

**OPTIMASI SIFAT FISIK *EDIBLE FILM* BERBASIS KARAGENAN
MURNI DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON (*RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY*)**

(Tesis)

Oleh

Nurul Lia Febriati



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK**OPTIMASI SIFAT FISIK *EDIBLE FILM* BERBASIS KARAGENAN MURNI DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON (*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*)****Oleh****Nurul Lia Febriati**

Edible film (lembaran tipis yang memiliki karakteristik fleksibel, transparan, dapat dimakan, dan dapat digunakan sebagai pengemas pangan) dapat dibuat dari karagenan yang merupakan hidrokoloid dari rumput laut. Sifat fisik edible film dari karagenan antara lain dipengaruhi oleh konsentrasi karagenan, konsentrasi gliserol sebagai plasticiesr, dan suhu pemanasan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengoptimasi kombinasi konsentrasi karagenan murni, konsentrasi gliserol, dan suhu pemanasan dalam memproduksi *edible film* yang sifat fisiknya terbaik. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu *Central Composite Design (CCD)* dari *Response Surface Methodology (RSM)* dengan 3 variabel bebas; yaitu konsentrasi karagenan (0.5%, 1% dan 1.5%), konsentrasi gliserol (0.5%, 1% dan 1.5%), dan suhu pemanasan (70°C, 80°C, dan 90°C). *Edible film* yang dihasilkan diukur ketebalan, kuat tarik dan perpanjangan putusnya. Data hasil pengukuran dianalisis dengan program Minitab 18 untuk menentukan kondisi (konsentrasi

karagenan, gliserol dan suhu pemanasan) yang optimum. Kondisi optimum terjadi pada konsentrasi karagenan 1.8%, konsentrasi gliserol 0.2%, dan suhu pemanasan 83⁰C. Kondisi ini menghasilkan *edible film* dengan kuat tarik maksimum 78.84 Mpa, perpanjangan putus 32.95%, dan ketebalan 85 µm, serta memiliki morfologi sangat baik, merata, tidak ada lekukan dan retakan berdasarkan data hasil pengamatan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Kata Kunci : Edible film, karagenan murni, glycerol, Response Surface Methodology/ RSM, Scanning Electron Microscopy/SEM

ABSTRACT**OPTIMIZATION OF EDIBLE FILM CHARACTERISTICS BASED
ON PURE CARRAGEENAN WITH RESPONSE SURFACE
METHODOLOGY (RSM)****By****Nurul Lia Febriati**

Edible film - a thin sheet with characteristics of flexible, transparent, and biodegradable, and can protect food products – can be made from carrageenan that is hydrocolloid extracted from seaweed. Characteristics of edible produced were affected by carrageenan concentrations, glycerol concentrations, and heating temperatures. The objective of this research was to optimize pure carrageenan concentrations, glycerol concentrations, and heating temperatures in producing edible films with the best physical properties. Research design used in this research was a Central Composite Design (CCD) of the surface response methodology (RSM) with 3 independent variables, namely pure carrageenan concentration (0.5%, 1% and 1.5%), glycerol concentration (0.5%, 1% and 1.5%), and heating temperature (70°C, 80°C, and 90°C). The edible film produced was measured for its thickness, tensile strength and elongation. Its thickness, tensile strength and elongation data were analyzed using Minitab 18 application for

determining the optimum condition (pure carrageenan concentration, glycerol concentration, and heating temperature) of edible film production. The optimum condition occurred at carrageenan concentration of 1.8%, glycerol concentration of 0.2%, and heating temperature of 83°C, and, yielded edible film with a maximum tensile strength of 78.84 Mpa, an elongation of 32.95%, and thickness of 85 µm, as well as a very good, evenly distributed, and without crack morphology based on data of *Scanning Electron Microscopy* (SEM) observations.

Key Word : Edible film, pure carrageenan, glycerol, Response Surface

Methodology/ RSM, Scanning Electron Microscopy/SEM

**OPTIMASI SIFAT FISIK *EDIBLE FILM* BERBASIS KARAGENAN
MURNI DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON (*RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY*)**

Oleh

Nurul Lia Febriati

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

Pada

**Program Pascasarjana Magister Teknologi Industri Pertanian
FAkultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA
MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

Judul Penelitian

**: OPTIMASI SIFAT FISIK *EDIBLE FILM*
BERBASIS KARAGENAN MURNI
DENGAN METODE PERMUKAAN
RESPON (*RESPONSE SURFACE
METHODOLOGY*)**

Nama

: Nurul Lia Febriati

Nomor Induk Mahasiswa

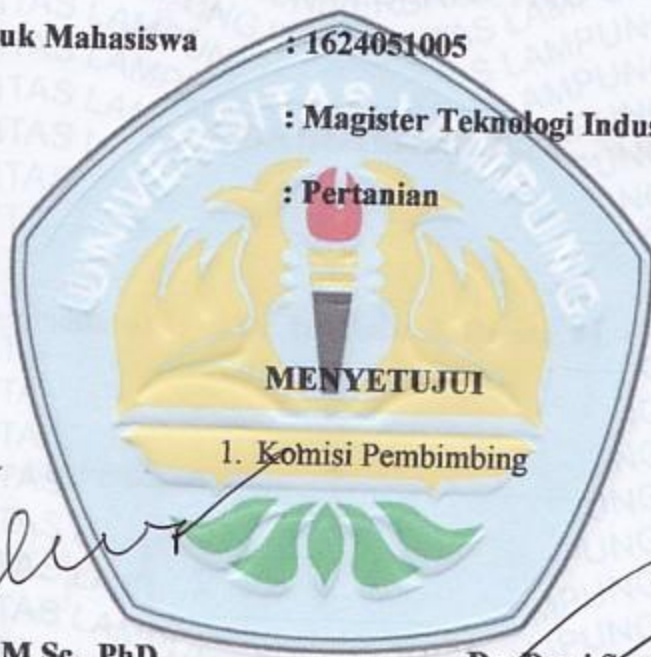
: 1624051005

Jurusan

: Magister Teknologi Industri Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Ir. Sutikno, M.Sc., PhD.

NIP. 19560114 198603 1 002

Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.

NIP. 19701220 200812 2 001

**2. Ketua Program Studi
Magister Teknologi Industri Pertanian**

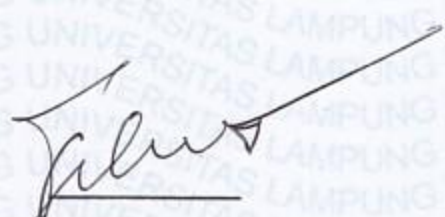
Dr. Sri Hidayati S.T.P., M.P.

NIP. 19710930 199512 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

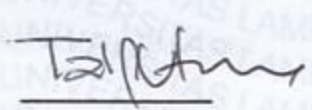
Ketua : Ir. Sutikno, M.Sc., PhD.



Sekretaris : Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.



Penguji
(Bukan Pembimbing) : Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M. Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.
NIP. 19570101 198403 1 020

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 07 Agustus 2018

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurul Lia Febriati, S.Pt

NPM : 1624051005

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri dibawah bimbingan pembimbing pertama, pembimbing keua dan penguji. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Dengan demikian pernyataan ini saya buah dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkan.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2018
Yang membuat pernyataan



Nurul Lia Febriati
NPM. 1624051005

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, Bandar Lampung pada tanggal 10 Februari 1986, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Supratno, S.Sos dan Ibu Sunarti.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Raudatul Al-Hidayah Gunung Sulah Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 1992, Sekolah Dasar (SD) Negeri 2 Gunung Sulah Bandar Lampung pada tahun 1998, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 12 Sukarame Bandar Lampung pada tahun 2001, Sekolah Menengah Umum (SMU) Yayasan Pembina (YP) UNILA Tanjung Karang Bandar Lampung pada tahun 2004.

Pada tahun 2004, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Peternakan Universitas Lampung melalui jalur UMPTN dan aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Peternakan UNILA dan Karang Taruna Sianga Bencana (TAGANA) yang dibina oleh Dinas Sosial Provinsi Lampung. Pada tahun 2009, penulis bekerja di PT. Great Giant Livestock sebagai *Health Safety Environment (HSE) and Quality Assurance (QA)* dan pada tahun 2018 di PT. Pangan Sumber Inti Laut sebagai *Production Planning Inventory Control*. Pendidikan dan pelatihan non formal yang telah diselesaikan penulis selama berada di perusahaan antara lain (1) Pendidikan dan pelatihan Dasar-dasar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan PPLH-LPPM, IPB di Bogor pada tahun 2015 (2) *Training For Trainer* oleh PDSC

di PT. Great Giant Pineapple pada tahun 2015 (3) *Calibration Training* oleh REI di Great Giant Pineapple pada tahun 2016 (4) Training ISO 22000:2005 dan ISO 9001:2015 oleh REI di PT. Great Giant Livestock pada tahun 2017 (5) Pelatihan Sistem Jaminan Halal oleh LPPOM-MUI di Bogor (6) Pelatihan Penyusunan dan Penilaian DPLH DELH oleh PSLH-UGM di Yogyakarta.

Pendidikan dan pelatihan formal dan non formal yang saat ini dimiliki oleh penulis merupakan salah satu usaha yang dilakukan untuk mencapai cita-cita agar dapat menjadi orang yang bermanfaat dalam lingkungan keluarga dan masyarakat.

Terimakasih untuk keluarga tercinta atas doa dan dukungannya,

Supratno, S.Sos (Bapak), Sunarti (Ibu), Siti Sodikah (Mamak Way Kanan), Fathul Mu'in, M.H.I (suami), Muhammad Azzam Faiza (anak 1), Alm. Kanza Alqsha Humaira (anak 2), Zelly Nurohim, S.TP (Kakak), Selpi Apriani, S.Si (Ayuk), serta Risky Fajar M (Adik)

SANWACANA

Penulis mengucapkan puji syukur alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang mana telah memberikan rahmat dan karunia sehingga dapat menyelesaikan proposal yang berjudul "**Optimasi Sifat Fisik *Edible Film* Berbasis Karagenan Murni dengan Metode Permukaan Respon (*Response Surface Methodology*)**".

Tesis ini disusun sebagai panduan penulis dalam melakukan kegiatan penelitian yang menjadi syarat kelulusan dan memperoleh gelar Magister Teknologi Industri Pertanian pada Jurusan Magister Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penyusunan tesis ini berdasarkan dari penelitian pendahuluan yang telah dilakukan analisis beberapa literatur, dan arahan dari dosen pembimbing.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih pada semua pihak yang membantu dalam penulisan proposal sehingga penelitian dapat dilakukan sesuai dengan rencana, yaitu

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian yang telah memberikan kemudahan dalam proses menyelesaikan tesis,
2. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Magister Teknologi Industri Pertanian yang telah memberikan arahan dan kemudahan dalam menyelesaikan tesis,
3. Dr. Ir. Suharyono, M.S., selaku pembimbing akademik atas bimbingannya selama menjadi mahasiswa,

4. Ir. Sutikno, M.Sc., PhD., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, bantuan dana dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan tesis,
5. Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan tesis,
6. Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M. Si., sebagai Dosen Pembahas yang telah memberi masukan dan saran pada penulis,
7. Dayu Ariasintawati (Direktur), Budiman Safari (Head Manager), Bagus Kuntjorodjati (Manager QA), Charis Prima (Manager AWO) dan segenap keluarga besar PT. Great Giant Livestock, serta Imanudin (Manager QA), Rudy (HRD) dan segenap keluarga besar PT. Pangan Sumber Inti Laut yang sudah memberikan kemudahan,
8. Kawan-kawan seperjuangan Magister Teknologi Industri Pertanian Angkatan 2016 Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan selama penelitian dan penyusunan tesis,
9. Yulidia, Galuh, Carin, Marlie, Nina dan semua sahabat-sahabat tercinta terima kasih atas bantuan dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini banyak kekurangan, penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bandar Lampung , September 2018

Penulis

Nurul Lia Febriati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	5
1.3. Kerangka Pemikiran	5
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Karagenan Murni	8
2.2. <i>Edible Film</i>	10
2.2.1 Bahan dasar	11
2.2.2 Plasticizer	12
2.2.3 Suhu pemanasan	12
2.3. Kualitas <i>Edible Film</i>	14
2.3.1. Ketebalan	15
2.3.2. Kuat tarik dan perpanjangan putus	15
2.3.3. Laju transmisi uap air	17
2.3.4. Analisis morfologi <i>edible film</i>	17
2.3.5. Penampakan visual	18
2.4. Metode Permukaan Respon (<i>Response Surface Methodology</i>)	19
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2. Bahan dan Alat	21
3.3. Metode Penelitian	23
3.4. Pelaksanaan Penelitian	25
3.5. Pengamatan	
3.1.1. Ketebalan	28
3.1.2. Kuat tarik dan perpanjangan putus	28
3.1.3. Laju transmisi uap air	29
3.1.4. Analisis morfologi <i>edible film</i>	30

3.1.5. Penamatan visual	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Optimasi Sifat Fisik <i>Edible Film</i> Berbasis Karagenan	32
4.1.1. Uji kuat tarik	33
4.1.2. Perpanjangan putus	37
4.1.3. Ketebalan	41
4.2. Deskripsi Sifat Fisik <i>Edible film</i> Berbasis Karagenan	45
4.1.1. Penampakan <i>edible film</i> dengan perbedaan konsentrasi karagenan	45
4.1.2. Penampakan <i>edible film</i> dengan perbedaan konsentrasi gliserol	46
4.1.3. Penampakan <i>edible film</i> dengan perbedaan suhu pemanasan	47
4.3. Laju Transmisi Uap Air (<i>Water Vapour Transmission Rate</i>)	48
4.4. Kondisi Optimum Konsentrasi <i>Edible Film</i>	49
4.5. Analisa <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	51
V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	55
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil desain <i>Respon Surface Methodology (RSM)</i>	24
2. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial 2^3 pada proses pembuatan <i>edible film</i>	24
3. Desain percobaan 2^3 faktorial dengan 3 variabel bebas	25
4. Respon kuat tarik, perpanjangan putus, ketebalan dan lebar sampel	32
5. Hasil analisis sidik ragam kuat tarik <i>edible film</i> dari <i>RSM</i>	34
6. Hasil analisis sidik ragam perpanjangan putus <i>edible film</i> dari <i>RSM</i>	38
7. Hasil analisis sidik ragam ketebalan <i>edible film</i> dari <i>RSM</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir pembuatan <i>edible film</i> berbasis karagenan	27
2. Kontur permukaan respon kuat tarik <i>edible film</i> (A) dan (B) pada proses pembuatan <i>edible film</i> dari karagenan murni	36
3. Kontur permukaan respon perpanjangan putus <i>edible film</i> (A) dan (B) pada proses pembuatan <i>edible film</i> dari karagenan murni	39
4. Kontur permukaan respon ketebalan <i>edible film</i> (A) dan (B) pada proses pembuatan <i>edible film</i> dari karagenan murni	44
5. Penampakan visual <i>edible film</i> karagenan 0,2% (A) dan 1,8% (B)	46
6. Penampakan visual <i>edible film</i> gliserol 0,2% (A) dan 1,8% (B)	47
7. Penampakan visual <i>edible film</i> suhu pemanasan 63 °C (A) dan suhu pemanasan 97 °C (B)	48
8. Optimasi RSM pembuatan <i>edible film</i> karagenan	50
9. Analisa <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) Pembesaran 1000x (A) dan (B) Pembesaran 5000x	52
10. Analisa <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) Pembesaran 10000x (A) dan (B) Pembesaran 20000x	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses pembuatan <i>edible film</i>	66
2. Alat Uji Kualitas <i>Edible Film</i>	69
3. Lembaran <i>edible film</i>	70
4. Morfologi lembaran <i>edible film</i>	75
5. Hasil Pengukuran <i>edible film</i>	76

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan produsen rumput laut nomor satu di dunia karena, memenuhi permintaan dunia lebih dari 50%. Simanjutak (2016) Indonesia merupakan penghasil rumput laut terbesar didunia yang memasok 237.800 ton atau 56% dari total kebutuhan 424.000 ton. Selain itu, dinyatakan juga bahwa produksi yang dihasilkan sekitar 152.900 ton atau 64,3% diekspor dalam bentuk kering dan 89.000 ton atau 35,7% diolah industri domestik. Hal tersebut menerangkan bahwa total rumput laut didunia ada di Indonesia, namun kurangnya pembinaan, sosialisasi dan fasilitas pendukung, serta dana di masyarakat dalam mengembangkan teknologi pengolahan rumput laut mengakibatkan kecilnya keinginan untuk melakukan pengolahan lanjutan.

Masyarakat lebih memilih menjual rumput laut tanpa proses pengolahan, kondisi ini dimanfaatkan oleh sebagian pengusaha untuk menjadi pengumpul dan mengekspor. Dahuri (2011) menyampaikan bentuk rumput laut yang umumnya diperdagangkan, antara lain (1) rumput laut kering, (2) produk yang dapat langsung dikonsumsi, dan (3) produk hidrokolid (karagenan, agar-agar, dan alginat). Rumput laut dapat diolah menjadi bahan makanan seperti agar-agar,

sayuran, kue. dan menghasilkan bahan algin, karagenan dan *fulcelaran* yang digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan tekstil (Salim *et al.*, 2015).

Salah satu hasil olahan rumput laut yaitu karagenan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Warsiki *et al.* (2013); Setha *et al.* (2016), menyatakan bahwa karagenan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat bahan pengemas (*edible film*) karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil, serta dapat dimakan. Saat ini, teknologi pengelolaan rumput laut di Indonesia masih kurang sehingga nilai jual produk masih rendah dibandingkan dengan Cina yang telah melakukan pengolahan rumput laut 70-80%. Peningkatan nilai jual tersebut mendorong dilakukannya penelitian terkait beberapa produk olahan rumput laut menjadi bahan jadi seperti karagenan.

Karagenan dapat digunakan sebagai bahan baku *edible film* yang merupakan kemasan ramah lingkungan, sehingga dapat memiliki nilai jual yang tinggi. Hal tersebut dapat meningkatkan perekonomian Indonesia dalam bidang perikanan sehingga pendapatan masyarakat bertambah. Penggunaan kemasan dengan bahan baku *edible film* juga dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan terhadap kemasan plastik yang selama ini menjadi masalah lingkungan karena tidak dapat terurai. Sifat ramah lingkungan tersebut dapat menjadi dasar beralihnya kemasan plastik menuju ke kemasan *edible film*.

Kelebihan *edible film* dari bahan karagenan adalah ramah lingkungan, *biodegradable*, tidak bahaya saat bersentuhan dengan produk dan dapat dimakan. Hal tersebut diperjelas oleh Meenakshi *et al.* (2016) menyatakan bahwa kemasan *edible film* memiliki karakteristik *biodegradable* dan ramah lingkungan, memberikan penghalang semi permeable terhadap uap air, oksigen dan

karbondioksida, lapisan yang dapat dimakan, tidak beracun dan tidak menimbulkan bahaya bagi kesehatan. Hal tersebut berbanding terbalik dengan Jenis bahan kemasan plastik memiliki adalah bentuk fleksibel, transparan, mudah pecah, *non biodegradable*, ada yang tahan panas monomernya dapat mengkotaminasi produk. Julianti dan Nurminah (2006); dan Anonim (2007), menyatakan bahwa plastik merupakan kemasan sekali pakai dan tidak dapat terurai oleh mikroba sehingga dapat mencemari lingkungan karena membutuhkan waktu hingga ratusan tahun.

Komposisi *edible film* disusun dari gabungan komponen lipid dan komponen hidrokoloid. Komponen hidrokoloid tersebut dapat diperoleh dari ekstraksi rumput laut (*Eucheumma cottoni*) yaitu karagenan. Secara umum *edible film* dari bahan yang hidrokoloid mempunyai sifat mekanis baik akan tetapi kurang efisien dalam menahan uap air karena sifatnya yang hidrofil dan mudah rapuh. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan tambahan seperti plasticizer. Salah satu jenis plasticizer yang dapat digunakan adalah gliserol. Mulyadi *et al.*, (2015) menyatakan gliserol merupakan zat aditif untuk meningkatkan fleksibilitas film dan merupakan senyawa hasil hidrolisis dari minyak yang memiliki kadar air yang tinggi. Menurut David dan George (1999); Bourtoom (2007); Hidayati *et al.* (2015); Sitompul *et al.* (2017) Plasticizer (gliserol) meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan, sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang dihasilkan maka, *edible film* akan semakin elastis dan lentur.

Proses produksi *edible film* dilakukan dengan melarutkan ekstrak karagenan kedalam aquades kemudian dipanaskan pada suhu 80-90⁰C selama 30

menit, serta melakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* atau spatula. Proses tersebut dilanjutkan dengan penyaringan, penambahan gliserol dan pemanasan kembali agar homogen pada suhu 80⁰C selama 5 menit. Mulyadi *et al.* (2015) Proses pembuatan *edible film* diawali dengan melakukan gelatinisasi pada suhu 80-90⁰C selama 22 menit, larutan edible didinginkan hingga suhu 45⁰C kemudian ditambahkan gliserol dan ekstrak daun beluntas diaduk hingga homogen lalu dituang ke cetakan dan dikeringkan. Supeni *et al.* (2015), menyampaikan bahwa pembuatan *edible film* dilakukan dengan cara melarutkan karagenan dalam aquades kemudian dipanaskan dan diaduk di atas *hot plate stirrer* pada suhu 90-100⁰C (tanpa mempertimbangkan waktu pemanasan) lalu ditambahkan gliserol sambil diaduk hingga tergelatinisasi dan homogen. Penelitian Fardhyanti *et al.* (2015) *edible film* dibuat dengan melarutkan karagenan dengan aquades kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 60⁰C diatas *hot plate*.

Optimasi proses produksi *edible film* untuk menghasilkan kualitas fisik yang optimal masih belum dilakukan. Metode yang banyak dilakukan adalah rancangan acak kelompok. Metode tersebut membutuhkan waktu dan biaya yang lebih banyak. Hidayati *et al.*(2015); Harumarani *et al.*(2016); Rusli *et al.* (2017), menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan datu atau dua factor yang menjadi ulangan dalam penelitian tentang *edible film* atau *biodegradable film*. Metode respon permukaan (RSM) dapat menggunakan 3 faktor tanpa harus melakukan jumlah ulangan yang terlalu banyak agar efisiensi biaya dan waktu. Menurut Oramahi (2009), metode respon permukaan (*Response Surface Methodology*) bisa digunakan untuk penelitian dengan jumlah faktor yang banyak dengan 3 dan 5 level/aras perlakuan. Hal serupa dinyatakan oleh Isnaini *et al.*

(2012), bahwa penggunaan metode permukaan respon dapat meminimalkan jumlah ulangan dalam rancangan percobaan dan memperlihatkan optimasi respon antar variabel.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan konsentrasi karagenan murni, konsentrasi gliserol dan suhu pemanasan yang menghasilkan *edible film* dengan sifat fisik optimum berdasarkan metode permukaan respon (RSM).

1.3 Kerangka Pemikiran

Kondisi optimum sifat fisik *edible film* bermutu tinggi dari karagenan murni, konsentrasi gliserol dan suhu pemanasan dengan metode permukaan respon (RSM) belum diketahui. Mutu fisik *edible film* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain (1) jenis atau bahan yang digunakan (2) konsentrasi dan jenis *plasticizer* (3) Suhu pemanasan. Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan menggunakan konsentrasi karagenan sebanyak 1% dan 2%, konsentrasi gliserol 0.5%, 0.6% dan 0.7%, serta suhu pemanasan diatas 85⁰C. Hasil kualitas *edible film* dengan konsentrasi tersebut, antara lain kualitas *edible film* 2% lebih tebal dari 1%, kualitas *edible film* 1% memiliki warna yang lebih transparan dibandingkan dengan 2%, serta konsentrasi karagenan 0.7% memiliki tingkat kekakuan lebih rendah dan sulit untuk disealing dibandingkan konsentrasi karagenan 0.5%, sedangkan suhu pemanasan yang dilakukan diatas 85⁰C semakin

tinggi konsentrasi karagenan semakin tinggi suhu pemanasan yang dibutuhkan untuk melarutkan.

Kualitas fisik *Edible film* dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dasar yang digunakan. Konsentrasi bahan dasar mempengaruhi ketebalan, warna, dan kondisi *edible film*. Ariska dan Suyatno (2015); Rusli *et al.* (2017), menyatakan bahwa konsentrasi karagenan yang tinggi dalam pembuatan *edible film* akan membentuk matriks film yang semakin kuat. Hal tersebut karena beban yang dibutuhkan untuk memutuskan *edible film* juga semakin besar. Penambahan konsentrasi gliserol akan meningkatkan tingkat kelenturan *edible film*, kelenturan *edible film* tersebut dapat menjadi dasar penggunaan *edible film*. Huri dan Nisa (2014); Harumarani *et al.* (2016), berpendapat bahwa penambahan konsentrasi gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas atau elastisitas pada *edible film* sebab turunnya ikatan rantai polimer. Suhu pemanasan berpengaruh terhadap jumlah volume larutan, warna dan ketebalan. Suhu pemanasan yang tinggi akan mengurangi volume larutan karena penguapan dan karamelisasi sehingga warna lebih coklat. Supeni (2012); Coniwati *et al.* (2014) Jumlah volume air yang digunakan sesuai prosentase penggunaan bahan dasar dalam pembuatan *edible film* berpengaruh terhadap ketebalan. Reaksi karamelisasi adalah reaksi yang terjadi karena pemanasan gula pada temperatur diatas titik cairnya yang akan menghasilkan perubahan warna menjadi warna gelap sampai coklat (Tranggono dan Sutardi, 1989).

Kondisi optimum sifat fisik *edible film* dari karagenan dapat dinilai dari nilai pengukuran ketebalan, kuat tarik, perpanjangan putus, laju transmisi uap air, dan penampakan visual, serta hasil SEM. Penelitian ini dilakukan untuk

memperoleh kondisi optimum sifat fisik *edible film* dengan mempertimbangkan faktor konsentrasi karagenan sebesar 0,5%, 1% dan 1,5%, konsentrasi gliserol 0,5%, 1% dan 1,5% dengan suhu pemanasan 70⁰C, 80⁰C, dan 90⁰C. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu metode permukaan respon, tujuannya agar menghasilkan rancangan percobaan dengan hasil yang maksimum namun efisien biaya dan waktu penelitiannya. Metode permukaan respons merupakan metode yang efisien digunakan untuk menentukan taraf-taraf peubah bebas yang dapat mengoptimalkan respons untuk peubah bebas yang bertaraf kuantitatif (Dewi *et al.*, 2013).

1.4 Hipotesis

Kondisi optimum sifat fisik *edible film* berbasis karagenan murni dengan metode permukaan respon (RSM) terdapat pada formulasi *edible film* dengan karagenan 1%, gliserol 0.5 % dan suhu pemanasan 80⁰ C, formulasi tersebut akan menghasilkan mutu *edible film* dengan ketebalan, kekuatan tarik dan persen elongasi yang optimum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

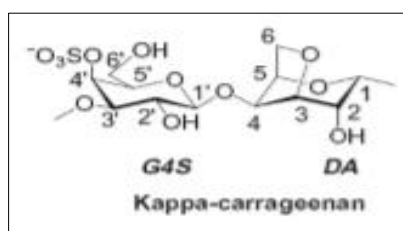
2.1 Karagenan Murni

Karagenan merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri atas ester kalium, natrium, magnesium dan kalsium sulfat. Karagenan merupakan hasil ekstraksi rumput laut genus *Kappaphycus*, *Gigartina*, *Eucheuma*, *Chondrus*, dan *Hypnea* (Rhein-Knudsen *et al.*, 2015). Rumput laut mengandung lebih kurang 50% (w/w) berat kering karagenan. Ekstraksi karagenan dapat dilakukan secara fisik seperti dengan pemasakan pada suhu 70 – 100°C (Sutikno *et al.*, 2015), secara kimia seperti dengan menggunakan KOH, NaOH, KCl (Moses *et al.*, 2015), dan secara enzimatik seperti dengan menggunakan enzim selulase, sulfatase, k-carrageenase (Rhein-Knudsen *et al.*, 2015).

Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* (alga merah), dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan (Distantina *et al.*, 2010). Teknologi pengolahan rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai produk *intermediet* dapat dilakukan dengan perlakuan ATC (*Alkali Treated Carrageenophyte*) untuk menghasilkan tepung karagenan setengah jadi (*semirefine carrageenan*/ SRC flour). SRC flour dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karagenan murni, bahan pengikat dan penstabil dalam industri makanan.

Ekstraksi adalah metode pemisahan suatu komponen solute (cair) dari campurannya menggunakan sejumlah massa solven sebagai tenaga pemisah. Proses ekstraksi terdiri atas tiga langkah besar, yaitu proses pencampuran, proses pembentukan fasa setimbang, dan proses pemisahan fasa setimbang (Aprilia *et al.*, 2006). Solven merupakan faktor terpenting dalam proses ekstraksi, sehingga pemilihan solven merupakan faktor penting. Solven ini harus saling melarutkan terhadap salah satu komponen murninya, sehingga diperoleh dua fasa rafinat. Proses ekstraksi dapat berjalan dengan baik bila pelarut ideal harus memenuhi syarat-syarat yaitu selektivitasnya tinggi, memiliki perbedaan titik didih dengan solute cukup besar, bersifat inert, perbedaan density cukup besar, tidak beracun, tidak bereaksi secara kimia dengan solute maupun diluen, viskositasnya kecil, tidak bersifat korosif, tidak mudah terbakar, murah dan mudah didapat. Beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi adalah temperatur, waktu kontak, perbandingan solute, faktor ukuran partikel, pengadukan dan waktu dekantasi.

Karagenan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat bahan pengemas (edible film) karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil, serta dapat dimakan (Warsiki *et al.*, 2013; Setha *et al.*, 2016). *Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (coating) atau diletakkan diantara komponen makanan (film) yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa (misalnya kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, dan zat terlarut). Rumus kimia karagenan sebagai berikut :



Sumber : Distantina *et al.* (2010)

2.2 *Edible Film*

Edible film merupakan lapisan yang digunakan untuk melapisi produk dan dapat dimakan. *Edible film* berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanik, penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik sebagai pembawa zat aditif (Triana, 2014). *Edible film* merupakan kemasan yang dapat dimakan biasanya berbentuk film, pelapis, lembar dan kantong (Sabharwal *et al.*, 2016).

Menurut Herly (2012), komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* adalah protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung dan gluten gandum), karbohidrat (pati, alginat, pektin, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya), dan lipid (lilin/wax, gliserol dan asam lemak). *Edible film* berbasis protein dan coating telah meningkat pesat selama beberapa tahun terakhir karena memiliki keuntungan dengan sifatnya yang *biodegradable* dan yang diambil dari sumber terbarukan (Zoel *et al.*, 2016).

Metode pembuatan *edible film* yaitu metode casting, mendispersikan bahan baku *edible film*, pengaturan pH larutan, pemanasan larutan, pencetakan, pengeringan, dan pelepasan dari cetakan. Tidak ada metode standar dalam pembuatan *edible film*, namun pada umumnya dilakukan penambahan hidrokoloid untuk membentuk struktur film yang tidak mudah hancur dan plasticizer untuk meningkatkan elastisitas (Maulana, 2009).

Edible film dapat dikatakan baik apa bila kenampakan memiliki lapisan yang terbentuk dengan baik dan utuh, warna yang menarik mengkilat, pada

lapisan permukaan *edible film* memiliki gelembung yang sedikit atau seminimal mungkin dan memiliki lapisan permukaan yang halus. Karakteristik fisik dan penampakan *edible film* tersebut menentukan kualitas dan penggunaan *edible film* pada produk. Mutu *edible film* dipengaruhi oleh tiga factor antara lain bahan dasar, plasticizer dan suhu pemanasan, kondisi tersebut dijelaskan secara terperinci dibawah ini.

2.2.1 Bahan Dasar

Bahan dasar penyusun *edible film* memiliki pengaruh pada ketebalan, warna, kuat tarik dan perpanjangan putus. Amaliya *et al.*, (2014); Huri dan Nisa., (2014), menjelaskan bahwa ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi bahan dasar yang mempengaruhi peningkatan jumlah padatan. Peningkatan jumlah padatan tersebut mempengaruhi penampakan warna *edible film*. Siragih *et al.*, (2016) menyatakan semakin banyak karagenan yang digunakan maka akan menghasilkan film dengan tingkat kekuningan yang semakin besar. Hal tersebut juga disampaikan oleh Ningsih (2015), bahwa warna *edible film* tergantung pada jenis bahan dasar. Bahan dasar juga memiliki pengaruh terhadap kuat tarik dan perpanjangan putus. Ariska dan Suyatno (2015); Rusli (2017), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan (bahan dasar) dalam pembuatan *edible film* akan membentuk matriks film yang semakin kuat. Waryat (2004); Handito (2011); bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka kekuatan renggang putus *edible film* karagenan semakin tinggi.

2.2.2 Plasticizer

Plasticizer berpengaruh terhadap elastisitas lembaran *edible film*, kesesuaian antara bahan dasar dan *edible film* mempengaruhi kemudahan penanganan pembuatan selain itu, meningkat kantung kelenturan dan persen pemanjangan serta, kuat tarik. David dan George (1999); Bourtoom (2007); Hidayati *et al.* (2015); Sitompul *et al.* (2017), Plasticizer (gliserol) meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan, sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang dihasilkan maka, *edible film* akan semakin elastic dan lentur. Tingginya konsentrasi gliserol akan mengganggu ikatan antar molekul sehingga interaksinya menurun. Menurut Huri dan Nisa (2014); Harumarani *et al.* (2016) Penambahan konsentrasi gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas atau elastisitas pada *edible film* sebab turunnya ikatan rantai polimer. Pernyataan tersebut diperkuat oleh pendapat Cervera *et al.* (2004); Sanjaya dan Puspita, (2011); Setiani *et al.* (2012); Hasnelly *et al.* (2015), yang menyatakan bahwa penambahan plasticizer menyebabkan peningkatan pemanjangan putus (persen elongasi) Wirawan *et al.* (2012), menyatakan bahwa penambahan plasticizer dengan kadar yang lebih tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik film, menaikkan persentase *elongation of break*, dan menaikkan nilai permeabilitas uap air.

2.2.3 Suhu Pemanasan

Suhu pemanasan pemasakan larutan *edible film* mempengaruhi warna dan ketebalan *edible film*. Suhu pemanasan yang tinggi dapat menghasilkan warna yang terlalu kuning atau kecoklatan. Kondisi tersebut karena, adanya reaksi karamelisasi yang terjadi pada saat terjadi pemanasan. Reaksi karamelisasi adalah

reaksi yang terjadi karena pemanasan gula pada temperature diatas titik cairnya yang akan menghasilkan perubahan warna menjadi warna gelap sampai coklat (Tranggono dan Sutardi, 1989). Suhu yang tinggi juga mengakibatkan berkurangnya volume air dalam larutan *edible film* karena ada penguapan. Supeni. (2012); dan Coniwati *et al.* (2014), menyatakan bahwa kandungan volume air yang digunakan dalam pengenceran konsentrasi bahan dasar pembuatan *edible film* berpengaruh terhadap ketebalan.

Karakteristik *edible film* menjadi dasar penentuan produk yang akan dikemas. Katili *et al.*(2013) *edible film* yang mempunyai kuat tarik yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan tinggi seperti kemasan tinta, sedangkan *edible film* yang mempunyai nilai kuat tarik yang rendah dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk ringan seperti permen, bumbu mie, makanan ringan, dan produk pangan yang lainnya. Warna dan ketebalan juga mempengaruhi jenis produk yang akan dikemas, produk makanan seperti daging, ikan dan makanan siap saji membutuhkan kemasan pelindung yang tipis dan bening serta memiliki laju transmisi uap air yang rendah. Semakin tinggi laju transmisi uap air pada *edible film* maka, kualitas *edible film* semakin rendah. Rendahnya kualitas *edible film* mengurangi fungsinya sebagai pelindung makanan yang dapat memperpanjang daya simpan. Katili *et al.*(2013), menyatakan bahwa besarnya laju transmisiuap air akan menurunkan kualitas produk. Semakin rendah laju transmisiuap air yang melewati dinding plastic maka bahan pangan yang dikemas didalamnya akan memiliki umur simpan yang lebih lama (Pudjiastiri *et al.*, 2013).

Manfaat dan keuntungan kemasan jenis *edible film*, antara lain bersifat biodegradable, dapat dimakan, mudah terurai dan dapat berasal dari bahan yang

memiliki kandungan protein, melindungi produk pangan yang dikemas, bahan yang transparan memudahkan pembeli untuk melihat kualitas makanan yang dikemas seperti buah-buahan, makanan siap saji dan lain-lain. Menurut Zoel *et al.* (2016), *edible film* berbasis protein dan coating telah meningkat pesat selama beberapa tahun terakhir karena memiliki keuntungan dengan sifatnya yang *biodegradable* dan yang diambil dari sumber terbarukan. Triana *et al.* (2014), menyatakan bahwa *edible film* merupakan lapisan yang digunakan untuk melapisi produk dan dapat dimakan. *Edible film* berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanik, penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik sebagai pembawa zat aditif. Kelebihan *edible film/ coating* antara lain : Dapat dikonsumsi dengan produk yang dikemas, tidak menimbulkan efek beracun, dapat mencegah kerusakan bahan akibat penanganan mekanik (Atik, 2012).

2.3 Kulit Edible Film

Pengukuran kualitas *edible film* dilakukan untuk melihat kesesuaiannya dengan produk atau bahan baku yang akan dikemas. Menurut (Katili, *et al.* 2013) *Edible film* yang mempunyai kuat tarik yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan tinggi seperti kemasan tinta, sedangkan *edible film* yang mempunyai nilai kuat tarik yang rendah dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk ringan seperti permen, bumbu mie, makanan ringan, dan produk pangan yang lainnya. Beberapa pengukuran yang dilakukan pada *edible film* , antara lain

2.3.1 Ketebalan

Pengukuran ketebalan dilakukan untuk mengetahui kekuatan lembaran *edible film* yang dihasilkan, semakin tebal lembaran *edible film* yang dihasilkan maka daya hambatnya dalam melindungi kualitas produk semakin kuat. Pengukuran *edible film* dapat menggunakan alat *Thickness Gauge* dengan ketelitian 1µm. Pengukuran ketebalan pada lembaran *edible film* dilakukan pada 5 titik pada setiap lembaran.

Bahan dasar menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tebalnya lembaran *edible film*. Penambahan konsentrasi bahan dasar pada pembuatan *edible film* mempengaruhi peningkatan jumlah padatan. Banyaknya konsentrasi karagenan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* juga akan mempengaruhi jumlah volume air yang digunakan pada saat pengenceran (Handito, 2011; Amaliya *et al.*, 2014; Huri dan Nisa, 2014). Corniwati *et al.* (2014), menyatakan bahwa kandungan volume air dalam *edible film* akan mempengaruhi ketebalan film, dimana semakin besar volume air dalam bahan akan meningkatkan ketebalan *edible film* dengan luas permukaan yang sama. Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan atau matrik penyusun *edible film* dalam larutan (Supeni, 2012; Diova *et al.*, 2013; Basuki *et al.*, 2014; dan Rusli *et al.*, 2017).

2.3.2 Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

Pengukuran kuat tarik dan perpanjangan putus lembaran *edible film* dapat menggunakan *Tensile Strain Tester*. Pengukuran kuat tarik pada *edible film* dilakukan untuk melihat kualitas matrik yang dihasilkan. *Edible film* dengan matrik yang kuat dapat digunakan sebagai bahan pengemas untuk produk yang

membutuhkan perlindungan yang lebih kuat. Kuat tarik dipengaruhi oleh konsentrasi karagenan dan gliserol yang digunakan dalam formulasi pembuatan *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi karagenan dalam pembuatan *edible film* akan membentuk matriks film yang semakin kuat. Hal tersebut karena beban yang dibutuhkan untuk memutuskan *edible film* juga semakin besar (Rusli, 2017; Ariska dan suyatno, 2015).

Pengukuran perpanjangan putus pada *edible film* dilakukan untuk mengetahui persentase pertambahan panjang film pada saat ditarik sampai sobek atau putus. Perpanjangan putus dipengaruhi oleh konsentrasi karagenan dan gliserol yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka kekuatan renggang putus *edible film* karagenan semakin tinggi sedangkan semakin tinggi konsentrasi gliserol maka interaksi ikatan antar molekul semakin menurun (Waryat, 2004; Handito, 2011). Harumarani *et al.* (2016); Huri dan Nisa (2014), menyatakan bahwa konsentrasi gliserol meningkatkan fleksibilitas atau elastisitas pada *edible film* sebab turunnya ikatan rantai polimer. Penambahan plasticizer menyebabkan peningkatan pemanjangan putus (*persen elongasi*) (Hasnelly *et al.*, 2015; Setiani *et al.*, 2012; Wirawan *et al.*, 2012; Sanjaya dan Puspita, 2011; Cervera *et al.*, 2004).

2.3.3 Laju Transmisi Uap Air (*Water Vapour Transmission Rate*)

Pengukuran laju transmisi uap air dapat menggunakan alat uji berupa *Water Vapor Transmission Rate Tester* (WVTR). Pengujian laju transmisi uap air dilakukan untuk mengetahui sejauh mana lembaran *edible film* dapat menahan laju uap air yang menembusnya. Semakin tinggi kemampuan *edible film* dalam menahan laju uap air yang menembusnya, maka semakin tinggi kemampuannya

untuk menjaga ketahanan produk sehingga umur simpan lebih lama. Laju transmisi uap air merupakan suatu pengukuran kemudahan suatu bahan untuk dilalui uap air tanpa memperhitungkan ketebalan bahan dan perbedaan tekanan udara di dalam dan di luar bahan (Pudjiastuti *et al.*, 2013). Katili *et al.* (2013) Laju transmisi uap air yang tinggi akan menurunkan kualitas produk. Semakin rendah laju transmisi uap air yang melewati dinding plastik maka bahan pangan yang dikemas didalamnya akan memiliki umur simpan yang lebih lama (Pudjiastiri *et al.*, 2013).

2.3.4 Analisis Morfologi *Edible Film*

Analisis morfologi *edible film* menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). *Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah suatu jenis mikroskop elektron yang menciptakan berbagai gambaran dengan memusatkan suatu berkas cahaya energi elektron tinggi ke permukaan suatu sampel dan sinyal pendeteksian dari interaksi elektron dengan permukaan sampel. Jenis sinyal terkumpul dalam suatu SEM bervariasi dan dapat meliputi elektron sekunder, karakteristik sinar-rontgen, dan hamburan balik electron. Pada penggunaan mikroskop elektron merupakan berkas cahaya elektron yang dipusatkan untuk memperoleh perbesaran jauh lebih tinggi dibanding suatu mikroskop cahaya konvensional (Setyadhani, 2012).

Analisis ini bertujuan untuk melihat kondisi lembaran *edible film* lebih detail sehingga dapat dilihat sejauh mana kualitas *edible film* yang dihasilkan. Agus *et al.* (2014) *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dipahami sebagai teknik yang sesuai yang diterima dan diakui oleh komunitas peneliti material dunia, ini ditandai dengan diberikannya penghargaan Nobel terhadap para penemunya, Ernst

Ruska dan Max Knoll. SEM berfungsi menentukan bentuk (morfologi) serta perubahan struktur dari suatu bahan misalnya patahan, lekukan. Karakteristik mikrostruktur *edible film* dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan elemen yang penting untuk mengetahui sifat *edible film* (Fatma *et al.*, 2016).

Edible film dengan bentuk morfologi yang memperlihatkan banyaknya retakan dapat disimpulkan kurang baik sebab, retakan pada lembaran akan meningkatkan laju transmisi uap air sehingga daya simpannya rendah. Wini *et al.* (2013) Retakan *edible film* diduga akibat serat bahan yang memiliki partikel yang cukup besar sehingga tidak terlarut dengan sempurna. Retakan pada *edible film* juga dapat menyebabkan air akan terserap lebih banyak. Lekukan atau lipatan pada *edible film* disebabkan oleh tingginya gliserol sehingga lembaran lebih lengket dan menyebabkan lekukan selain itu, kurang homogennya bahan baku yang digunakan untuk membuat *edible film* dapat menyebabkan lipatan atau gelembung. Emma *et al.* (2013) *Edible film* yang memiliki banyak lekukan disebabkan oleh kurang homogennya campuran bahan yang digunakan.

2.3.5 Penampakan Visual

Pengamatan secara visual pada lembaran *edible film* sangat dibutuhkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas warna, keutuhan dan lembaran *edible film* yang dihasilkan. Siragih *et al.* (2016) menyatakan semakin banyak karagenan yang digunakan maka akan menghasilkan film dengan tingkat kekuningan yang semakin besar. Warna *edible film* tergantung pada jenis bahan dasar (Ningsih, 2015). Warna pada *edible film* juga dipengaruhi oleh suhu pemanasan pada saat pelarutan. Komponen utama penyusun *edible film* yaitu karbohidrat (alginat).

Adanya kandungan karbohidrat tersebut yang memiliki kandungan gula, mengakibatkan pencoklatan pada saat pemanasan (Herly, 2012). Reaksi karamelisasi adalah reaksi yang terjadi karena pemanasan gula pada temperatur diatas titik cairnya yang akan menghasilkan perubahan warna menjadi warna gelap sampai coklat (Tranggono dan Sutardi, 1989).

Keutuhan lembaran *edible film* dipengaruhi oleh konsnetrasi plastisizer yang digunakan. Menurut David dan George (1999); Bourtoom (2007); Hidayati *et al.* (2015); Sitompul *et al.* (2017) Plasticizer (Gliserol) meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan, sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang dihasilkan maka, *edible film* akan semakin elastis dan lentur. Elastisitas dan kelenturan tersebut apabila tidak diseimbangi oleh konsentrasi karagenan maka berakibat pada buruknya penampakan lembaran *edible film* yang dihasilkan.

2.4 Metode Response Permukaan (*Response Surface Methodology*)

Respon Surface Methodology (RSM) merupakan salah satu metode yang paling dasar yang pertama kali dikembangkan oleh Box dan Wilson. RSM merupakan suatu metode yang mengkombinasikan desain eksperimen dengan teknik-teknik statistika untuk membangun optimasi sebuah model (Nurmaya *et al.*, 2013). Menurut Rodojkovic (2012), metode respon permukaan (*Response Surface Methodology*) merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistic yang berguna untuk menganalisis permasalahan, mengembangkan dan meningkatkan proses, dimana beberapa variable independen mempengaruhi respon dengan tujuan akhir untuk mengoptimalkan respon. Selain itu, metode respons permukaan efisien digunakan untuk menentukan taraf peubah bebas yang

dapat mengoptimalkan respons untuk peubah bebas yang bertaraf kuantitatif (Dewi *et al.*, 2013).

Menurut Oramahi (2009), metode respon permukaan (Response Surface Methodology) bisa digunakan untuk penelitian dengan jumlah faktor yang banyak dengan 3 dan 5 level/aras perlakuan. Kelebihan menggunakan metode ini yaitu dapat meminimalkan pengamatan dengan menggunakan rancangan percobaan dan optimasi menggunakan pendugaan persamaan respon yang dihasilkan (Isnaini *et al.*, 2012). Hal tersebut berdampak pada murahnya biaya yang dikeluarkan untuk biaya pengamatan. Menurut Irawan dan Astuti (2006), metode RSM lebih murah, mudah dioperasikan, dan tidak membutuhkan waktu lama. Metode permukaan respons merupakan metode yang efisien digunakan untuk menentukan taraf-taraf peubah bebas yang dapat mengoptimalkan respons untuk peubah bebas yang bertaraf kuantitatif (Dewi *et al.*, 2013).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2017 – Januari 2018 di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung, Laboratorium Teknologi Hasil Pangan Politeknik Negeri Lampung, dan Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik di Yogyakarta.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan berasal dari pembelian secara online di aplikasi shoope sedangkan peralatan dipersiapkan dari Laboratorium Politeknik Negeri Lampung dan Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik di Yogyakarta, berikut ini daftar alat-alat yang digunakan, antara lain

Laboratorium Politeknik Negeri Lampung

- a. Timbangan digital merk ALJ 220-4 dengan kapasitas maksimum 220 gram, yang digunakan untuk memastikan jumlah konsentrasi karagenan yang digunakan,
- b. Gelas ukur 500 ml dan 1000 ml merk IWAKI, digunakan sebagai wadah saat pengenceran dan pemanasan,

- c. Spatula digunakan sebagai alat pengaduk larutan *edible film* saat pengenceran dilakukan,
- d. *Magnetik stirer* digunakan sebagai alat pengaduk larutan *edible film* saat dilakukan pemanasan,
- e. *Hot plate* merk VELP AREC *Heating Magnetic Stirer* digunakan untuk memanaskan larutan karagenan setelah pengenceran dilakukan,
- f. Saringan dengan diameter 15 cm, yang digunakan untuk menyaring karagenan setelah mencapai suhu tertentu sesuai dengan rancangan,
- g. Plat kaca ukuran 20 x 20 cm digunakan sebagai alat pencetak larutan karagenan,
- h. Oven digunakan sebagai alat pengering larutan karagenan agar membentuk lembaran *edible film*,
- i. Pipet tetes digunakan sebagai alat pengukur larutan gliserol yang akan dicampurkan.

Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik di Jogjakarta

- a. Alat uji kuat tarik (*Tensile Strain Tester*) merk Zwick Roell digunakan untuk melihat nilai kuat tarik pada lembaran *edible film*,
- b. Alat Uji *Water Vapor Transmission Rate Tester* (WVTR) digunakan untuk melihat nilai laju transmisi uap air yang terdapat pada lembaran *edible film*, dan
- c. Jangka Sorong merk Absolute AOS DIGIMATIC digunakan untuk melihat lebar sampel saat melakukan preparasi uji kuat tarik serta,
- d. Alat ukur ketebalan (*Thickness Gauge*) merk Mitutoyo Japan Model PVS698 2109S-10 Full Jeweled dengan ketelitian 1 μ m digunakan untuk

melihat lebar lembaran *edible film* pada masing-masing titik selama preaparasi sampel.

Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung

Alat analisa morfologi dengan SEM (*Scanning Elektron Microscope*) merk ZEISS Serial Nomer EVO10-14-37 digunakan untuk melihat permukaan struktur molekul

3.3 Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode permukaan respon (*Response Surface Methodology*). Bahan yang digunakan adalah karagenan dengan konsentrasi 0.5%, 1%, 1.5%, (b/v) dan gliserol dengan konsentrasi 0.5%, 1%, 1.5% (b/v) serta suhu pemanasan 70°C, 80°C, 90°C. Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi optimum sifat fisik *edible film* berbasis karagenan murni dari rumput laut yang dihasilkan dari konsentrasi tersebut.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode permukaan respon (*Response Surface Methodology*) dengan rancangan design *Central Composite Design*. Percobaan ini menggunakan 3 variabel independen atau variabel bebas berupa konsentrasi gliserol, konsentrasi karagenan dan suhu pemanasan sehingga nilai rotabilitasnya $(\alpha) = (3^2)^{1/4} = 1,68179 \approx 1,682$. Oleh karena itu, nilai $\pm 1,682$ termasuk nilai yang digunakan untuk pengkodean pada saat proses analisis data. Selanjutnya, *Central Composite Design* dengan 3 variabel bebas berupa konsentrasi gliserol, konsentrasi karagenan dan suhu pemanasan menghasilkan *response surface* nilai kuat tarik, perpanjangan putus, dan ketebalan. *Response*

surface menunjukkan jumlah rancangan percobaan 2^3 faktorial, 6 *center point*, dan 6 *axial point* (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Desain *Respon Surface Methodology*

Central Composite Design	Total		Total
Factors	3	Replicates	1
Base runs	20	Total runs	20
Base blocks	1	Total blocks	1
Two-level factorial Full factorial			
Cube points	8		
Center points in cube	6		
Axial points	6		
Center points in axial	0		
: 1,68179			

Varibel bebas yang digunakan pada penelitian ini ada 3, yaitu konsentrasi karagenan, gliserol dan suhu pemanasan dengan besaran yang tertera pada table 3. Hasil variabel respon berupa kuat tarik, perpanjangan putus dan ketebalan selanjutnya dianalisis sidik ragamnya menggunakan program Minitab 18. Hasil analisis ragam digunakan untuk menguji kecocokan dan kecukupan model.

Tabel 2. Faktor, variabel, dan taraf variabel RSM secara faktorial 2^3 pada proses pembuatan *edible film*

No	Faktor	Variabel	Taraf Variabel				
			-	Rendah	Tengah	Tinggi	+
			-1,68	-1	0	1	+1,68
1	Konsentrasi Karagenan (%) (b/v)	K	0.2	0.5	1	1.5	1.8
2	Konsentrasi Gliserol (%) (b/v)	G	0.2	0.5	1	1.5	1.8
3	Suhu Pemanasan ($^{\circ}$ C)	T	63	70	80	90	97

Keterangan :

$$= \sqrt[4]{(2^k)}$$

k = jumlah faktor atau variabel bebas

Rumus mencari :

$$\pm 1,68 = X - \text{nilai tengah} / \text{selisih taraf Jadi, } = \sqrt[4]{(2^3)} = 1,682$$

Tabel 3. Desain percobaan 2³ faktorial dengan 3 variabel bebas

Run	Taraf Variabel			Nama Variabel			Kode sampel
	K	G	T	Konsentrasi Karagenen (%)	Konsentrasi Gliserol (%)	Suhu Pemanasan (°C)	
1	-1	-1	-1	0.5	0.5	70	K2G2T2
2	1	-1	-1	1.5	0.5	70	K4G2T2
3	-1	1	-1	0.5	1.5	70	K2G4T2
4	1	1	-1	1.5	1.5	70	K4G4T2
5	-1	-1	1	0.5	0.5	90	K2G2T4
6	1	-1	1	1.5	0.5	90	K4G2T4
7	-1	1	1	0.5	1.5	90	K2G4T4
8	1	1	1	1.5	1.5	90	K4G4T4
9	-1.682	0	0	0.2	1.0	80	K1G3T3
10	1.682	0	0	1.8	1.0	80	K5G3T3
11	0	-1.682	0	1.0	0.2	80	K3G1T3
12	0	1.682	0	1.0	1.8	80	K3G5T3
13	0	0	-1.682	1.0	1.0	63	K3G3T1
14	0	0	1.682	1.0	1.0	97	K3G3T5
15	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3
16	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3
17	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3
18	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3
19	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3
20	0	0	0	1.0	1.0	80	K3G3T3

Keterangan :

K = Konsentrasi Karagenan

G = Konsentrasi Karagenan

T = Suhu Pemanasan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

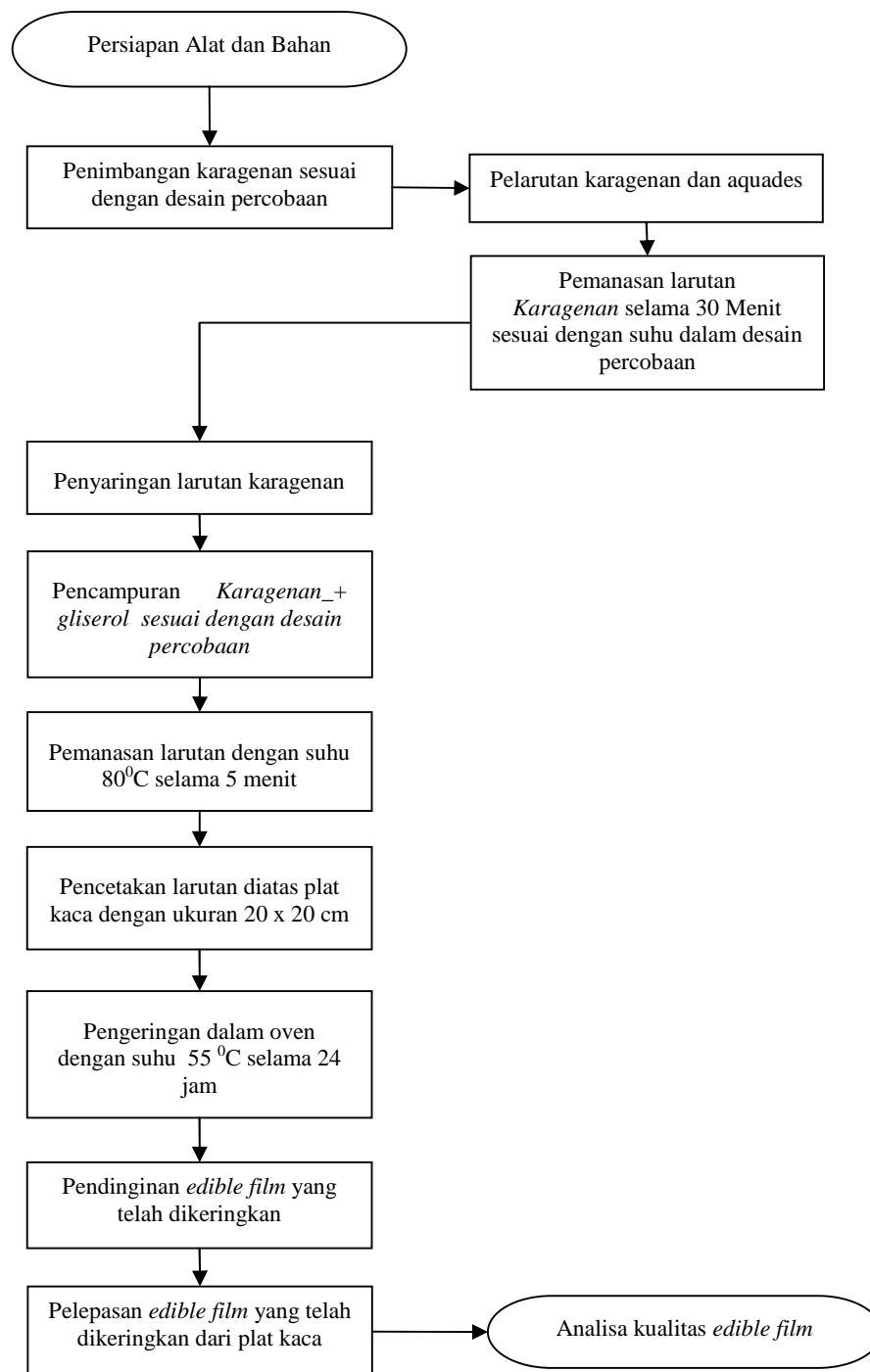
Penelitian dimulai dengan mempersiapkan bahan yang dibutuhkan dan melakukan pengecekan ketersediaan alat-alat yang Akan digunakan. Pembuatan dan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan di dua lokasi laboratorium yang berbeda, antara lain :

- a. Laboratorium Teknologi Hasil Pangan, Politeknik Negeri Lampung, tempat pembuatan lembaran *edible film*

- b. Laboratorium Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik di Yogyakarta, tempat pengukuran kualitas lembaran *edible film*

Karagenan murni dari rumput laut ditimbang sesuai dengan konsentrasi yang terdapat dalam rancangan percobaan. Karagenan dilarutkan dalam aquades dengan menuangkan sedikit demi sedikit sambil melakukan pengadukan (pemanasan aquades terlebih dahulu sebelum melarutkan karagenan dapat mempercepat pelarutan karagenan dan mengurangi adanya gumpalan). Setelah karagenan larut lakukan pemanasan selama 30 menit suhu tercapai (sesuai rancangan percobaan), masukan *magnetik stirer* agar larutan dapat larut secara sempurna selama proses pemanasan berlangsung (cek suhu dengan thermometer agar suhu pemanasan dapat terkontrol dengan baik). Saring larutan karagenan dan masukan gliserol serta lakukan pengadukan secara perlahan.

Panaskan kembali larutan karagenan yang telah diberikan gliserol selama 5 menit dengan suhu pemanasan 80 °C, kemudian lakukan pencetakan dalam plat kaca dengan ukuran 20 x 20 cm (pastikan plat kaca yang sudah diberikan larutan karagenan tidak bergeser). Dinginkan larutan karagenan yang ada dalam plat kaca selama 30 menit atau sampai membentuk *edible film*. Setelah larutan dalam plat kaca tidak bergerak atau membeku, keringkan larutan dengan oven pada suhu 55°C selama 24 jam. Setelah 24 jam lakukan pendinginan dan lepaskan *edible film* dari plat kaca secara perlahan. Letakan lembaran *edible film* pada kertas agar tidak terlipat dan tetap terjaga. Kemudian lakukan pengamatan dan pengukuran kondisi lembaran *edible film*. Diagram alir pembuatan *edible film* dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *edible film* berbasis karagenan (Careda *et. al.*, 2000)

3.5 Pengamatan

Peneliti melakukan pengamatan terhadap kualitas lembaran *edible film* yang dihasilkan. Nilai dari hasil pengamatan tersebut akan dianalisis menggunakan metode permukaan respon untuk mengetahui nilai kecocokan model, interaksi yang terjadi dan pengaruh variable independen.

3.5.1 Ketebalan

Pengukuran ketebalan dilakukan untuk mengetahui nilai ketebalan masing-masing *edible film* yang menggunakan konsentrasi yang berbeda sehingga dapat dilihat pengaruh masing-masing variable independen terhadap ketebalan yang dihasilkan. Ketebalan *edible film* diukur dengan *Thickness Gauge* (model PVS698, Mitutoyo Japan) dengan ketelitian 1 μm . Pengukuran ketebalan ini dilakukan sebanyak 3 titik pada bagian lembaran *edible film* yang telah dipotong sebelum dilakukan pengukuran kuat tarik. Kemudian diambil rata-rata dari nilai pengukuran tersebut dari beberapa lembaran yang telah dipotong. Menurut Bourtoom (2008), menyatakan bahwa nilai ketebalan *edible film* adalah rata-rata hasil pengukuran pada lima tempat yang berbeda.

3.5.2 Kuat Tarik dan Perpanjangan Putus

Kuat tarik *edible film* diukur dengan menggunakan alat ukur kuat tarik (*Tensile Strain Tester*) merk Zwick Roell. ASTM D882 adalah standar metode yang digunakan untuk melakukan persiapan sampel dan pengukuran kuat tarik. Tahapan persiapan sampel, antara lain : pemotongan lembaran *edible film* menjadi beberapa bagian berbentuk I dengan lebar 3 cm dan panjang sesuai panjang

lembaran. Tahapan Pengukuran sampel, antara lain : Pastikan panel elektrik ukur kuat tarik dan computer dalam keadaan on kemudian, buka program testxpert dan pilih program ASTM D882 serta pastikan jarak penjepit/penumpu agar sesuai program. Masukkan data rata-rata lebar dan tebal sampel lalu tekan force zero. Mulai pengukuran dengan menekan tombol star dan save untuk menyimpan data. Berdasarkan ASTM D882 tersebut Akan diperoleh hasil pengukuran nilai kuat tarik dan perpanjangan putus. Menurut Bourtoom (2008), kemuluran dihitung dengan rumus :

$$E = 100 \times (d \text{ after} - d \text{ before}) / d \text{ before}$$

Keterangan :

d = Jarak antara penjepit pemegang sampel sebelum atau setelah sampel ditarik hingga putus

3.5.3 Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air diukur dengan menggunakan ditentukan secara gravimetrik modifikasi dari metode Sukkunta (2005). Sebuah gelas yang berisi 3 g silika gel ditutup dengan *film* uji. Selanjutnya gelas tersebut ditimbang dan diletakkan dalam desikator terkontrol. Temperatur dan kelembaban relatif dalam ruang desikator secara periodik diperhatikan. Pertambahan berat yang diperoleh oleh gelas diukur setiap interval 1 jam selama 9 jam untuk menentukan tingkat perpindahan uap air. Nilai laju transmisi uap air dinyatakan dalam g/mm²/jam. Dihitung berdasarkan pada kelembaban relatif dan temperatur di dalam dan di luar.

Dihitung menggunakan rumus menurut Sukkunta (2005) :

$$WVTR = [G/T] / A$$

Dimana :

G = Selisih pertambahan berat air yang diserap oleh gelas (g)

T = Waktu (Jam)

A = Luas Area *Edible Film* (mm²)

3.5.4 Analisis Morfologi *Edible Film*

Analisis morfologi terhadap lembaran *edible film* dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) ZEISS EVO MA10-14-37. Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan suatu jenis mikroskop elektron yang menciptakan berbagai Gambaran dengan memusatkan suatu berkas cahaya energi elektron tinggi ke permukaan suatu sampel dan sinyal pendeteksian dari interaksi elektron dengan permukaan sampel. Jenis sinyal terkumpul dalam suatu SEM bervariasi dan dapat meliputi elektron sekunder, karakteristik sinar-rontgen, dan hamburan balik electron. Pada penggunaan mikroskop elektron merupakan berkas cahaya elektron yang dipusatkan untuk memperoleh perbesaran jauh lebih tinggi dibanding suatu mikroskop cahaya konvensional (Setyadhani, 2012).

Preparasi sampel lembaran *edible film* diawali dengan memotong lembaran dengan lebar 1 x 1 cm dan ditempelkan pada *set holder*, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Sampel dimasukkan pada tempat di dalam SEM, kemudian Gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 1000 kali, 5000 kali, 10.000 kali dan 20.000 kali. SEM berfungsi menentukan bentuk (morfologi) serta perubahan struktur dari suatu bahan misalnya patahan, lekukan. Karakteristik mikrostruktur *edible film* dengan

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan elemen yang penting untuk mengetahui sifat *edible film* (Fatma *et al.*, 2016).

3.5.5 Pengamatan visual

Pengamatan visual dilakukan dengan mendefinikan kondisi lembaran *edible film* yang dihasilkan dari penelitian seperti kondisi permukaan, keutuhan dan warna serta, penampakan permukaan lembaran. Kondisi lembaran *edible film* tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis bahan dasar serta, suhu pemanasan yang digunakan pada pembuatan *edible film*. Handito (2011); Amaliya, *et al.* (2014); Huri dan Nisa (2014); Rusli, *et al.* (2017); menjelaskan bahwa ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi bahan dasar yang mempengaruhi peningkatan jumlah padatan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah hasil optimasi sifat fisik *edible film* berbahan baku karagenan dan plasticizer gliserol menunjukkan bahwa kondisi kombinasi perlakuan optimum dengan menggunakan hasil analisis metode permukaan respon (*Response Surface Methodology*) terjadi pada konsentrasi karagenan 1,8%, gliserol 0,2% dan suhu pemanasan 84⁰C serta, menghasilkan kuat tarik maksimum 78,84 Mpa, perpanjangan putus 32,95% dan ketebalan 85 μm, serta hasil uji SEM menunjukkan gambar morfologi lembaran merata, tidak ada lekukan dan retakan pada pembesaran 5000x.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah dibutuhkannya penelitian lanjutan dengan adanya penambahan bahan baku lain agar menghasilkan *edible film* dengan laju transmisi uap air yang rendah serta, dana yang cukup untuk penelitian agar pengukuran laju transmisi uap air dapat dilakukan diseluruh rancangan percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus,S., R.Salam,. Bandriyana,. A.Dimyat. 2014. Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk Karakterisasi proses oksidasi paduan zirkonium. Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, PSTBM-BATAN. Jurnal Forum Nuklir (JFN), Volume 9, Nomor 2, November 2015.
- Amaliya, R.R., dan W.D.R.Putri. 2014. Karakterisasi edible film dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.2 No.3 p.43-53.
- Anonim. 2007. Bahaya Bahan Plastik. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup.
- Ariska,R.E., dan Suyatno. 2015. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik edible film dari pati bonggol pisang dan karagenan dengan plasticizer gliserol. Prosiding. Seminar Nasional Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Surabaya, 3-4 Oktober 2015.
- Astuti,P., dan A.A.Erprihana. 2014. Antimicrobial Edible Film from Banana Peels as Food Packaging. Semarang State university. American Journal of Oil and Chemical Technologies. Volume 2 Issue 2.
- Atik,S. 2012. Plastik Biodegradable. <http://atikshofy.blogspot.co.id/2012/01/edible-packaging-kemasan-bio-degradable.html>. Dikutip 25 januari 2017.
- S Basuki,E.K., Jariyah dan D.D.Hartati. 2014. Karakteristik *edible film* dari pati ubi jalar dan gliserol. Program studi teknologi pangan, FTI UPN< Jawa Timur. J. Rekapangan Vol 8 No 2 Desember 2014.
- Bourtoom, T. 2008. *Edible Film and Coatings*. Characteristics and Properties, Int. Food Res. J., 15 (3), 1-12.

- Cervera, M.F., J. Heinämäki., K. Krogars., A.C. Jørgensen., Karjalainen., A.I. Colarte., J. Yliruusi. 2005. Solid-State and Mechanical Properties of Aqueous Chitosan-Amylose Starch Films Plasticized With Polyols. AAPS PharmSciTech 2004.
- Dahuri. 2011. Mengembangkan Industri Rumput Laut Secara Terpadu. Samudra, Edisi 93 Januari 2011.
- Darni, Y., Chici, A., S. Ismiyati, D. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008: Universitas Lampung. 17-18 November 2008.
- Dewi, A.K., I.W. Sumarjaya., I.G.A.M. SRINADI. 2013. Penerapan Metode Permukaan Respons dalam Masalah Optimalisasi. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran-Bali. e-Jurnal Matematika Vol. 2, No. 2, Mei 2013, 32-36.
- Diova, D.A., YS. Darmanto., L. Rianingsih. 2013. Karakteristik Edible Film Komposit Semirefined Karaginan. Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan. Vol 2 No 2 Hal 1-10.
- Distantina, S. Rochmadi, M. Fahrurrozi, dan Wiratmi. 2010. Proses Ekstraksi Karagenan dari *Eucheuma Cottonii*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses, 4-5 Agustus 2010 Issn : 1411-4216.
- Emma, Z., R. Bulan., Z. Alvian., S. Taurina, R.S., D. Lestari, A. 2013. Pembuatan *Edible Film* dari Campuran Tepung Rumput Laut (*Euchepeuma Sp*), dengan Gliserol dan Kitosan. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Fardhyanti, D.S., dan S.S. Julianur. 2015. Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*). Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. ISSN 2086-5465.
- Fatma, M., Ratmawati, Fahrullah., M. Taufik. 2016. Karakteristik *Edible Film* Berbahan *Whey Dangke* dengan Penambahan *Karagenan*. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Jurnal Veteriner Juni 2018 Vol. 19 No. 2.

- Funami,T., Y.Kataoka., T.Omoto., Y.Goto., I. Asai., K.Nishinari. 2005. Food Hydrocolloids Control The Gelatinization and Retrogradation Behavior Of Starch. 2b. Functions Of Guar Gums With Different Molecular Weights On The Retrogradation Behavior Of Corn Starchq. Osaka University. Japan. Food Hydrocolloids 19 (2005) 25–36.
- Gracia,M.A., M.N.Martino., N.E.Zaritzky. 2000. Lipid Addition to Improve Barrier Properties of Edible Starch-based Films and Coatings. Institute of Food Technologists. Journal Of Food Science Vol 65 No 6.
- Harumarani, S., W.F.Ma'ruf., Romadhon. 2016. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gliserol pada Karakteristik Edible Film Komposit Semirefined Karagenan Eucheuma Cottoni dan Beeswax. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. J. Peng. & Biotek. Hasil Pi. Vol. 5 No. 1.
- Hasnelly., I.S.Nurminabari, M.E.U.Nasution. 2015. Pemanfaatan *Whey* Susu menjadi *Edible Film* sebagai Kemasan dengan Penambahan CMC, Gelatin, dan Plasticizer. Universitas Pasundan, Bandung.
- Herly, D. 2012. *Edible*. <http://dewiherly.blogspot.co.id/2012/06/edible.html>. Dikutip tanggal 25 Januari 2017.
- Hidayati,S., A.S.Zuidar., A.Ardiani. 2015. Aplikasi Reaktor pada *Biodegradable Film* dari Na.ta De Cassava. Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung. Reaktor Vol. 15 No.3.
- Huri, D., dan C.F.Nissa. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol 2 No 4 : 29-40.
- Irawan,N., dan S.P.Astuti. 2006. Mengolah Data Statistic dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Julianti dan Nurminah. 2006. Bahan Pengajaran. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Katili, S., B.T.Harsunu., dan S.Irawan. 2013. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik

Edible Film dari Khitosan. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Departemen Perindustrian RI. Jurnal Tekonogi Vol 6 No 1.

Khumairoh, M. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Konsentrasi CMC terhadap Karakteristik *Biodegradable Film* Berbasis Ampas Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas pertanian Universitas lampung. Lampung.

Lindriati, T., Y. Praptiningsih., D.F.Wijayanti. 2014. Karakteristik Fisik Gel *Edible Film* yang Dibuak dengan Variasi Ph dan Rasio *Kasein* dan Tapioka. Universitas Jember. Jember. Jurnal Ilmu dasar Volumen 15 No.1.

Maulana, K.W. 2009. Pemanfaatan Pati Singkong sebagai Bahan *Edible Film*. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Bandung.

Meenakshi,G., Subharwal,P.K., Aditi., Shadu,S.D. 2016. Advancement In Conventional Packaging–Edible Packaging. World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences. University of Delhi, Dwarka, New Delh.

Moses,J., R.Anandhakumar., and M.Shanmugam. 2015. Effect Of Alkaline Treatment On The Sulfate Content and Quality Of Semi-Refined Carrageenan Prepared From Seaweed *Kappaphycus Alvarezii* Doty (Doty) Farmed In Indian Waters. African Journal of Biotechnology Vol. 14(18), pp. 1584-1589.

Mulyadi,A.F., M.H. Pulungan., dan N.Qayyum. 2015. Pembuatan *Edible Film* Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica L.*)). Department of Agro Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology University of Brawijaya, Malang, Indonesia.

Ningsih,S.,N. 2015. Pengaruh *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film* Campuran *Whey* dan Agar. Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin. Makasar.

Nurmaya,U.M., S.Sunaryo., Irhamah., dan M.S.Akbar. 2013. Optimasi Multirespon dengan Menggunakan Metode Hybrid Fuzzy Goal Programming dan Genetic Algorithm (Studi Kasus : Pemotongan Logam Pada Mesin Edm Sinking). Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII Program Studi MMT-ITS. Surabaya.

- Nurmiah, S., R.Syarief., Sukarno., R.Peranginangin., dan B.Nurtama. 2013. Aplikasi Response Surface Methodology pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC). Institut Pertanian Bogor Jawa Barat. JPB Kelautan dan Perikanan Vol. 8 No. 1 Tahun 2013: 9–22.
- Oramahi. 2009. Teori dan Aplikasi Response Surface Methodology (Rsm). <http://oramahi.blogspot.co.id/2008/06/teori-dan-aplikasi-response-surface.html>. Dikutip 25 Januari 2009.
- Pudjiastuti,W., A.Listyarini., dan M.I.Rizki. 2013. Pengaruh Laju Transmisi Uap Air *Polymer Blend Polibutilen Suksinat (PBS)* dan *Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)* terhadap Umur Simpan Sup Krim Instan Rasi. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI. J. Kimia Kemasan Vol 35 No 1.
- Radojkovic, M., Z.Zekovic., S.Jokic., S.Vidovic. 2012. Determination of Optimal Extraction Parameter of Mulberry Leaves Using Response Surface Methodology (RSM). *Journal Romanian Biotechnological Letters*. 17 (3) : 7295 – 7308.017.
- Raheemtabet. 2014. Jenis-jenis Rumput Laut Asal Indonesia yang Dieksport ke Luar Negeri. <https://raheemtabet.wordpress.com/2014/10/13/jenis-jenis-rumput-laut-asal-indonesia-yang-dieksport-ke-luar-negeri>. Diakses pada tanggal 14 November 2.
- Raissi, S., and Farzani, R.E. 2009. Statistical Process Optimization Through Multi-Response Surface Methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. pp. 267–271.
- Rhein-Knudsen, N., M.T.Ale., A.S.Meyer. 2015. *Review - Seaweed Hydrocolloid Production: An Update on Enzyme Assisted Extraction and Modification Technologies; Mar. Drugs* 2015, 13, 3340-3359.
- Rusli.A., Metusalach., Salengke., M.M., Tahir. 2017. Karakteritis *Edible Film* Karagenan dengan Pemplatis Gliserol. Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Hasanudin. Makasar. JPHPI Volume 20 No.2.
- Saiful., S.Saleha., Salman. 2013. Preparation and Characterization Edible Film Packaging from Carrageenan. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Kualia Syiah. Banda Aceh. Volume 3 No.3.

- Salim, Z dan Ernawati. 2015. Info Komoditi Rumput Laut. Badan Pengkajian dan Pengembangan Pengkajian Perdagangan. Kemeterian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Salsabila, A dan M.Ulfa. 2017. 1Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang. Bioma, Vol. 6, No. 1.
- Sanjaya, G.I dan T.Puspita. 2011. Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradeable dari Pati Limbah Kulit Singkong. Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS .
- Saragih,I.A., F.Restuhadi., E. Rossi. 2016. Kappa Karaginan sebagai Bahan Dasar Pembuat *edible film* dengan Penambahan Pati Jagung (Maizena). (Jurnal). Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Riau. Jom Paperta Vol. 3 No.1.
- Setha,B., M.N.Mailoa., F.F.Gaspersz. 2016. Analysis of Quality Sheet Carrageenan of Eucheuma Cottonii. International Journal of ChemTech Research Vol. 9 No.01 pp 92-94.
- Setiani,W., T.Sudiarti., L.Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Valensi Vol. 3 No. 2.
- Sitompul,A.J.W.S dan E.Zubaidah. 2017. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Sifat Fisik *edible film* Kolang Kaling (Arenga pinnata). Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya. Jurnal Pangan dan Agroindustri Vol.5 No. 1:13-25.
- Simanjuntak,U. 2016. Indonesia Menjadi Produsen Rumput Laut Terbesar didunia dalam Data Breaking News dalam Komoditi Online Guide. <https://komoditi.co.id/indonesia-menjadi-produsen-rumput-laut-terbesar-di-dunia/>. Diakses tanggal 02 Agustun 2018.
- Sukkunta, S. 2005. *Physical and Mechanical Properties of Chitosan-Gelatin Based Film*. Thesis. Department Technology of Environmental Management. Faculty of Graduate Studies. Mahidol University. Thailand.

- Supeni, G. 2012. Pengaruh Formulasi *Edible Film* dari Karagenan terhadap Sifat Mekanik dan Barrier. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian. Jakarta Timur. J. Kimia Kemasan, Vol 34 No.2.
- Supeni, G., A.A.Cahyaningtiyas., A. Fitriana. 2015. Karakteristik Fisik dan Mekanik Penambahan Kitosan pada *Edible Film* Karagenan dan Tapioca Termodifikasi. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian. Jakarta timur. J. Kimia Kemasan, Vol 37 No. 32.
- Sutikno., Marniza., R.M.Sari. 2015. Effects of Seaweed (*Eucheuma cottonii*) Extraction and Hydrolysis on Reducing Sugar for Bioethanol Production, Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi VI Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 3 November 2015.
- Tranggono dan Sutardi. 1990. Biokimia, Teknologi Pasca Panen dan Gizi. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Valderrama, D., J.Cai., N. Hishamunda., N.Ridler. 2013. Social and Economic Dimensions of Carrageenan Seaweed Farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 580. Rome, FAO.
- Warkoyo., B.Rahardjo., D.W.Marseno., J.N.W.Karyadi. 2014. Sifat Fisik, Mekanik dan *Barrier Edible Film* Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. Universitas Muhammadiyah Malang. AGRITECH, Vol 34 No 1.
- Warsiki,E., T.C.Sunarti., L.Nurmala. 2013. Kemasan Antimikrob untuk Memperpanjang Umur Simpan Bakso Ikan; Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI), Desember 2013 Vol. 18 (2): 125-131.
- Warsiki,E., J.Sianturi., T.C.Sunarti. 2011. Physical-Mechanical Properties and Permeability Evaluation of Chitosan Film. J.Tel.Ind.Pert.Vol.21(3),129-145.
- Wirawan,S.K., A. Prasetya., Erni. 2012. Pengaruh *Plasticizer* pada Karakteristik *Edible Film* dari Pektin. Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Reaktor Volume 14 No.1.

Wini, S., T.Sudiarti., L.Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Valensi Vol. 3 No. 2, November 2013 (100-109). ISSN : 1978 – 8193.

Zink,J., T.Wyrobnik., T.Prinz., M.Schmid 2016. Physical, Chemical and Biochemical Modifications of Protein-Based Films and Coatings: An Extensive Review. International Journal of Molecular Sciences.