Jenis alkohol yang bisa digunakan untuk permunian hanya terbatas pada methanol, etanol, isopropanol [10].

Pengendapan dengan isopropanol merupakan bagian dari tahap ekstraksi yang diindikasikan dapat meningkatkan produksi karagenan. Penggunaan isopropanol dalam proses pengendapan memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis pengendap yang lain. Karena, isopropanol dapat menghasilkan produk yang lebih murni dan pekat terutama dalam ekstraksi karagenan dari rumput laut, karena kemampuannya untuk mengendapkan komponen dengan efisiensi tinggi dan juga isopropanol memiliki kemampuan baik dalam pelarutan zat organik dan polar yang meningkatkan interaksi dengan molekul target selama proses pengendapan [11].

3.2. Karakteristik *Edible film*

Sifat *edible film* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis dan sifat bahan yang digunakan. Karagenan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah karagenan hasil ekstraksi dengan konsentrasi KOH 0,2%.



Gambar 2. *Edible Film* dengan *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol
Fig 2. Edible Film with Glycerol and Sorbitol Plasticizers

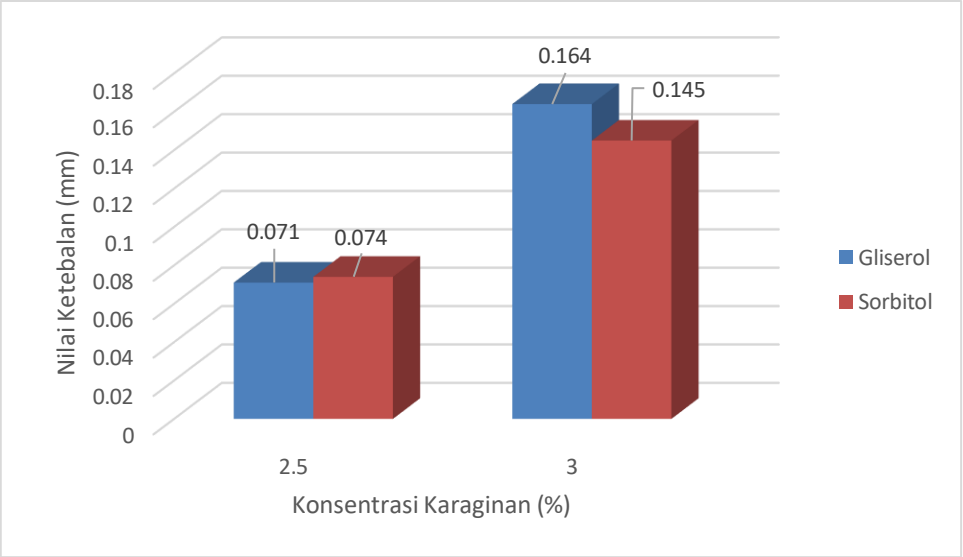
Sifat fisik yang dianalisis meliputi ketebalan (mm), kelarutan (%) dan WVTR (g/m^2 Jam). *Edible film* atau lapisan tipis berbasis karagenan telah dibuat dengan konsentrasi karagenan yaitu 2,5% dan 3% dengan jenis *plasticizer* yang digunakan yaitu gliserol dan sorbitol 5%. Karakteristik *edible film* karagenan yang dihasilkan tergantung pada berbagai faktor seperti sifat dan jenis karagenan, *plasticizer* yang digunakan serta jenis bahan campuran.

Tabel 1. Hasil Penelitian Praktek Keterampilan Lapangan
Table 1. Field Skills Practice Research Results

Konsentrasi Karagenan (%)	Jenis Plasticizer	Ketebalan film (mm)	Kelarutan (%)	WVTR g/m^2 Jam
A_1 : 2,5%	Gliserol	0,071	98,04	235,002
A_2 : 3%		0,164	96,17	57,334
A_1 : 2,5%	Sorbitol	0,074	98,57	166,468
A_2 : 3%		0,145	95,19	34,153

3.3. Ketebalan *Edible Film*

Ketebalan mempengaruhi kualitas lembaran *edible film* yang dihasilkan. Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh bahan dasar penyusunnya. [12], menjelaskan bahwa ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh penambahan kosentrasi bahan dasar yang mempengaruhi peningkatan jumlah padatan.



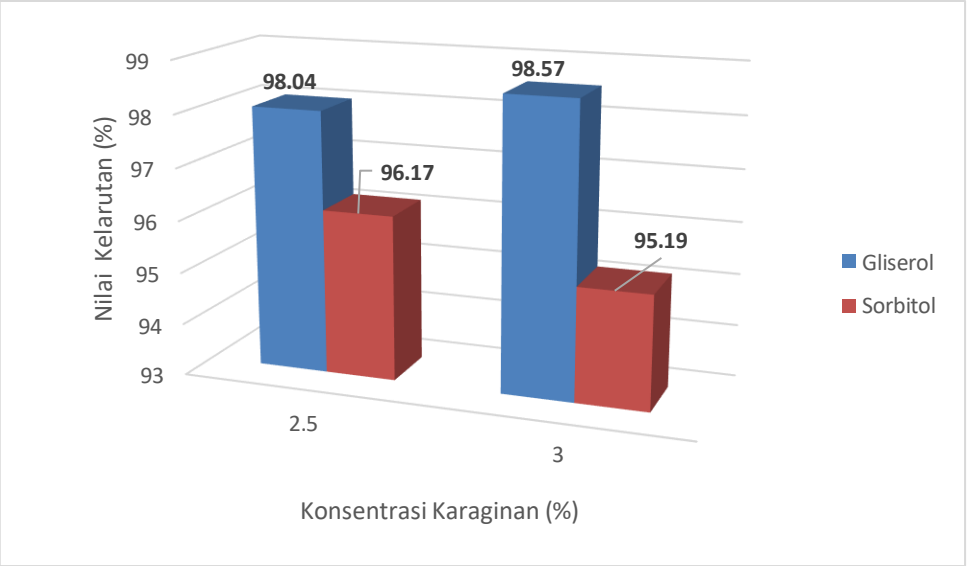
Gambar 3. Histogram Ketebalan Film dengan Konsentrasi Karagenan dan Plasticizer yang berbeda
Fig 3. Histogram of Film Thickness with Different Concentrations of Carrageenan and Plasticizer

Dari gambar 3, dapat dilihat pengaruh dari perbedaan konsentrasi karagenan dan jenis plasticizer terhadap ketebalan edible film yang dihasilkan, Dimana menunjukan bahwa nilai ketebalan *edible film plasticizer* gliserol dan sorbitol meningkat seiring bertambahnya konsentrasi karagenan. Karena, semakin besar konsentrasi karagenan yang digunakan maka total padatan dalam *film* yang dikeringkan akan semakin banyak, sehingga film yang dihasilkan semakin tebal [13].

Peningkatan ketebalan juga karena pengaruh *plasticizer* hal ini disebabkan karena molekul *plasticizer* akan menempati rongga dalam matriks *edible film* dan berinteraksi dengan molekul karagenan untuk membentuk polimer yang menyebabkan peningkatan jarak antar polimer molekul karagenan sehingga meningkatkan ketebalan *edible film* [14].

3.4. Kelarutan *Edible Film*

Pengukuran daya larut *edible film* bertujuan untuk mengetahui kemampuan *edible film* untuk larut dalam air dan untuk menahan air. Daya larut merupakan sifat fisik *film* yang penting karena berkaitan dengan kemampuan *edible film* untuk menahan air. Daya larut yang tinggi menyebabkan *edible film* mudah larut dalam air dan kemampuannya untuk menahan air menjadi berkurang [15].



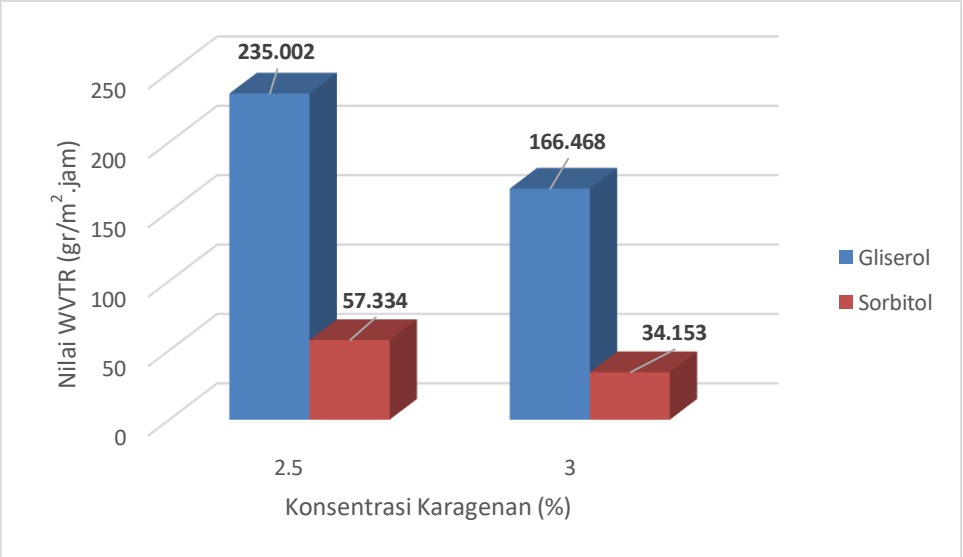
Gambar 4. Histogram Kelarutan *Edible Film* dengan Konsentrasi Karagenan dan *Plasticizer* yang berbeda
Fig 4. Histogram of Edible Film Solubility with Different Concentration of Carrageenan and Plasticizer

Dari gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai daya larut untuk *edible film* dengan *plasticizer* gliserol dan konsentrasi karagenan 2,5% dan 3% memiliki daya larut yang tinggi dibandingkan plasticizer sorbitol. Sehingga *edible film* jenis plasticizer gliserol dengan konsentrasi 3% memiliki nilai 98,57% sangat baik untuk diaplikasikan pada produk pangan siap makan karena daya larut yang tinggi sehingga mudah larut saat di konsumsi. [16] mengemukakan bahwa jika penerapan *edible film* diinginkan sebagai pengemas yang layak dimakan, maka dikehendaki kelarutan yang lebih tinggi.

Plasticizer gliserol dapat meningkatkan kelarutan dari *edible film*, dikarenakan sifatnya yang hidrofilik, gliserol juga memiliki berat molekul yang lebih kecil dibandingkan sorbitol sehingga memungkinkan untuk interaksi yang lebih mudah dengan rantai polimer [17]. Kelarutan *film* dalam air juga dipengaruhi oleh perlakuan konsentrasi bahan, suhu dan pH saat pembuatan edible film [18].

3.5. Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Pengukuran nilai WVTR suatu bahan merupakan faktor yang penting dalam menilai permeabilitas bahan kemasan *edible film* terhadap air. Analisis WVTR dilakukan untuk mengetahui ketahanan *edible film* terhadap uap air, Prinsip dari pengujian ini dengan cara menghitung jumlah uap air yang terlewatkan melalui *edible film* dalam luasan dan jangka waktu tertentu.



Gambar 5. Histogram WVTR Film dengan Konsentrasi Karagenan dan Plasticizer yang Berbeda

Fig 5. Histogram of WVTR of Films with Different Concentrations of Carrageenan and Plasticizer

Dari gambar 5, menunjukkan bahwa nilai WVTR edible film karagenan dengan plasticizer sorbitol lebih kecil dengan konsentrasi karagenan 3% memiliki nilai 34,153 gr/m^2. jam. Penelitian ini sejalan dengan [19], *edible film* yang baik untuk kemasan pangan adalah yang memiliki nilai WVTR sekecil mungkin dan mampu mengurangi perpindahan uap air dan kelembapan antara atmosfer di sekitarnya sehingga produk yang dikemas dapat terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh udara.

Plasticizer sorbitol dapat menurunkan nilai WVTR pada edible film karagenan Euchema cottonii, karena sifatnya yang lebih efisien dalam mengurangi porositas film dibandingkan gliserol. Sorbitol memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hydrogen yang lebih kuat dengan matriks karagenan, sehingga mengurangi nilai WVTR. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sorbitol menghasilkan film dengan penghalang yang lebih baik terhadap kelembapan dibandingkan dengan penggunaan gliserol, yang cenderung menghasilkan film dengan nilai WVTR yang lebih tinggi [20].

Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan nilai WVTR yang diduga karena *plasticizer* bersifat hidrofilik dan mampu menurunkan tegangan antar molekul pada matriks *edible film*. *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol sering ditambahkan ke dalam formulasi *edible film* juga bersifat hidrofilik, menambah sifat polar dan mudah larut dalam air. Nilai WVTR juga dipengaruhi oleh ketebalan *edible film*. Semakin tebal *film* akan meningkatkan laju uap airnya. Hal ini sesuai dengan penelitian [21] bahwa ketebalan dapat memengaruhi laju uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya. Hal ini diduga karena adanya karagenan yang tidak larut sempurna dalam larutan *film*, sehingga mengganggu ikatan antarpolimer pembentuk *film*. Jaringan yang tidak kontinyu tersebut mengakibatkan terbentuknya pori-pori dalam *film* sehingga WVTR *film* semakin meningkat [13].

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukan bahwa sifat fisik *edible film* yang tebaik yaitu : Ketebalan pada *plasticizer* gliserol konsentrasi karagenan 2,5% dengan nilai 0,071 mm, Kelarutan pada *plasticizer* gliserol konsentrasi 3% dengan nilai 98,57%, WVTR pada *plasticizer* sorbitol konsentrasi karagenan 3% dengan nilai 34,153 g/m2. Maka hasil yang didapat menunjukan bahwa baik konsentrasi karagenan maupun

plasticizer berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik *edible film* yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Endang, S. 2011. Pengolahan Rumput Laut. Jakarta: Pusat Penyuluhan Kelautan Dan Perikanan.

[2] Ghufran, 2011. Budidaya Rumput Laut dan Tambak. Yogyakarta : Andi

[3] Handito. D,. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Film. 2011. Jurnal Agroteksos, (21): 2-3.

[4] Handoko M. A., 2015. Pengaruh Gliserol Sebagai Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Berbasis Karagenan Dari Alga Merah (Euchema cottonii). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.

[5] Lewerissa, S. 2005. Pengaruh Umur Panen Euchema cottonii Terhadap Karakteristik Karagenan dan Edible Film Yang Dihasilkan. Thesis Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

[6] Lewerissa, S. 2023. Karakteristik Edible Film Karagenan Dari Rumput Laut Euchema cottonii Sebagai Bahan Dasar Cangkang Kapsul. Disertasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Program Pascasarjana,Universitas Pattimura. Ambon.

[7] Muniarti. 2013. Membuat Filet Lele Dan Produk Olahannya. Jakarta: Penebar swadaya

[8] Salim, Z., dan Ernawati. 2015. Info Komoditi Rumput Laut. Jakarta: Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia bekerja sama dengan Al Mawardi Prima Anggota IKAPI DKI Jaya.

[9] Suryaningrum, TH. Dwi., Jamal, B., dan Nurochmawati. 2005. Studi Pembuatan Edible Film Dari Karagenan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Edisi Pasca Panen. 11(4).

[10] Togas, C., Siegfried, B., Roike, I. M. 2017. Karakteristik Fisik Edible Film Komposit Karaginan dan Lilin Lebah Menggunakan Proses Nanoemulsi. Jurnal MPHPI, Universitas Sam Ratulangi Sulawesi Utara, Hal 8.

[11] Walaluhun, B. 2007. Sifat Fisik Edible Film Karaginan dengan Plasticizer Gliserol. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Pattimura, Ambon.

[12] Winarno, F. G. 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Penerbit Sinar Harapan. Jakarta.

[13] Yessy, S. 2012. Sifat Fisik Mekanik Edible Film Karaginan Dengan Plasticizer Asam Palmitat. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Patimura. Ambon.

[14] Yuyun, M. 2016. Pengaruh Penggunaan Isopropanol Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Nilai Rendemen Karaginan Yang Diekstraksi Dari Rumput Laut Halymenia durvillei. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitan Airlangga. Surabaya.

[15] Rizal, Moh., Mappiratu., Razak, Abd. Rahman. 2016. Optimalisasi Produksi Semi Refined Caraginan (SRC) dari Rumput Laut (Eucheuma cottonii). Kovalen 2(1) : 33-38.

[16] Ega. 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.

[17] Anggarini, F. 2013. Aplikasi plasticizer gliserol pada pembuatan plastik biodegradable dari biji nangka. Skripsi. Semarang: FMIPA semarang.

[18] Mustamin, S.F., 2012. Studi Pengaruh Konsentrasi KOH dan Lama Ekstraksi Terhadap Karakteristik Karagenan Dari Rumput Laut (Euchema cottoni). Makassar.

[19] Pitak, N., Rakshit SK. 2011. Physical and antimicrobial properties of banana flour/chitosan biodegradable and self sealing films used for preserving Freshcut vegetables. LWT - Food Science and Technology. 44(10): 2310-2315.

[20] Dai L, Qiu C, Xiong L, Sun Q. 2015. Characterisation of corn starch-based films reinforced with taro starch nanoparticles. Food Chemistry. 174:82–88.