

EDIBLE FILM DARI TEPUNG KAPPA KARAGENAN DAN KITOSAN CANGKANG RAJUNGAN DENGAN GLISEROL

Mahdiyah Febiyanti¹, Ainun Ahmad Ghozali¹, Sri Redjeki^{1*)}, Iriani²

¹Program Studi Teknik Kimia, ²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknk, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Indonesua

*) e-mail: sri4tk@yahoo.com

Received 29 Januari 2020 ; Accepted : 15 Maret 2020; Available online: 31 Maret 2020

Abstrak

Dampak dari penggunaan kemasan plastik dapat diminimalkan dengan alternatif bahan pengemas yang dapat dimakan, yaitu edible film. Edible film diaplikasikan pada bahan pangan karena sifatnya yang mudah larut dan berfungsi sebagai barrier sehingga dapat melindungi produk makanan. Edible film terbuat dari bahan yang dapat membentuk lapisan tipis seperti hidrokolloid serta campuran polimer dan plasticizer. Tujuan penelitian ini adalah membuat edible film dari campuran tepung kappa karagenan dan kitosan dari limbah cangkang rajungan dengan penambahan gliserol. Dalam penelitian ini, cangkang rajungan sebagai limbah dari industri pengolahan hasil laut dimanfaatkan sebagai kitosan. Pada uji kelarutan, edible film yang dihasilkan memiliki kelarutan lebih dari 50%, hasil ini menandakan bahwa edible film kitosan-karagenan dengan pemlastis gliserol ini baik untuk dikonsumsi. Kitosan dari cangkang rajungan yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki sifat fisik berwarna putih sedikit kekuningan berbentuk butiran halus 100mesh dan memiliki Derajat Deasetilasi sebesar 61,24%. Edible film yang memenuhi karakteristik edible film dalam Japanese Industrial Standard (JIS) 1975 adalah pada formulasi kitosan-karagenan 0,2:1,8 dan 0,4:1,6. Rasio yang ideal antara kitosan-karagenan jika dilihat dari hasil ketiga jenis uji adalah pada rasio 0,4:1,6 dengan 2,5ml volume gliserol.

Kata kunci: cangkang rajungan; edible film; gliserol; kitosan; tepung kappa karagenan.

Abstract

The impact of the use of plastic packaging can be minimized by alternative edible packaging materials, namely edible film which is applied to food because it is soluble and serves as a barrier so that it can protect food products and are made from safe materials that can be consumed. Edible films are made from materials that can form thin layers such as hydrocolloids and a mixture of polymers and plasticizers. The purpose of this study was to make edible films from a mixture of carrageenan kappa flour and chitosan from small crab waste with the addition of glycerol. In this study, small crab shells as waste from the seafood processing industry are used as chitosan. In the solubility test, the resulting edible film has a solubility of more than 50%, this result indicates that the chitosan-carrageenan edible film with glycerol plasticizer is good for consumption. Chitosan from small crab shells produced from this study has a slightly yellowish white physical characteristic in the form of 100mesh fine grains and has a Deacetylation Degree of 61.24%. Edible films that meet the characteristics of edible films in the Japanese Industrial Standard (JIS) 1975 are in the chitosan-carrageenan formulation of 0.2: 1.8 and 0.4: 1.6. The ideal ratio between chitosan-carrageenan when seen from the results of the three types of tests is at a ratio of 0.4: 1.6 with 2.5ml of glycerol volume.

Keywords: bluecrab shell; carrageenan kappa flour; chitosan; edible film; glycerol.

PENDAHULUAN

Dampak dari penggunaan kemasan plastik dapat diminimalkan dengan alternatif bahan pengemas *biodegradable* [1]. *Edible film* merupakan salah satu alternatif kemasan yang dapat diaplikasikan pada bahan pangan karena sifatnya yang dapat terurai secara alami (*biodegradable*), terbuat dari bahan yang aman bagi kesehatan sehingga dapat dikonsumsi bersama dengan bahan pangan yang dilapisinya [2]. Karena bahan baku pembuatan *edible film* adalah bahan alami yang dapat diperbarui atau tergolong *renewable resources* maka *edible film* merupakan kemasan yang ramah bagi lingkungan. *Edible film* memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan kemasan berbahan polimer sintesis dari minyak bumi, yaitu material mudah didapat, bersifat *biodegradable*, serta dapat dibuat dari polimer tunggal atau kombinasi banyak polimer [3]. Penggunaan *edible film* untuk pengemasan produk – produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbon dioksida, dan uap air serta komponen flavor, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas [4].

Dalam pembuatan *edible film* dari kitosan cangkang rajungan, karagenan, dan gliserol dapat menghasilkan film yang transparan, lunak, dan fleksibel. Dimana semakin banyak komposisi kitosan daripada karagenan maka *edible film* yang dihasilkan akan memiliki *tensile strength* yang semakin kuat. Serta semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka semakin elastis *edible film* yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat *edible film* dari perpaduan komponen hidrokoloid (karagenan), *plasticizer* (gliserol), dan *stabilizer* (kitosan) dengan memanfaatkan limbah cangkang rajungan dan mengetahui pengaruh dan perlakuan terbaik dari berbagai rasio gliserol sebagai *plasticizer* terhadap sifat fisik dan kimia edible film.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah tepung kappa karagenan dan kitosan yang berasal dari cangkang rajungan. Bahan pendukung lainnya ialah gliserol, asam asetat, asam klorida, natrium hidroksida, dan akuades. Seperangkat alat yang digunakan adalah pengaduk, pemanas, pencetak, dan oven.

Prosedur

Pembuatan kitosan dari cangkang rajungan

Pembuatan kitin dan kitosan telah diterapkan oleh Mahatmanti [5].

a. Deproteinasi

Mencuci dan mengeringkan limbah cangkang rajungan, kemudian menggerinding, menghaluskan dan menapis dengan ayakan ukuran 100mesh. Selanjutnya menambahkan larutan NaOH 3,5% pada bahan dengan perbandingan 1:10 (b/v) selanjutnya mengaduk menggunakan *magnetic stirrer* kecepatan 300rpm hingga terbentuk busa (\pm 30 menit). Selanjutnya memanaskan pada suhu 80-90 °C selama 1jam, kemudian didinginkan. Setelah dingin, menyaring dan mencuci padatan dengan aquades hingga pH netral. Lalu mengeringkan bahan di dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam dalam oven. Selanjutnya dinginkan pada suhu kamar.

b. Demineralisasi

Menambahkan larutan HCl 1 N dengan perbandingan 1:15 (w/v) pada produk dari deproteinasi. Mengaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sambil panaskan pada suhu 70-80° C selama 1 jam. Selanjutnya mendinginkan bahan pada suhu kamar. Menyaring endapan setelah dingin. Mencuci endapan dengan aquades hingga pH netral. Lalu keringkan bahan di dalam oven pada suhu 60°C selama 4jam dalam oven untuk mendapatkan kitin kering. Selanjutnya dinginkan pada suhu kamar.

c. Deasetilasi

Selanjutnya merebus kitin dalam larutan NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 (w/v) pada suhu 100°C selama 1,5jam. Kemudian padatan menjadi terpisah dengan cairan, selanjutnya mencuci dengan aquadest hingga pH netral (pH sebesar 7). Setelah itu mengeringkan padatan pada suhu 60°C dalam oven selama 4jam. Produk yang diperoleh dari proses ini dinamakan kitosan.

d. Pembuatan edible film

Pembuatan *edible film* telah diterapkan oleh Murni [6] sebagai berikut. Menimbang kitosan cangkang rajungan dan tepung kappa karagenan dengan komposisi 0:2; 0,2:1,8; 0,4:1,6; 0,6:1,4; 0,8:1,2 (w/w) dimana total padatan 2 gram. Lalu melarutkan kitosan ke dalam larutan asam asetat 1% sebanyak 50ml. Kitosan larut dengan sempurna di dalam asam asetat 1% dengan pengadukan menggunakan stirrer selama 30menit tanpa menggunakan pemanas. Selanjutnya tuang kitosan di wadah sementara. Melarutkan kappa karagenan ke dalam larutan akuades sebanyak 50ml. Karagenan larut dengan sempurna di dalam reaktor dengan pengadukan dan suhu dijaga 60°C. Selanjutnya tambahkan larutan kitosan ke

Tabel 1. Hasil perhitungan kuat tarik *edible film*

Kitosan : Karagenan	Variasi volume gliserol				
	1 ml (MPa)	1,5 ml (MPa)	2 ml (MPa)	2,5 ml (MPa)	3 ml (MPa)
0 : 2	13,889	11,805	9,722	7,638	5,555
0,2 : 1,8	12,500	10,833	9,583	6,666	4,166
0,4 : 1,6	10,972	7,916	5,555	4,583	3,888
0,6 : 1,4	9,027	7,361	5,416	4,166	3,611
0,8 : 1,2	6,944	6,527	5,138	4,027	2,77

reactor. Larutan kitosan dan larutan karagenan akan mengikat satu sama lain (gelatinasi) dan mencapai suhu 75°C. Setelah sampai suhu 75°C dibiarkan teraduk sampai homogen dan menguapkan akuades. Menurunkan suhu sampai 60°C dan lakukan penambahan gliserol 2,5% dari volume campuran pati dan kitosan 100 ml sebagai pemlastis. Volume gliserol yang ditambahkan sebanyak 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, dan 3 ml. Setelah suhu sekitar 40°C, menuangkan larutan edible film pada petridist. Selanjutnya masukkan ke dalam desikator ± 24 jam untuk menghilangkan kandungan air dan oksigen yang masih tersisa. Kemudian keringkan film plastik di dalam oven selama 12-18 jam pada suhu 60°C. Setelah kering diamkan

pada suhu kamar hingga dingin lalu lepas dan simpan film plastik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dihasilkan kitosan dari cangkang rajungan dengan karakteristik, antara lain berwarna putih dengan sedikit kekuningan, berukuran 100mesh, serta % yield sebesar 24,85% dan derajat deasetilasi sebesar 61,24%. Hasil penelitian pada hubungan antara variasi gliserol dan kuat tarik, menunjukkan bahwa penambahan volume gliserol dalam *edible film* menurunkan kuat tarik. Hal ini disebabkan gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas dari suatu film. Karena, peran dari gliserol sebagai pemlastis mengurangi daya tarik molekul yang kuat antar rantai polimer. *Plasticizer* juga menyebabkan terjadinya reduksi interaksi ikatan hidrogen intermolekuler dan intramolekuler pada rantai polimer sehingga matriks film yang terbentuk akan semakin lemah [7].

Dengan semakin elastisnya suatu film karena penambahan konsentrasi gliserol dalam film maka mengakibatkan film semakin mudah ditarik dengan kata lain tidak membutuhkan gaya tarik (F) yang terlalu besar. Pernyataan tersebut juga didukung dengan hasil penelitian sebelumnya dalam jurnal “*Development of Biodegradable Films Based on Chitosan/ Glicerol Blends Suitable For Biomedical Application*” oleh Maria Debandi [8] mengatakan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol menghasilkan penurunan *tensile strenght* secara signifikan.

Dari Tabel 1. dapat dilihat pula pengaruh rasio antara kitosan dan karagenan dengan kuat tarik dari *edible film* yang dihasilkan. Kecenderungan besarnya kuat tarik semakin meningkat pada rasio karagenan yang lebih besar dari kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa pada rasio karagenan lebih besar dibanding kitosan menambah ikatan antar molekul penyusun menjadi lebih kompak. Handito [9] menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan maka akan membentuk film matriks yang semakin kuat sehingga film semakin bersifat tidak elastis atau mudah putus (getas) dan gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan *edible film* semakin besar pula. Hal tersebut juga

didukung dalam jurnal penelitian “Pembuatan Edible Film dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Euchepeuma Sp*) dengan Gliserol dan Kitosan” [10] menyatakan bahwa hasil kuat tarik terbaik diperoleh pada rasio tepung rumput laut dibanding kitosan sebesar 1,5:1 yang mana tepung rumput laut yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah tepung karagenan iota.

Berdasarkan hasil uji kuat tarik dalam penelitian ini, diperoleh hasil sebanyak 22 dari total 25 sampel edible film yang telah memenuhi dengan JIS (*Japanese Industrial Standart*) dengan minimal nilai 3,92 MPa. Tiga sampel yang tidak memenuhi standar antara lain edible film dengan rasio 0,4:1,6; 0,6:1,4; 0,8:1,2 pada volume gliserol 3ml. Hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi gliserol yang terlalu tinggi dalam film sehingga film bersifat terlalu elastis dan kurang kuat. Untuk hasil uji dengan kuat tarik terbesar didapat pada edible film dengan rasio 0:2 disebabkan film yang dibentuk dari karagenan saja tanpa kitosan menjadikan tekstur film terlalu padat dan kaku sehingga sangat sulit untuk ditarik.

Tabel 2. Hasil perhitungan elongasi *edible film*

Kitosan : Karagenan	Variasi volume gliserol				
	1 ml (MPa)	1,5 ml (MPa)	2 ml (MPa)	2,5 ml (MPa)	3 ml (MPa)
0 : 2	9,483	14,375	19,266	24,158	29,050
0,2 : 1,8	18,800	22,245	25,691	28,230	30,333
0,4 : 1,6	21,966	24,047	26,116	29,137	32,583
0,6 : 1,4	8,833	13,000	17,166	21,333	25,500
0,8 : 1,2	8,166	10,633	13,100	15,566	18,033

Berdasarkan tabel 2, menunjukkan persen pemanjangan atau elongasi cenderung semakin besar seiring dengan penambahan volume gliserol. Hal ini disebabkan gliserol sebagai *plasticizer* akan mengurangi ikatan intermolekul antara rantai polimer sehingga dapat mengurangi kekakuan pada struktur film, meningkatkan mobilitas polimer, dan juga dapat menyebabkan berkurangnya ikatan hidrogen internal, sehingga interaksi ikatan hidrogen intermolekuler dan intramolekuler rantai polimer yang berdekatan akan semakin lemah, film semakin fleksibel sehingga nilai persen perpanjangan akan meningkat, menurut Kester dan Fennema [11] dalam penelitian mereka memperoleh elongasi optimum pada penambahan gliserol 3 ml. Dari hasil penelitian

kami diperoleh %elongasi tertinggi pada edible film rasio 0,4:1,6 dengan volume gliserol 3ml.

Sedangkan hubungan antara besarnya rasio masing-masing kitosan maupun karagenan dalam *edible film* yakni ditunjukkan dengan meningkatnya % elongasi seiring dengan banyaknya karagenan dalam *edible film* sampai dengan persen elongasi optimum pada rasio 0,4:1,6, akan terjadi penurunan elongasi. Dari penelitian sebelumnya dalam jurnal “Pembuatan *Edible Film* dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Euchepeuma Sp*) dengan Gliserol dan Kitosan” oleh Zaidar,dkk [10] telah dilaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan yang digunakan maka molekul karagenan akan membentuk matriks film yang semakin kuat sehingga film semakin bersifat tidak elastis yang mengakibatkan pemanjangan semakin menurun. Pemanjangan *edible film* meningkat secara nyata hanya pada konsentrasi bahan dasar pati tertentu, namun pada saat penambahan pati dalam jumlah yang banyak persen pemanjangan akan menurun atau cenderung konstan. Hal ini terlihat pada hasil uji pemanjangan pada rasio 0:2 dan 0,2:1,8 yang cenderung menurun sedangkan pada uji kuat tarik memberikan hasil yang optimum. Dalam kasus tersebut, dapat dijelaskan dengan sifat fisik dari *edible film* yang memiliki konsentrasi kitosan kurang atau *edible film* tanpa dicampur dengan kitosan menghasilkan *film* yang bersifat lebih padat sehingga membutuhkan gaya yang besar saat ditarik namun sangat rapuh karena film memiliki fleksibilitas yang rendah sehingga pada uji kuat tarik diperoleh hasil yang optimum namun dilain hal memiliki persen elongasi yang rendah. Oleh karena itu, penggunaan kitosan selain sebagai *antimicrobial* maupun *antifungal* juga berperan sebagai penstabil dalam memperbaiki struktur film.

Dari hasil uji elongasi dapat dikatakan pula semua *edible film* yang dibuat telah memenuhi standar, namun pada rasio kitosan-karagenan 0:2; 0,6:1,4; 0,8:1,2 dengan gliserol 1ml didapat hasil dibawah 10%, dimana % elongasi dalam JIS memiliki standar yaitu minimal 10%. Sehingga dapat disimpulkan, rasio yang ideal untuk pembuatan *edible film* dalam penelitian ini berbasis kitosan-karagenan yaitu 0,4:1,6.

Edible film dengan daya larut tinggi sangat baik digunakan untuk produk pangan yang siap makan dikarenakan mudah larut saat dikonsumsi. Namun di sisi lain, *edible film* dengan kadar larut rendah juga diperlukan sebagai pelindung produk pangan agar saat film bersentuhan dengan produk pangan dengan kadar air dan aktivitas air yang tinggi, film tidak langsung terlarut. Analisa *swelling* atau kelarutan ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air.

Tabel 3. Hasil perhitungan kelarutan *edible film*

Kitosan : Karagenan	Variasi volume gliserol				
	1 ml (MPa)	1,5 ml (MPa)	2 ml (MPa)	2,5 ml (MPa)	3 ml (MPa)
0 : 2	84,915	86,073	86,993	88,462	91,779
0,2 : 1,8	81,890	83,865	84,967	86,338	89,001
0,4 : 1,6	76,156	80,761	82,584	84,337	88,048
0,6 : 1,4	65,481	75,439	77,178	78,635	82,102
0,8 : 1,2	84,915	86,073	86,993	88,462	91,779

Pada Tabel 3, memperlihatkan pengaruh volume gliserol dan rasio dari kitosan-karagenan terhadap kelarutan suatu *edible film*. Peningkatan volume gliserol dalam film berdampak pada semakin besar nilai kelarutan film tersebut. Hasil penelitian ini juga didukung dengan pernyataan dari Maria Debandi [8] didalam Jurnal *Tissue Science and Engineering* "Development of Biodegradable Films Based on Chitosan/ Glycerol Blends Suitable For Biomedical Application" yang melaporkan bahwa karakteristik dari gliserol yang bersifat hidrofilik mengakibatkan adanya peningkatan derajat *swelling* seiring dengan naiknya volume gliserol yang ditambahkan. Perilaku tersebut dapat dihubungkan dengan ikatan silang yang mengakibatkan ikatan hidrogen intermolekular antara gugus -CH dan gliserol dan juga antar molekul gliserol. Dengan konsentrasi gliserol yang tinggi, terdapat ikatan hidrogen antara molekul gliserol yang terlibat dalam gliserol yang telah berikatan dengan makromolekul -CH.

Uji kelarutan dalam penelitian ini dilakukan pada semua sampel namun pada rasio kitosan-karagenan 0:2 tidak dapat diukur hasil kelarutannya dalam air karena formulasi *edible film* dengan karagenan saja tanpa kitosan menjadikannya larut dan berubah menjadi gel kembali sedangkan saat dioven untuk

mengetahui berat akhir, air teruapkan semuanya menisakan sedikit lapisan tipis yang masih menempel di *petridish*, hal tersebut karena sifat karagenan yang hidrofilik dan *thermoreversible* sehingga sangat mudah untuk larut dalam air dan molekulnya akan terpecah kembali jika dipanaskan lagi. Sehingga, pengaruh jumlah rasio karagenan dibanding kitosan dalam sebuah *film* mengakibatkan tingginya kelarutan *film* tersebut. Hal ini dapat dijelaskan oleh Maria Debandi [8] dalam penelitiannya, polisakarida biasanya memiliki afinitas yang tinggi dalam air karena memiliki gugus hidrofil yang jumlahnya cukup signifikan. Karakteristik hidrasi dari polisakarida bergantung pada struktur primer makromolekul dan struktur supra makromolekul yang dipengaruhi oleh adanya molekul gliserol. Sedangkan *edible film* yang diformulasi dengan mencampurkan kitosan yang memiliki sifat hidrofobik menyebabkan *film* tersebut tidak larut seutuhnya lebih ideal saat *film* diaplikasikan pada pelapis suatu produk makanan, dapat dilihat dari penurunan tingkat kelarutan pada rasio kitosan yang lebih besar daripada karagenan. Hasil kelarutan tertinggi diperoleh pada rasio kitosan-karagenan 0,2:1,8 yakni dengan persen kelarutan sebesar 91% dan kelarutan terendah didapat pada rasio 0,8:1,2 dengan persen kelarutan 65%.

SIMPULAN

Kitosan dari cangkang rajungan yang dihasilkan dari penelitian ini memiliki sifat fisik berwarna putih sedikit kekuningan berbentuk butiran halus 100mesh dan memiliki Derajat Deasetilasi sebesar 61,24 %. Secara keseluruhan dari 3 jenis uji kuat Tarik, elongasi, kelarutan, dan memenuhi karakteristik edible film dalam *Japanese Industrial Standard* (JIS) 1975, *edible film* terbaik yang kami hasilkan yaitu pada 0,4:1,6 dengan 2,5 ml volume gliserol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Henrique, R. Teófilo, L. Sabino, M. Ferreira, and M. Cereda, "Classification of cassava starch films by physicochemical properties and water vapor permeability quantification by

- FTIR and PLS," *Journal of food science*, vol. 72, pp. E184-E189, 2007.
- [2] M. Cerqueira, A. Bourbon, A. Pinheiro, J. Martins, B. Souza, J. Teixeira, *et al.*, "Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 22, pp. 662-671, 2011.
- [3] P. J. P. Espitia, W.-X. Du, R. de Jesús Avena-Bustillos, N. d. F. F. Soares, and T. H. McHugh, "Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties-A review," *Food hydrocolloids*, vol. 35, pp. 287-296, 2014.
- [4] N. F. Nahwi, "Analisis pengaruh penambahan plastisizer gliserol pada karakteristik edible film dari pati kulit pisang raja, tongkol jagung dan bonggol enceng gondok," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2016.
- [5] W. Sugiyo, F. W. Mahatmanti, and M. Alauhdin, "SINTESIS KOMPOSIT KITOSAN-SILIKA DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ZAT WARNA TEKSTIL," *Saintekno: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 9, 2011.
- [6] S. W. Murni, "Pembuatan edible film dari tepung jagung (*Zea Mays L.*) dan kitosan," in *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 2015, pp. 17-1-B17. 9.
- [7] N. Gontard, C. Duchez, J. L. CUQ, and S. Guilbert, "Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapour permeability and other physical properties," *International journal of food science & technology*, vol. 29, pp. 39-50, 1994.
- [8] M. V. Debandi, C. Bernal, and N. J. Francois, "Development of biodegradable films based on chitosan/glycerol blends suitable for biomedical applications," *J. Tissue Sci. Eng*, vol. 3, pp. 2157-7552.1000187, 2016.
- [9] D. Handito, "Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Film (the Effect of Carrageenan Concentrations on Mechanical and Physical Properties of Edible Films)," ed: Agroteksos, 2011.
- [10] E. Zaidar, R. Bulan, Z. Alvian, S. T. RS, and D. Lestari, "Pembuatan Edible Film Dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Euchepeuma Sp.*), dengan Gliserol Dan Kitosan," *Prosiding SEMIRATA 2013*, vol. 1, 2013.
- [11] J. J. Kester and O. Fennema, "Edible films and coatings: a review," *Food technology (USA)*, 1986.