

**OPTIMASI FORMULA *EDIBLE FILM* BERBASIS TAPIOKA  
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN MINYAK SAWIT  
MENGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**UNTUNG BARUNA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRACT**

### **COMPOSITION OPTIMIZATION OF EDIBLE FILM BASED ON TAPIOCA WITH ADDITION OF GLYCEROL AND PALM OIL USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

**By**

**UNTUNG BARUNA**

Edible film is thin film used as food packaging that can be eaten together with the packed foods. Tapioca is one of hydrocolloid that can be used as a raw material for edible film production. The objective of this research was to optimize the composition of edible film based on tapioca with addition of glycerol and palm oil. Research design used in this research was a Central Composite Design (CCD) of the Response Surface Methodology (RSM) with 3 independent variables, namely tapioca concentration (2.5%, 3.0%, and 3.5%), gliserol concentration (1%, 2% and 3%) and palm oil concentration (0.2%, 0.4% and 0.6%). The edible film produced was measured for its thickness, tensile strength, elongation, water solubility, and water favour transmission rate. Data collected were analyzed using Minitab 18 application for determining the optimum edible film composition. The optimum composition occurred at tapioca concentration of 3.60%, with addition of 0.32% glycerol, and 0.5% palm oil and yielded edible film with a thickness of 0.10 mm, a tensile strength of 2.39 MPa, an elongation of

*Untung Baruna*

21.73%, a water solubility of 69.24%, and a water vapor transmission rate of 9.58g/m<sup>2</sup>/hour.

**Keyword:** *Edible film, RSM, tapioca, glycerol, and palm oil*

## **ABSTRAK**

### **OPTIMASI FORMULA *EDIBLE FILM* BERBASIS TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN MINYAK SAWIT MENGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN**

**Oleh**

**UNTUNG BARUNA**

*Edible film* adalah lembaran tipis yang digunakan sebagai pengemas makanan yang dapat dimakan bersama produk yang dikemas. Tapioka merupakan salah satu hidrokoloid yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *edible film*. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh komposisi optimum *edible film* berbasis tapioka dengan penambahan gliserol dan minyak sawit. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu *Central Composite Design* (CCD) dari *Response Surface Methodology* (RSM) dengan tiga variabel bebas dan tiga taraf, yaitu konsentrasi tapioka (2,5%; 3,0% dan 3,5%), konsentrasi gliserol (1%, 2% dan 3%) dan konsentrasi minyak sawit (0,2%, 0,4% dan 0,6%). *Edible film* yang dihasilkan diukur ketebalan, kuat tarik, perpanjangan putus, kelarutan, dan transmisi uap air nya sebagai respon. Data hasil pengukuran dianalisis dengan program Minitab 18 untuk menentukan formula optimum. Komposisi *edible film* yang optimum terjadi pada konsentrasi tapioka 3,60% dengan penambahan gliserol 0,32% dan minyak sawit 0,5%. Komposisi optimum ini menghasilkan *edible film* dengan ketebalan

*Untung Baruna*

0,10 mm, kuat tarik 2,39 MPa, persen pemanjangan 21,73%, kelarutan 69,24% dan transmisi uap air sebesar 9,58 g/m<sup>2</sup>/jam.

**Kata Kunci:** *Edible film*, RSM, tapioka, gliserol, dan minyak sawit

**OPTIMASI FORMULA *EDIBLE FILM* BERBASIS TAPIOKA  
DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN MINYAK SAWIT  
MENGUNAKAN METODE RESPONS PERMUKAAN**

**Oleh**

**UNTUNG BARUNA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

**Judul Skripsi : OPTIMASI FORMULA EDIBLE  
FILM BERBASIS TAPIOKA DENGAN  
PENAMBAHAN GLISEROL DAN MINYAK  
SAWIT MENGGUNAKAN METODE  
RESPONS PERMUKAAN**

**Nama Mahasiswa : Untung Baruna**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1414051096**

**Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian**

**Fakultas : Pertanian**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



**Dr. Ir. Sutikno, M.Sc.**  
NIP. 19560114 198603 1 002



**Ir. Otik Nawansih, M.P.**  
NIP. 19650503 199010 2 001

**2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**



**Ir. Susilawati, M.Si.**  
NIP 19610806 198702 2 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua : Dr. Ir. Sutikno, M.Sc.**



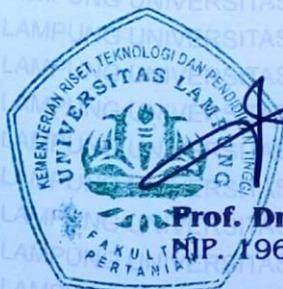
**Sekretaris : Ir. Otik Nawansih, M.P.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Ir. Zulferiyenni, M.T.A.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Januari 2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Untung Baruna NPM 1414051096

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Februari 2019  
Pembuat pernyataan,



Untung Baruna  
NPM. 1414051096

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Desa Titirante Utara, Desa Rejosari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada tanggal 01 Januari 1995 sebagai anak ke lima dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Sutrasno dan Ibu Salmi. Penulis sekolah di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 3 Rejosari pada tahun 2001-2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) PGRI 1 Natar pada tahun 2007-2010, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) SWADHIPA Natar pada tahun 2010-2013. Pada Tahun 2014, Penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung melalui jalur tes tertulis Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari-Februari 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mataram Udik, Kecamatan Bandar Mataram, Kabupaten Lampung Tengah. Pada bulan Juli-Agustus 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Great Giant Food, Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Penulis menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Analisis Hasil Pertanian, Kimia Analitik, dan Pengemasan dan Penggudangan pada tahun 2017-2018. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai pengurus di beberapa Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) dilingkungan Universitas Lampung. Pada tahun 2014 penulis pernah aktif di UKMF FOSI FP Unila. Penulis juga pernah aktif di BEM Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2016-2017.

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Pada penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan baik itu langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan kemudahan dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
3. Bapak Dr. Ir. Sutikno, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, pengarahan, saran, kritik dan nasihat selama pelaksanaan perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Ir. Otik Nawansih, M.P., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, motivasi, pengarahan, saran, nasihat dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A. selaku Dosen Pembahas yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, motivasi, pengarahan, saran, nasihat dan kritikan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Orang tua tercinta, kakak-kakakku (Mas Eko, Mbak Ita, Mas Agit, Mas Yopi) dan adikku (Tedi), keluarga besar serta kerabat yang selalu mendukung, menyayangi dan mendoakan yang terbaik.
7. Segenap Bapak dan Ibu dosen serta staf administrasi dan laboratorium jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, wawasan dan bantuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Sahabat-sahabat terbaik, keluarga besar THP angkatan 2014 dan teman-teman seperjuangan saat penelitian serta Squad Kuliah Kerja Nyata, terima kasih atas segala bantuan, semangat, dukungan dan kebersamaannya selama ini.

Penulis sangat menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna; oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan bagi pihak-pihak tersebut dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Bandar Lampung,    Februari 2019  
Penulis,

Untung Baruna

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang dan Masalah .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Kerangka Pemikiran.....	4
1.4. Hipotesis.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. <i>Edible Film</i> .....	7
2.1.1. Definisi <i>Edible Film</i> .....	7
2.1.2. Komponen Penyusun <i>Edible Film</i> .....	9
2.1.2.1. Hidrokoloid .....	9
2.1.2.2. Lipida .....	10
2.1.2.3. Komposit.....	11
2.1.2.4. <i>Plasticizer</i> .....	12
2.1.3. Proses Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	13
2.1.4. Karakteristik <i>Edible Film</i> .....	14
2.2. Tapioka.....	17
2.3. Gliserol.....	21
2.4. Minyak Sawit .....	23
2.5. Metode Respons Permukaan ( <i>Response Surface Methodology</i> ).....	24

### **III. BAHAN DAN METODE**

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	26
3.2. Bahan dan Alat .....	26
3.3. Metode Penelitian.....	27
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	29
3.4.1. Pembuatan <i>Edible Film</i> dengan Penambahan Minyak Sawit .....	29
3.5. Pengamatan .....	30
3.5.1. Uji Ketebalan .....	31
3.5.2. Uji Kuat Tarik dan Persen Pemanjangan .....	31
3.5.3. Uji Laju Transmisi Uap Air .....	32
3.5.4. Uji Kelarutan <i>Edible Film</i> dalam Air.....	33
3.5.5. Pengamatan Visual <i>Edible Film</i> .....	33

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Sifat Fisik <i>Edible Film</i> Berbasis Tapioka .....	34
4.1.1. Ketebalan <i>Edible Film</i> .....	36
4.1.2. Kuat Tarik <i>Edible Film</i> .....	39
4.1.3. Persen Pemanjangan <i>Edible Film</i> .....	44
4.1.4. Kelarutan <i>Edible Film</i> .....	49
4.1.5. Laju Transmisi Uap Air .....	53
4.2. Penampakan Visual <i>Edible Film</i> .....	57
4.3. Perlakuan Optimum .....	59

### **V. SIMPULAN DAN SARAN**

5.1. Simpulan .....	61
5.2. Saran.....	61

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan pati pada beberapa bahan pangan .....	18
2. Hasil desain <i>respon surface methodology</i> .....	27
3. Faktor, variabel dan taraf variabel RSM secara faktorial $2^3$ pada proses pembuatan <i>edible film</i> berbasis tapioka .....	28
4. Desain percobaan $2^3$ faktorial dengan 3 variabel bebas .....	28
5. Hasil respon ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air dan kelarutan <i>edible film</i> .....	35
6. Penampakan <i>edible film</i> hasil penelitian .....	35
7. Hasil analisis sidik ragam ketebalan <i>edible film</i> menggunakan <i>response surface methodology</i> .....	68
8. Hasil analisis sidik ragam kuat tarik <i>edible film</i> menggunakan <i>response surface methodology</i> .....	69
9. Hasil analisis sidik ragam persen pemanjangan <i>edible film</i> menggunakan <i>response surface methodology</i> .....	70
10. Hasil analisis sidik ragam kelarutan <i>edible film</i> menggunakan <i>response surface methodology</i> .....	71
11. Hasil analisis sidik ragam laju transmisi uap air <i>edible film</i> menggunakan <i>response surface methodology</i> .....	72
12. Hasil analisis karakteristik <i>edible film</i> .....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Granula pati tapioka .....	19
2. Struktur molekul; (a) amilosa, (b) amilopektin.....	20
3. Struktur molekul gliserol.....	22
4. Struktur molekul minyak sawit .....	23
5. Diagram alir pembuatan <i>edible film</i> dengan penambahan minyak sawit.....	30
6. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) pada ketebalan <i>edible film</i> sebagai fungsi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit.....	38
7. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) pada kuat tarik <i>edible film</i> sebagai fungsi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit.....	41
8. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) pemanjangan <i>edible film</i> sebagai fungsi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit.....	47
9. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) pada kelarutan <i>edible film</i> sebagai fungsi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit.....	51
10. Kontur respon (a) dan respon permukaan (b) pada laju transmisi uap air <i>edible film</i> sebagai fungsi konsentrasi tapioka, dan minyak sawit.....	55
11. Penampakan visual <i>edible film</i> berdasarkan; konsentrasi tapioka 2,1% (a) dan konsentrasi tapioka 3,8% (b); konsentrasi gliserol 0,32% (c) dan konsentrasi gliserol 3,68% (d); konsentrasi minyak sawit 0,06% (e) dan konsentrasi minyak sawit 0,74% (f).....	57
12. Kombinasi perlakuan optimum pembuatan <i>edible film</i> berbasis tapioka dengan penambahan gliserol dan minyak sawit.....	59

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang dan Masalah

Penggunaan plastik sebagai kemasan pangan semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keunggulan plastik dibandingkan bahan kemasan yang lain. Plastik jauh lebih ringan dibandingkan gelas atau logam dan tidak mudah pecah. Bahan ini bisa dibentuk lembaran sehingga dapat dibuat kantong atau dibuat kaku sehingga bisa dibentuk sesuai yang diinginkan (Darni *et al.*, 2008). Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menimbulkan berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan (Yuniarti *et al.*, 2014). Banyak hal telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini, salah satu cara yang dilakukan adalah mengembangkan pengemas yang digunakan untuk mengemas produk pangan tersebut. Salah satu bahan pengemas yang banyak diteliti adalah *edible film* (Saleh *et al.*, 2017).

*Edible film* merupakan pengemas makanan yang dapat dimakan bersama produk pangan yang dikemasnya. *Edible film* terbuat dari bahan alami sehingga bersifat ramah lingkungan (Hendra *et al.*, 2015). Bahan yang banyak digunakan untuk membuat *edible film* antara lain jenis umbi-umbian yang mengandung pati, salah satunya adalah singkong. Pemanfaatan singkong sebagai bahan pembuatan

*edible film* telah banyak diteliti dan dikembangkan karena kemudahan isolasi pati dan juga kandungan patinya yang cukup tinggi yaitu mencapai 90% (bk) (Niba, 2006 dalam Hui, 2006).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Provinsi Lampung merupakan penghasil singkong terbesar di Indonesia. Produksi singkong di Provinsi Lampung pada tahun 2015 mencapai 8.038.963 ton umbi basah dengan luas areal penanaman sekitar 301,684 Ha dan produktivitasnya sebesar 26,647 ton/Ha (BPS, 2016). Hal ini menjadikan Provinsi Lampung sebagai provinsi penghasil singkong terbesar di Indonesia dengan menyuplai sepertiga produksi singkong nasional dari total ubikayu nasional sebesar 22.906.118 ton umbi basah (BPS, 2016). Melihat kandungan pati pada singkong sebesar 90%, maka pada tahun tersebut Provinsi Lampung dapat menghasilkan 7.235.066,7 ton pati singkong dan 20.615.506,2 ton produksi pati singkong nasional. Produksi pati yang tinggi, penanamannya yang mudah, dan mudah didapatkan di Indonesia menjadikan singkong sangat potensial dijadikan sebagai bahan dasar *edible film*. *Edible film* pada pembentukannya diperlukan *plasticizer* untuk membentuk lapisan kontinyu yang elastis (Epriyanti *et al.*, 2016).

*Plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* saah satunya adalah gliserol. Penambahan *plasticizer* ke dalam suatu bahan pembentuk *film* bertujuan untuk meningkatkan sifat fleksibilitasnya, menurunkan kekakuan dari polimer dan memperbaiki sifat mekanik pada *film* tersebut (Epriyanti *et al.*, 2016). Penambahan *plasticizer* pada *film* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler, meningkatkan fleksibilitas *film* dan menurunkan sifat barrier *film*. Salah satu jenis *plasticizer* yang biasa digunakan adalah gliserol. Gliserol merupakan *plasticizer*

yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler. Penambahan gliserol pada pembuatan *edible film* dengan tujuan untuk mengurangi kerapuhan, meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan *film* (Listiyawati, 2012)

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk membuat *film* berbahan dasar pati, namun *film* yang dihasilkan memiliki beberapa kelemahan. *Film* yang dihasilkan kurang tahan terhadap air (bersifat hidrofilik) dan sifat mekaniknya masih rendah. Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, salah satunya adalah lipid (Ban *et al.*, 2006). Utomo dan Salahudin (2015), telah menambahkan lipid pada pembuatan *edible film* pati jagung untuk menghasilkan *edible film* yang tidak mudah menyerap air dan memiliki permeabilitas uap air yang rendah. *Edible film* dengan penambahan lipid diharapkan dapat meningkatkan kemampuan sebagai bahan pelapis yang dapat mempertahankan kualitas produk pangan yang dilapisinya. Salah satu sumber lipid yang dapat digunakan antara lain minyak sawit.

Penambahan minyak sawit dapat menurunkan nilai laju transmisi uap air *edible film*. Shabrina *et al.*, (2017) menambahkan minyak sawit dalam pembuatan *edible film* berbahan baku pati umbi garut menghasilkan nilai laju transmisi uap air rendah yaitu 10,691 g/m<sup>2</sup>/jam, kuat tarik 2,8 MPa, nilai ketebalan 0,1134 mm, dan presentase pemanjangan 43% pada penambahan minyak sawit 0,6 % (v/v). Pembuatan *edible film* dengan penambahan minyak sawit sebagai komponen hidrofobik mampu meningkatkan ketahanan *film* terhadap penguapan air. Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian pembuatan *edible film*

berbahan baku tapioka dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dan minyak sawit sebagai komponen hidrofobik. Namun belum diketahui tentang formulasi yang optimum antara tapioka, gliserol dan minyak sawit sebagai bahan dasar *edible film* untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik dan ketahanan air yang tinggi.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit terhadap sifat fisik *edible film* yang dihasilkan.
2. Mendapatkan formula optimum kombinasi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit yang menghasilkan *edible film* dengan sifat fisik terbaik.

## 1.3. Kerangka Pemikiran

Pemanfaatan pati singkong atau tapioka sebagai bahan pembuat *edible film* telah banyak diteliti dan dikembangkan karena kemudahan isolasi pati dan juga kandungan patinya yang sangat besar. Purwoto dan Christi (2016), telah melakukan optimasi formula *edible film* berbasis amilopektin pati singkong dan karagenan menghasilkan *edible film* dengan karakteristik optimum diperoleh pada konsentrasi amilopektin 3%, karagenan 2%, dan gliserol 2 % dengan nilai laju transmisi uap air sebesar  $16.1027 \text{ g/m}^2/\text{jam}$  dan kuat tarik sebesar 20,439 MPa. Saleh *et al.* (2017), melaporkan kondisi optimum *edible film* pati singkong diperoleh pada variasi berat pati singkong 3,5% dan penambahan gliserol 1,75% dengan nilai kuat tarik sebesar 10,35 MPa, persen pemanjangan 33,9% dan

ketebalan 0,245 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* dari pati singkong dapat digunakan sebagai pembungkus makanan dan dapat memperlama ketahanan makanan dari kerusakan.

*Edible film* yang terbuat dari pati memiliki kelemahan yaitu resistensinya terhadap uap air rendah karena pati bersifat hidrofilik sehingga dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya (Shabrina *et al.*, 2017). Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, salah satunya adalah lipid. Senyawa lipid seperti asam lemak, lilin alami, surfaktan dan resin dapat ditambahkan ke dalam *film* berbasis hidrokoloid untuk meningkatkan sifat penghalang terhadap air (Wahyuningtyas, 2015). Sumarto (2008), menyatakan bahwa permeabilitas uap air dan gas dari *edibel film* dipengaruhi oleh asam lemak dan konsentrasinya. Penelitian sebelumnya mengenai penambahan minyak sawit dalam pembuatan *edible film* berbahan baku pati umbi garut dengan penambahan minyak sawit 0,6% (v/v) menghasilkan nilai laju transmisi uap air yaitu 10,691 g/m<sup>2</sup>/jam, nilai ketebalan yaitu 0,1134 mm, kuat tarik 2,8 MPa dan presentase pemanjangan 43% (Shabrina *et al.*, 2017).

Pembuatan *edible film* dengan penambahan minyak sawit sebagai komponen hidrofobik mampu meningkatkan ketahanan *film* terhadap uap air. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi optimum konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit yang menghasilkan karakteristik *edible film* yang baik. Berdasarkan beberapa referensi atau penelitian sebelumnya yang merujuk pada formulasi pembuatan *edible film* dari bahan pati tapioka, pada penelitian ini

digunakan konsentrasi tapioka 2,5%; 3% dan 3,5%, dengan konsentrasi gliserol 1%; 2% dan 3%, dan konsentrasi minyak sawit 0,2%; 0,4% dan 0,6%.

#### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit berpengaruh terhadap sifat fisik *edible film* yang dihasilkan.
2. Terdapat formula optimum kombinasi konsentrasi tapioka, gliserol dan minyak sawit yang menghasilkan sifat fisik *edible film* yang baik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Edible Film*

#### 2.1.1. Definisi *Edible Film*

*Edible film* merupakan lapisan tipis yang dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas. *Edible film* digunakan pada makanan dengan atau diletakkan diantara komponen makanan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas makanan, memperpanjang masa simpan, meningkatkan efisiensi ekonomis dan menghambat perpindahan uap air (Krochta *et al.*, 1994). *Edible film* dapat digunakan sebagai pembawa komponen makanan, di antaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, serta bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang di kemas. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan untuk membuatnya relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*) dan teknologi pembuatannya sederhana. Bahan pembentuk *edible film* dapat diperoleh dari sumber polisakarida seperti pati, sumber hewan seperti jaringan hewan, susu, telur, biji-bijian, gelatin, dan banyak yang lainnya (Guilbert dan Biquet, 1990 dalam Lismawati, 2017).

*Edible film* semakin berkembang penggunaannya. 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, karbondioksida dan uap air, sehingga mampu

menciptakan kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas. Meskipun *edible film* tidak ditujukan untuk mengganti secara total pengemas sintetis, tetapi *edible film* berpotensi untuk mengurangi penggunaan kemasan *non biodegradable* (Krochta dan Johnston, 1997). Beberapa keuntungan *edible film* dibandingkan pengemas sintetis yaitu dapat dikonsumsi bersama produk yang dikemas, mengurangi pencemaran lingkungan, dapat memperbaiki sifat-sifat organoleptik produk yang dikemas, dapat berfungsi sebagai suplemen gizi dan agensia antimikrobia serta antioksidan (Gennadios dan Weller, 1990).

*Edible film* dapat dibuat dari berbagai polisakarida, protein, lipid dan kombinasi ketiganya (Robertson, 2013). Pada penelitian ini, *edible film* berbasis tapioka akan ditambahkan minyak sawit untuk meningkatkan sifat mekanik dari *edible film*, dan penambahan gliserol agar *edible film* menjadi lebih plastis. *Edible film* berbasis tapioka dengan penambahan minyak sawit dan pemlastis gliserol diharapkan memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar kemasan yaitu memiliki sifat mekanik yang tinggi, bersifat lentur, memiliki ketahanan dalam air, tidak berpori dan mudah terdegradasi. Selain itu pada penelitian ini akan ditambahkan hidrokoloid lain yaitu karagenan. Menurut Saragih *et al.* (2016), penggunaan pati sebagai bahan tunggal pembuatan *edible film* masih bersifat rapuh dan kaku sehingga perlu penambahan bahan untuk membuat *film* lebih elastis. Kelebihan karagenan sebagai *edible film* yaitu dapat membentuk gel yang baik, elastis, dapat dimakan dan dapat diperbaharui, tetapi *edible film* dari karagenan juga memiliki kelemahan yaitu kemampuan yang rendah sebagai *barrier* terhadap transfer uap air, sehingga membatasi pemanfaatannya sebagai kemasan (Handito, 2011).

### 2.1.2. Komponen Penyusun *Edible Film*

Komponen penyusun kemasan *edible film* terdiri atas 2 bagian. Komponen utama yang terdiri dari hidrokoloid, lipid dan komposit. Komponen tambahan terdiri dari *plasticizer*, zat anti mikroba, antioksidan, flavor dan pigmen (Donhowe dan Fennema, 1993). Komponen utama yang digunakan pada penelitian ini adalah tapioka yang termasuk dalam kelompok hidrokoloid dan menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*. Komponen utama dan komponen tambahan yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* dijelaskan seperti dibawah ini.

#### 2.1.2.1. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang biasa digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein atau karbohidrat. *Film* yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (seperti contoh alginat, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan *film* berbahan dasar protein dapat menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein *whey*, gluten gandum dan protein jagung. *Film* yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga digunakan untuk memperbaiki struktur *film* agar tidak mudah hancur (Donhowe dan Fennema, 1993).

Polisakarida dan protein dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar *edible film*. *Edible film* dari poliskaraida dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat nontoksik.

Beberapa jenis protein yang berasal dari protein tanaman dan hewan dapat dengan mudah membentuk *film* seperti zein jagung, gluten gandum, protein kedelai, protein kacang, keratin, kolagen, gelatin, kasein dan protein dari whey susu (Krochta dan Johnston, 1997). Kelebihan *edible film* yang dibuat dari hidrokoloid diantaranya memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan dan meningkatkan kesatuan struktural produk. Sedangkan kelemahannya yaitu *film* dari karbohidrat kurang bagus digunakan untuk mengatur migrasi uap air sementara *film* dari protein sangat dipengaruhi oleh perubahan pH (Astuti, 2011).

#### **2.1.2.2. Lipida**

*Film* yang berasal dari lipida sering digunakan sebagai penghambat uap air, atau bahan pelapis untuk meningkatkan kilap pada produk-produk kembang gula. *Film* yang terbuat dari lemak murni sangat terbatas karena menghasilkan kekuatan struktur *film* yang kurang baik (Donhowe dan Fennema, 1993). Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin (*wax*), asam lemak, monogliserida dan resin (Hui, 2006). Alasan mengapa lipida ditambahkan dalam *edible film* adalah untuk memberi sifat hidrofobik (Krochta *et al.*, 1994).

Karakteristik *film* yang dibentuk oleh lipida tergantung pada berat molekul dari fase hidrofilik dan fase hidrofobik, rantai cabang dan polaritas. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin (*wax*) seperti parafin dan carnauba, kemudian asam lemak, monogliserida dan resin (Hui, Y.H., 2006). Kelebihan *edible film* dari lipid adalah memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk dari penguapan air. Sedangkan kekurangannya yaitu

kegunaannya dalam bentuk murni sebagai pelapis masih terbatas, karena mempunyai kekurangan dari segi ketahanannya (Astuti, 2011).

### 2.1.2.3. Komposit

Komposit *film* terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit *film* dapat dalam lapisan satu-satu (*bilayer*), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan *film*. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Gabungan dari hidrokoloid dan lipida digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan (Krochta dan Johnston, 1997).

*Edible film* gabungan antara lipida dan hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan. *Edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan lipida) dapat meningkatkan kelebihan *film* dari hidrokoloid dan *film* dari lipida, serta mengurangi kelemahannya. Pembentukan *edible film* merupakan proses pertumbuhan fragmen-fragmen kecil yang akan membentuk suatu polimer. Prinsip pembentukan *edible film* adalah interaksi rantai polimer menghasilkan polimer yang lebih besar dan stabil. (Astuti, 2011). *Edible film* gabungan antara lipida dan hidrokoloid dapat digunakan untuk melapisi buah-buahan dan sayuran yang telah diolah minimal (Krochta *et al.*, 1994)

#### 2.1.2.4. *Plasticizer*

*Plasticizer* didefinisikan sebagai bahan organik dengan berat molekul rendah. *Plasticizer* merupakan bahan non volatil, bertitik didih tinggi jika ditambahkan pada material lain sehingga dapat merubah sifat material tersebut (Paramawati, 2001). Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan fleksibilitas *film* dan menurunkan sifat barrier *film*. Pelapis *edible film* harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah, ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu *plasticizer* dengan berat molekul kecil (nonvolatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan *film* hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas *edible film* tersebut seperti pati, pektin, gel dan protein. Salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. (Huri dan Fitri, 2014).

Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis *film*. *Plasticizer* (gliserol) meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan, sehingga semakin banyak konsentrasi gliserol yang dihasilkan maka, *edible film* akan semakin elastis dan lentur. Menurut Wirawan *et al.* (2012). Penambahan *plasticizer* dengan kadar yang lebih tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik *film*, menaikkan persentase pemanjangan dan menaikkan nilai permeabilitas uap air. Peningkatan gliserol akan mempermudah pergerakan molekul polimer karena gliserol akan larut dalam tiap rantai polimer menyebabkan polimer yang terbentuk akan semakin lunak dan nilai kuat tariknya akan semakin rendah (Purwoto dan Christi, 2016)

### 2.1.3. Proses Pembuatan *Edible Film*

Berbagai jenis polisakarida dapat digunakan untuk pembuatan *edible film* salah satunya adalah pati. Komponen Penyusun pati yang paling berperan dalam pembentukan *edible film* adalah amilosa. Hal ini karena amilosa dapat dengan mudah membentuk gel, sedangkan komponen amilopektin mempunyai percabangan sehingga struktur tiga dimensi lebih sulit terbentuk (Wahyudi, 2009). Metode *casting* merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat *film*. Pada metode ini polisakarida didispersikan pada campuran air dan *plasticizer* yang kemudian diaduk. Setelah pengadukan, pH diatur, lalu campuran tersebut dipanaskan dan dituangkan pada *casting plate*. Setelah dituangkan, campuran kemudian dibiarkan mengering pada kondisi dan waktu tertentu. *Film* yang telah kering kemudian dilepaskan dari cetakan (*casting plate*) dan kemudian dilakukan pengujian terhadap karakteristik yang dihasilkan (Hui, 2006).

Pembentukan *edible film* memerlukan sedikitnya satu komponen yang dapat membentuk sebuah matriks dengan kontinuitas yang cukup dan kohesi yang cukup. Derajat atau tingkat kohesi akan menghasilkan sifat mekanik dan penghambatan film (Minton, 1996). Pembuatan *edible film* dari satu bahan memiliki sifat sebagai *barrier* atau mekanik yang baik, tetapi tidak untuk keduanya. Interaksi antara dua jenis polimer sakarida membentuk jaringan yang kuat dengan sifat mekanis yang baik, tetapi tidak efisien sebagai penahan uap air karena bersifat hidrofil. *Film* dari lemak memiliki sifat penghambatan yang baik, tetapi mudah patah. Oleh karena itu, dalam pembuatan *edible film* sering ditambahkan bahan yang bersifat hidrofob untuk memperbaiki sifat penghambatan

(*barrier properties*) *edible film* (Rachmawati *et al.*, 2010). Menurut Krisna (2011), faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan *edible film* antara lain:

#### 1. Suhu

Perlakuan panas diperlukan untuk membentuk pati tergelatinasi sehingga terbentuk pasta pati yang merupakan bentuk awal *edible film*. Suhu pemanasan akan menentukan sifat mekanik *edible film* yang terbentuk.

#### 2. Konsentrasi Pati

Konsentrasi pati memberikan kontribusi terhadap kadar amilosa dalam larutan pati sehingga berpengaruh terhadap sifat pasta yang dihasilkan.

#### 3. *Plasticizer* dan bahan aditif lain

Konsentrasi *plasticizer* dan bahan aditif lain yang ditambahkan ke dalam formula *film* akan berpengaruh terhadap sifat yang terbentuk.

### 2.1.4. Karakteristik *Edible Film*

Karakteristik *edible film* meliputi sifat mekanik dan sifat penghambatan. Sifat mekanik menunjukkan kekuatan *film* dalam menahan kerusakan bahan selama pengolahan, sedangkan sifat penghambatan menunjukkan kemampuan *film* melindungi produk yang dikemas. Karakteristik fisik yang menentukan kualitas dan penggunaan *edible film* antara lain:

#### 1. Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap tujuan penggunaan *film* untuk mengemas atau melapisi produk. Ketebalan mempengaruhi transmisi uap air, gas dan senyawa volatil lain sehingga mempengaruhi produk yang dikemas. Semakin tinggi nilai ketebalannya,

maka sifat dari *edible film* yang dihasilkan akan semakin kaku dan keras serta dengan produk yang dikemas akan semakin aman dari pengaruh luar. Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan banyaknya total padatan dalam larutan (Jacoeb *et al.*, 2014). Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan film akan meningkat. Peningkatan jumlah padatan dalam larutan mengakibatkan polimer-polimer yang menyusun matriks *edible film* semakin banyak (Ningsih, 2015).

## 2. Kuat Tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film* sebelum *film* putus atau robek (Harsunu, 2008). Kuat tarik *edible film* merupakan kemampuan bahan dalam menahan tekanan yang diberikan saat bahan tersebut berada dalam regangan maksimumnya. Kekuatan tarik menggambarkan tekanan maksimum yang dapat diterima oleh bahan atau sampel (Gontard *et al.*, 1993). Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan *film* (Harsunu, 2008). Kuat tarik ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengukuran. Kuat tarik berhubungan dengan kekuatan *film* untuk menahan kerusakan fisik saat pengemasan. Semakin tinggi nilai kuat tarik diharapkan dapat menahan kerusakan fisik saat pengemasan sehingga dapat meminimalkan kerusakan dari produk (Murdinah *et al.*, 2007).

## 3. Persen Pemanjangan

Pemanjangan *edible film* merupakan kemampuan pemanjangan *film* saat diberikan gaya tarik. Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga *film* terputus (Harsunu, 2008).

Nilai pemanjangan menunjukkan kemampuan rentang *edible film* yang dihasilkan (Gontard *et al.*, 1993). Penambahan gliserol meningkatkan nilai pemanjangan sehingga kerapuhan *edible film* menurun dan permeabilitasnya meningkat (Prihatiningsih, 2000). Menurut Jacob (2014), semakin besar penambahan *plastizicer* maka persen pemanjangan akan semakin bertambah.

#### 4. Kelarutan

Kelarutan merupakan persentase kelarutan *film* dalam air dalam waktu tertentu. Tingginya persentase kelarutan menunjukkan semakin mudahnya *edible film* untuk dikonsumsi. Kelarutan pada *edible film* merupakan faktor yang sangat penting pada bahan pengemas. Persen kelarutan *edible film* adalah persen berat kering dari *film* yang terlarut setelah dicelupkan dalam air selama 24 jam (Rachmawati *et al.*, 2010), Kelarutan dipengaruhi oleh komponen hidrofilik. Semakin tinggi nilai hidrofilik bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai kelarutan maka ketahanan *edible film* terhadap air semakin rendah. *Film* dengan Nilai kelarutan rendah sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas (Krisna, 2011).

#### 5. Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air didefinisikan sebagai kecepatan perpindahan uap air melalui suatu unit area dari material dengan ketebalan tertentu, pada kondisi yang spesifik (ASTM, 1989 dalam Cuq *et al.*, 1996). Salah satu fungsi *edible film* adalah menahan migrasi uap air. Untuk mencegah migrasi uap air maka laju transmisi uap air *edible film* haruslah serendah mungkin. Nilai laju transmisi uap air dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk. Jika laju transmisi uap air dapat ditahan maka umur simpan produk akan

semakin lama. Nilai laju transmisi uap air digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas dan menentukan produk atau bahan pangan apa yang sesuai untuk kemasan tersebut. Oleh karena itu salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap air maka permeabilitasnya terhadap uap air harus serendah mungkin (Gontard *et al.*, 1993).

## 2.2. Tapioka

Tapioka adalah pati yang diekstrak dari ubi kayu segar (singkong). Tapioka didapatkan melalui proses penepungan. Tapioka yang berasal dari singkong merupakan sumber karbohidrat yang cukup baik, kandungan pati dari singkong yaitu 34,6% (Winarno, 1997). Tapioka memiliki sifat pati yang mudah membengkak dalam air panas dengan membentuk kekentalan yang dikehendaki. Pemakaian tapioka banyak disukai karena memiliki larutan yang jernih, daya gel yang baik, rasa yang netral, warna yang terang (Somaatmadja, 1984). Tapioka banyak digunakan dalam berbagai industri karena kandungan patinya yang tinggi dibandingkan dengan beberapa jenis bahan pangan yang lain (Hui, 2006). Kandungan pati pada beberapa bahan pangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan pati pada beberapa bahan pangan

No.	Bahan Pangan Pati	(% dalam basis kering)
1.	Biji gandum	67
2.	Beras	89
3.	Jagung	57
4.	Biji sorghum	72
5.	Kentang	75
6.	Ubi jalar	90
7.	Singkong	90

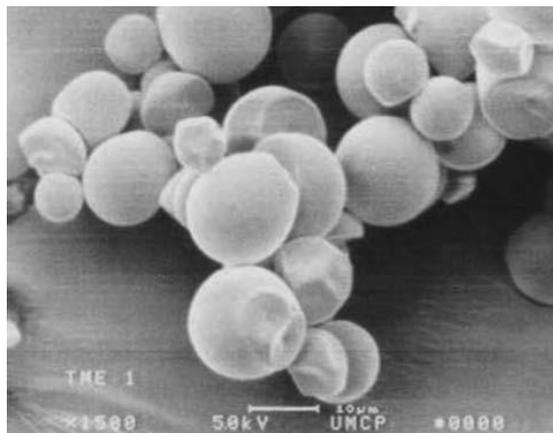
Sumber: Cui (2005).

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut yaitu amilopektin (Winarno, 1997). Amilosa merupakan rantai linier polisakarida yang besar, dimana unit-unit  $\beta$ -D glukopiranosanya dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4). Amilopektin adalah rangkaian glukosa yang sangat bercabang. Bagian molekul yang tidak bercabang berupa unit-unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4), sedangkan pada bagian bercabang yang terjadi setiap 20–24 unit glukosa dihubungkan dengan ikatan  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6) antara karbon 1 pada glukosa dalam bentuk alfa dan karbon 6 pada glukosa lain (Hustiany, 2006).

Pati berbentuk butiran putih, rasa tawar dan tidak berbau. Pati tapioka terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula (Gambar 1). Pati memiliki bentuk granula berbeda-beda untuk setiap tanaman. Granula biasanya mengandung kedua jenis molekul tersebut, dengan kandungan amilosa sekitar 15-30% dari keseluruhan granula tersebut (Fennema, 1976). Granula ini akan membengkak karena menyerap air saat dimasukkan ke dalam air dingin, namun jumlah air yang terserap terbatas sehingga pembengkakan juga terbatas. Air yang terserap tersebut hanya dapat mencapai 30%. Sebaliknya, apabila pati mentah dimasukkan ke dalam air pada suhu antara 55°C-65°C maka akan terjadi pembengkakan maksimum tetapi tidak mampu kembali pada kondisi semula, perubahan tersebut disebut gelatinisasi (Winarno, 1997).

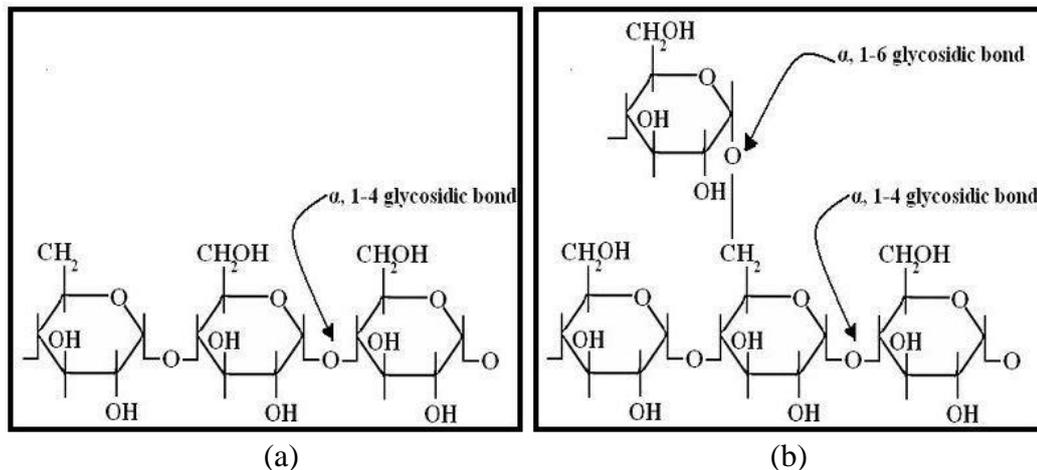
Gelatinisasi merupakan salah satu sifat pati tapioka. Pada proses gelatinisasi, perubahan tampak saat larutan pati dipanaskan. Larutan pati yang semula keruh menjadi jernih. Selain itu, melemahnya ikatan antara molekul pati

menyebabkan air dapat dengan mudah masuk ke dalam granula sehingga menyebabkan granula membengkak. Pada saat pembengkakan maksimum, maka granula akan pecah yang menyebabkan molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai. Campuran pati dan air menjadi makin kental. Pada pendinginan, maka molekul pati akan membentuk jaringan dengan molekul air terkurung di dalamnya sehingga terbentuk gel (Winarno, 1997).



Gambar 1. Granula pati tapioka.  
Sumber: Winarno (1997)

Pati tapioka tersusun dari dua macam karbohidrat yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-D-glukosa sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-D-glukosa sebanyak 4–5 dari berat total. Komponen pati dari tapioka secara umum terdiri dari 29,9% amilosa dan 70,1% amilopektin (Yulianti dan Ginting, 2012). Amilosa memberikan sifat keras (pera) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket (Winarno, 1997). Konsentrasi keduanya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk. Struktur molekul amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur molekul; (a) amilosa, (b) amilopektin.  
Sumber: Winarno (1997)

*Film* yang terbentuk dari pati bersifat amorf dengan derajat kekristalannya bergantung pada kondisi pembentukan *film* tersebut. Bentuk amilopektin yang bercabang dan rantai amilosa berbentuk linier mengakibatkan adanya perbedaan signifikan antara sifat mekanik *film* dari amilosa murni dan amilopektin murni, dimana *film* dari amilopektin bersifat lebih getas dibandingkan *film* dari amilosa. Rantai polimer dengan bentuk linier lebih sulit diputus dibandingkan rantai polimer yang bercabang. Hal ini menyebabkan *film* dengan amilosa sebagai komponen utamanya akan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan *film* dari amilopektin (Wahyuningtyas, 2015).

*Film* dari pati memiliki kelarutan yang baik. *Film* dengan kelarutan yang baik cocok digunakan pada produk yang memerlukan pemanasan sebelum dikonsumsi. Selama pemanasan, *film* terlarut dan idealnya tidak akan mempengaruhi sifat sensorik. Produk *film* yang dibuat dari pati umumnya memiliki sifat isotropik, tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak bersifat toksik, dan dapat diabsorpsi secara biologis (Wahyudi, 2009).

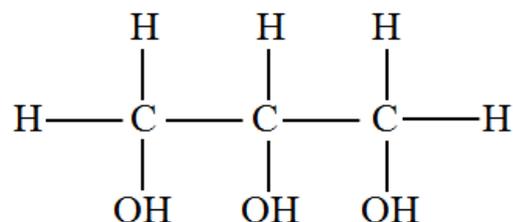
### 2.3. Gliserol

Gliserol adalah alkohol terhidrik dengan nama lain gliserin atau 1,2,3-propanetriol. Gliserol terdapat dalam bentuk campuran lemak hewan atau minyak tumbuhan. Gliserol jarang ditemukan dalam bentuk lemak bebas, tetapi biasanya terdapat sebagai trigliserida yang tercampur dengan bermacam-macam asam lemak, misalnya asam stearat, asam palmitat, asam laurat serta sebagian lemak. Beberapa minyak dari kelapa, kelapa sawit, kapok, lobak dan zaitun menghasilkan gliserol dalam jumlah yang lebih besar dari pada beberapa lemak hewan *tallow* maupun *lard*. Gliserol juga terdapat secara ilmiah sebagai trigliserida pada semua jenis hewan dan tumbuhan dalam bentuk lipida sebagai lecitin dan chepalins (Mirzayanti, 2013).

*Gliserol* memiliki beberapa sifat fisikokimia. Gliserol adalah senyawa yang netral, tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya liquid sirup, meleleh pada suhu 17,8°C, mendidih pada suhu 290°C dan larut dalam air dan etanol. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, akan tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya banyak zat dapat lebih mudah larut dalam *gliserol* dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu *gliserol* merupakan pelarut yang baik (Listiyawati, 2012). Gliserol termasuk jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, menambah sifat polar dan mudah larut dalam air (Ningsih, 2015).

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul (alkohol trivalen). Gliserol memiliki rumus  $C_3H_8O_3$  dengan berat molekul 92,1 g/mol dan massa jenis 1,23 g/cm<sup>2</sup> (Winarno, 1997). Gliserol didapatkan dari proses saponifikasi minyak pada pembuatan sabun, atau pemisahan secara langsung dari lemak pada pemroduksian asam lemak. Gliserol

memiliki sifat mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, dan menurunkan aktivitas air (Fennema, 1976). Struktur molekul gliserol dapat dilihat pada Gambar 3.

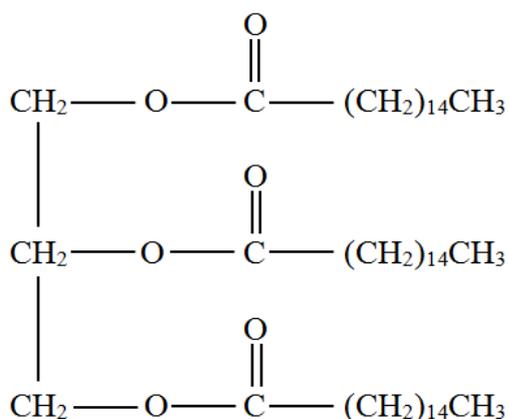


Gambar 3. Struktur molekul gliserol.  
Sumber: Fennema (1976)

Gliserol umumnya digunakan sebagai *plasticizer* pada pembuatan *edible film*. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* pada *edible film* akan menghasilkan *film* yang lebih fleksibel dan halus, selain itu gliserol meningkatkan permeabilitas *film* terhadap gas, uap air, dan zat terlarut (Winarno, 1997). Penambahan gliserol pada *edible film* lebih menguntungkan dibandingkan dari pelarut seperti sorbitol, karena gliserol mudah tercampur dalam larutan *film* dan terlarut dalam air (hidrofilik). Sedangkan sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang. Kelebihan lainnya pada gliserol adalah bahan organik dengan berat molekul rendah sehingga pada penambahan bahan baku dapat menurunkan kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas pada *edible film* (Coniwanti, 2014). Molekul *plastizicer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolekuler dan meningkatkan mobilitas polimer. Selanjutnya mengakibatkan peningkatan pemanjangan dan penurunan kuat tarik dengan peningkatan konsentrasi gliserol (Gontard *et al.*, 1993).

## 2.4. Minyak Sawit

Minyak sawit merupakan hasil olahan dari *crude palm oil* (CPO). Minyak sawit terdiri atas beberapa asam lemak didalamnya. Asam lemak bersama-sama dengan gliserol merupakan penyusun utama minyak sawit. Asam lemak yang terkandung di dalam minyak sawit sebagian besar adalah asam lemak jenuh yaitu asam palmitat. Minyak sawit mengandung asam palmitat sebanyak 40-46%. Asam palmitat adalah salah satu asam lemak yang mudah diperoleh dan merupakan asam lemak jenuh rantai panjang yang tersusun dari 16 atom karbon ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ) (Park *et al.*, 1996). Selain itu minyak sawit juga mengandung asam lemak tak jenuh dalam bentuk asam miristat sebanyak 1,1-2,5%, asam oleat 39-45%, asam stearat 3,6-4,7% dan asam linoleat 7-11% (Ketaren, 2005). Struktur kimia minyak sawit dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur molekul minyak sawit.  
Sumber: Ketaren (2005)

Asam lemak rantai panjang dalam minyak sawit memiliki sifat hidrofobilitas. Sifat hidrofobilitas minyak sawit dapat meregulasi komposisi asam lemak dalam struktur *edible film* sehingga mobilitasnya meningkat dan hal tersebut menyebabkan terjadinya penurunan laju transmisi uap air (Manab, 2008).

Penggunaan minyak sawit dalam formulasi *film* dapat membentuk struktur *edible film* yang lebih padat. Menurut Hagenmaier dan Shaw (1990), asam lemak rantai panjang biasa digunakan dalam pembuatan *edible film* karena mempunyai titik didih (*melting point*) yang tinggi dan sifat hidrofobiknya. Park *et al.* (1996) menyatakan bahwa permeabilitas uap air dan gas dari *edible film* dipengaruhi oleh asam lemak dan konsentrasinya.

Minyak sawit dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *edible film*. Penambahan minyak sawit sebagai bahan tambahan pada pembuatan *edible film* bertujuan untuk menurunkan permeabilitas terhadap uap air dan dapat meningkatkan sifat fisik *edible film* lainnya. Penambahan lipid untuk formulasi *edible film* sangat dipengaruhi oleh konsentrasinya. Penggunaan yang berlebihan akan menurunkan sifat mekanis *film* serta akan menyebabkan permukaan *film* sangat berminyak, selain itu lapisan lipid yang kontak dengan air dan udara berpotensi menimbulkan oksidasi, sedangkan penggunaan yang kurang akan membuat *film* meningkat permeabilitasnya dan bersifat higroskopis (Utomo dan Salahudin, 2015).

## **2.5. Metode Respons Permukaan (*Response Surface Methodology*)**

Metode respons permukaan merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan proses optimasi respon pada percobaan dengan faktor perlakuan bersifat kuantitatif. Tujuan utama dari metode respons permukaan ini adalah mendapatkan komposisi taraf perlakuan yang menghasilkan respon optimum. Secara umum, metode respons permukaan dapat digambarkan secara visual melalui plot respons permukaan dan kontur plot. Melalui plot tersebut

dapat diketahui bentuk hubungan antara respon dengan variabel bebasnya (Bradley, 2007). Metode respon permukaan adalah metode yang menggabungkan teknik matematika dengan teknik statistika yang digunakan untuk membuat model dan menganalisis suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas atau faktor, dengan tujuan mengoptimalkan respon tersebut (Ernawati, 2012).

Menurut Radojkovic *et al.* (2012), metode respons permukaan (*Response Surface Methodology*) merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistik 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).

Metode respons permukaan erat kaitannya dengan percobaan faktorial. Metode respons permukaan bisa digunakan untuk penelitian dengan jumlah faktor yang banyak dengan 3 dan 5 taraf perlakuan. Keuntungan menggunakan metode respons permukaan ini adalah dapat mempermudah pencarian wilayah optimum, serta tidak membutuhkan biaya dan waktu yang banyak sehingga efektif dan efisien. Menurut Irawan dan Astuti (2006), metode RSM lebih murah, mudah dioperasikan, dan tidak membutuhkan waktu lama. Metode respons permukaan 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. BAHAN DAN METODE**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2018 sampai dengan Agustus 2018.

#### **3.2. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tapioka merk SAGU TANI dan minyak sawit merk BIMOLI yang diperoleh dari toko swalayan di Bandar Lampung, gliserol sebagai *plasticize* dan karagenan yang diperoleh dari pembelian secara online serta aquades, silika gel dan NaCl yang diperoleh dari Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.

Alat yang digunakan adalah *electronic universal testing mechine* WDW-100E untuk uji kuat tarik, pemanjangan dan ketebalan, *magnetic hot plate stirrer* merk KENKO 79-1, timbangan analitik SHIMADZU: AY220 dengan ketelitian 0,0001, oven blower MEMMERT: 53L UFE400, pipet ukur 1 mL, gelas beaker 250 mL, spatula, termometer, corong, kertas saring, plat kaca ukuran 20 x 20 cm, cawan petri diameter 9 cm dan desikator untuk pengukuran transmisi uap air.

### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian pembuatan *edible film* dilakukan dengan 3 variable perlakuan yaitu konsentrasi tapioka, konsentrasi gliserol dan konsentrasi minyak sawit. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode permukaan respon (*Response Surface Methodology*) dengan rancangan *Central Composite Design*. Percobaan ini menggunakan 3 variabel independen atau variabel bebas 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. *Central Composite Design* dengan 3 variabel bebas menghasilkan *response surface* yang menunjukkan jumlah rancangan percobaan  $2^3$  faktorial, 6 *center point* dan 6 *axial point* (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil desain *respon surface methodology*

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

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi tapioka (2.5%; 3.0% dan 3.5%) (b/v), konsentrasi gliserol (1%, 2% dan 3%) (v/v) dan konsentrasi penambahan minyak sawit (0.2%, 0.4% dan 0.6%) (Tabel 3). Selanjutnya diperoleh rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan desain percobaan  $2^3$  yang ditunjukkan pada Tabel 4. Variabel dependen atau variabel respon (parameter) yaitu ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, laju

transmisi uap air dan kelarutan *film* dalam air. Hasil variabel respon selanjutnya dianalisis sidik ragamnya menggunakan program Minitab 17 untuk menguji kecocokan dan kecukupan model (Iriawan dan Astuti, 2006).

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

No.	Faktor	Variabel	Taraf Variabel				
			$-\alpha$ -1,68	Rendah - 1	Tengah 0	Tinggi +1	$+\alpha$ +1,68
1.	Konsentrasi Tapioka (%) (b/v)	T	2,16	2,5	3,0	3,5	3,84
2.	Konsentrasi Gliserol (%) (v/v)	G	0,32	1,0	2,0	3,0	3,68
3.	Konsentrasi Minyak Sawit (%) (v/v)	M	0,06	0,2	0,4	0,6	0,74

Keterangan :

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

k = jumlah faktor atau variabel bebas

$$\text{Jadi, } \alpha = \sqrt[4]{(2^3)} = 1,682$$

Rumus mencari :

$$\pm \alpha 1,68 = X - \text{nilai tengah} / \text{selisih taraf}$$

Tabel 4. Desain percobaan  $2^3$  faktorial dengan 3 variabel bebas

Run	Taraf Variabel			Nama Variabel			Kode Sampel
	T	G	M	Konsentrasi Tapioka (%)	Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi Minyak Sawit (%)	
1.	-1	-1	-1	2,50	1,00	0,20	T2G2M2
2.	1	-1	-1	3,50	1,00	0,20	T4G2M2
3.	-1	1	-1	2,50	3,00	0,20	T2G4M2
4.	1	1	-1	3,50	3,00	0,20	T4G4M2
5.	-1	-1	1	2,50	1,00	0,60	T2G2M4
6.	1	-1	1	3,50	1,00	0,60	T4G2M4
7.	-1	1	1	2,50	3,00	0,60	T2G4M4
8.	1	1	1	3,50	3,00	0,60	T4G4M4
9.	-1,68	0	0	2,16	2,00	0,40	T1G3M3
10.	1,68	0	0	3,84	2,00	0,40	T5G3M3
11.	0	-1,68	0	3,00	0,32	0,40	T3G1M3
12.	0	1,68	0	3,00	3,68	0,40	T3G5M3
13.	0	0	-1,68	3,00	2,00	0,06	T3G3M1
14.	0	0	1,68	3,00	2,00	0,74	T3G3M5
15.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3
16.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3
17.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3
18.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3
19.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3
20.	0	0	0	3,00	2,00	0,40	T3G3M3

Keterangan :

T = konsentrasi tapioka

G = konsentrasi gliserol

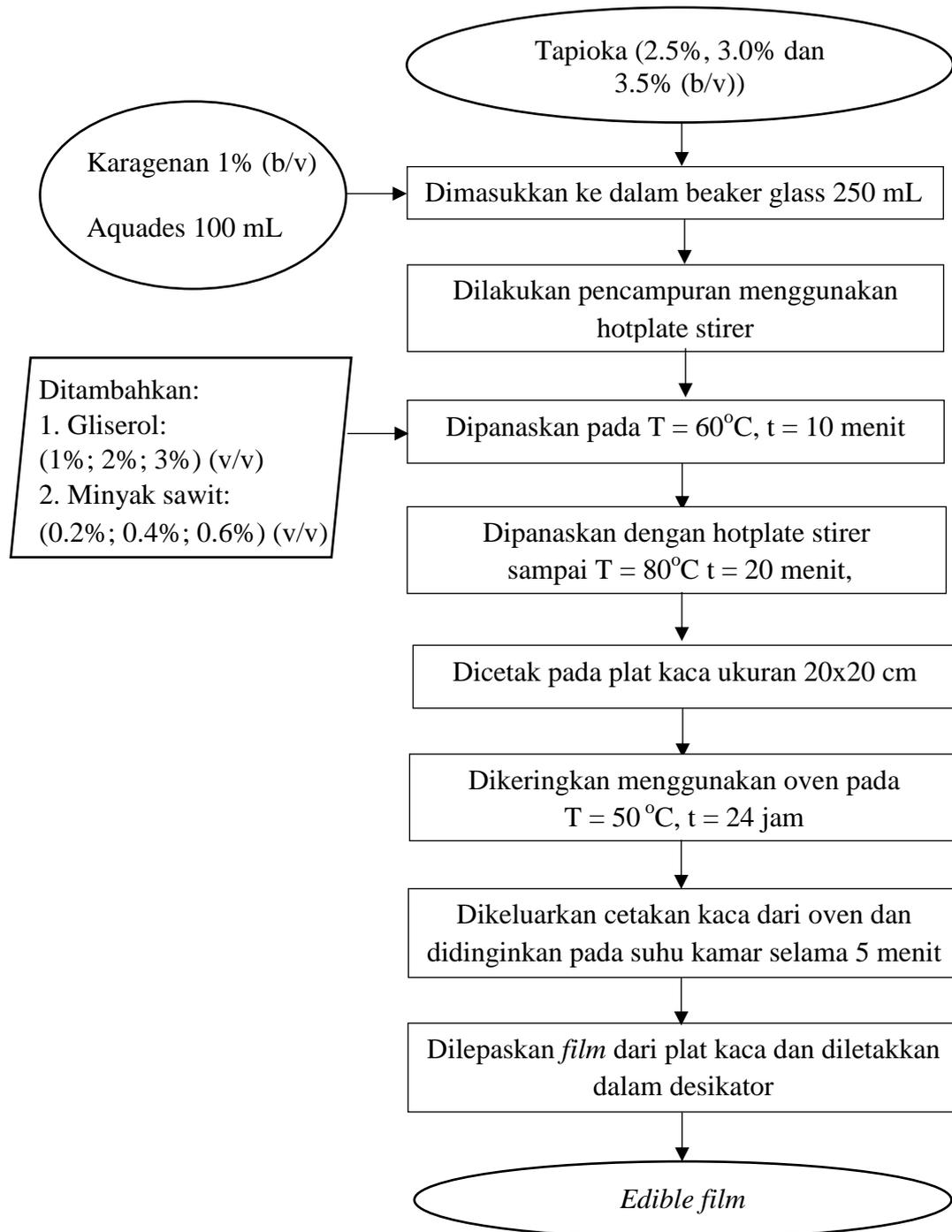
M = konsentrasi minyak sawit

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian diawali dengan mempersiapkan alat-alat dan bahan yang dibutuhkan, lalu dimulai dengan pembuatan *edible film* berbasis tapioka dengan penambahan gliserol dan minyak sawit, serta dilanjutkan dengan pengujian kemasan *edible film* yang telah dihasilkan.

#### 3.4.1. Pembuatan *Edible Film* dengan Penambahan Minyak Sawit

Pembuatan *edible film* dilakukan berdasarkan pada penelitian Lismawati (2017) yang dimodifikasi. Proses pembuatan diawali dengan melarutkan tapioka sesuai perlakuan dalam akuades sebanyak 100 mL, kemudian dalam larutan tersebut ditambah karagenan 1% yang telah dilarutkan dengan aquades. Setelah itu dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan diatas *hot plate* pada suhu 80°C selama 20 menit. Pada menit ke-10 ditambahkan gliserol sesuai perlakuan, selanjutnya ditambahkan minyak sawit sesuai dengan variasi perlakuan. Setelah itu dipanaskan hingga 20 menit pada suhu 80°C sampai membentuk gel. Selanjutnya larutan dituang pada cetakan kaca berukuran 20 cm × 20 cm, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Cetakan kaca dikeluarkan dari oven dan didinginkan pada suhu kamar selama 5 menit. Lapisan *film* yang terbentuk dikelupas (*peeling*) dengan bantuan spatula dan dimasukkan ke dalam wadah kedap udara untuk melindungi *film* dari kerusakan dan kelembaban. *Film* yang diperoleh diuji karakteristiknya meliputi uji ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, laju transmisi uap air dan kelarutan. Prosedur pembuatan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pembuatan *edible film* dengan penambahan minyak sawit berdasarkan (Lismawati, 2017) yang dimodifikasi.

### 3.5. Pengamatan

Pengamatan *edible film* dari tapioka hasil penelitian dilakukan untuk mengetahui karakteristik *film* sehingga dapat diaplikasikan dengan baik.

Pengujian yang dilakukan diantaranya uji ketebalan *film* (ASTM D638 M-III, 2002), kuat tarik (ASTM D638 M-III, 2002), persen pemanjangan (ASTM D638 M-III, 2002), laju transmisi uap air (ASTM, 1983) dan kelarutan *film* dalam air (AOAC, 1990).

#### **3.4.2.1. Uji Ketebalan**

Alat yang digunakan untuk pengujian adalah *Electronic Universal Testing Machine* dengan model WDW-100E. Lembaran sampel dipotong menggunakan *dumbbell cutter* (ASTM D638 M-III, 2002). Kondisi pengujian dilakukan pada temperatur ruang uji dengan suhu 27°C, kelembaban ruang uji 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50 N. Kemudian ujung sampel dijepit mesin penguji ketebalan. Ketebalan sampel diukur pada tiga posisi yaitu bagian atas, tengah dan bagian bawah membran, lalu nilai ketebalan akan dirata-ratakan yang kemudian didapatkan ketebalan pada sampel tersebut.

#### **3.4.2.2. Uji Kuat Tarik dan Persen Pemanjangan**

Alat yang digunakan untuk pengujian adalah *Electronic Universal Testing Machine* dengan model WDW-100E. Lembaran sampel dipotong menggunakan *dumbbell cutter* (ASTM D638 M-III, 2002). Kondisi pengujian dilakukan dengan suhu 27°C, kelembaban ruang uji 65%, kecepatan tarik 1 mm/menit, skala *load cell* 10% dari 50 N. Kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A}$$

Keterangan:

$\sigma$  = kekuatan tarik (MPa)

$F_{maks}$  = gaya kuat tarik (N)

$A$  = luas penampang sampel ( $\text{mm}^2$ )

Persen pemanjangan *edible film* diperoleh dari hasil uji kuat tarik produk, uji persen pemanjangan dilakukan dengan cara menghitung penambahan panjang lembar *film* saat lembar *film* putus, yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%E = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

Keterangan :

$\%E$  = persen pemanjangan

$\Delta l$  = perpanjangan (mm)

$l_0$  = panjang awal (mm)

### 3.4.2.3. Uji Laju Transmisi Uap Air

Pengujian laju transmisi uap air dilakukan dengan metode gravimetri (ASTM, 1983). *Film* dipotong berbentuk lingkaran berdiameter 8 cm atau sesuai dengan ukuran cawan. *Film* dipasang pada cawan yang berisi 10g silika gel. Bagian tepi cawan dan *film* ditutup dengan *wax*, isolasi atau karet sebagai perekat. Cawan dan *film* ditimbang, dimasukkan ke dalam toples plastik berisi 100 mL larutan NaCl 40%, kemudian toples ditutup rapat. Setiap jam cawan ditimbang dan pengamatan dilakukan selama 6-8 jam. Data yang diperoleh dibuat persamaan regresi linier, sehingga diperoleh *slope* kenaikan berat cawan. Laju transmisi uap air dinyatakan sebagai *slope* kenaikan berat cawan (g/jam) dibagi dengan luas area *film* yang diuji ( $\text{m}^2$ ) seperti pada rumus berikut:

$$\text{WVTR} = \text{slope (g/jam)} / \text{luas sampel (m}^2\text{)}$$

Keterangan:

WVTR = laju transmisi uap air ( $\text{g/m}^2/\text{jam}$ )

#### 3.4.2.4. Uji Kelarutan *Edible Film* dalam Air

Pengukuran kelarutan dilakukan mengikuti metode yang dilakukan oleh AOAC (1990). Sampel *film* dan kertas dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Sampel *film* (a) dan kertas saring (b) ditimbang secara terpisah. Sampel yang telah dikeringkan direndam dalam aquades sebanyak 50 mL selama 24 jam, setelah itu dilakukan pengadukan. Sampel *film* yang telah direndam disaring menggunakan kertas saring, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam, setelah itu ditimbang sebagai berat akhir (c).

$$\text{Persen Kelarutan} = \frac{a - (c - b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

- a = berat sampel awal (g)
- b = berat kertas saring (g)
- c = berat kering kertas saring dan sampel (g)

#### 3.4.3. Pengamatan Visual

Pengamatan visual *edible film* dilakukan secara langsung dengan mendefinisikan kondisi *film* yang dihasilkan dari penelitian, seperti kondisi permukaan, keutuhan dan warna *edible film*. Kondisi lembaran *edible film* tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film*.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Konsentrasi tapioka berpengaruh nyata terhadap ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan dan laju transmisi uap air; konsentrasi gliserol berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, persen pemanjangan/elongasi, dan kelarutan; sedangkan konsentrasi minyak sawit berpengaruh nyata terhadap semua parameter respon selain ketebalan *edible film*.
2. Formula optimum pembuatan *edible film* berbasis tapioka terjadi apabila penambahan konsentrasi tapioka 3,60%, konsentrasi gliserol 0,32% dan konsentrasi minyak sawit 0,5%. Sifat fisik *edible film* yang diperoleh mempunyai ketebalan 0,10 mm, kuat tarik 20,39 MPa, persen pemanjangan 21,73%, kelarutan 69,24% dan transmisi uap air sebesar 9,58 g/m<sup>2</sup>/jam.

### 5.2. Saran

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan *edible film* berbasis tapioka dengan penambahan gliserol dan minyak sawit terhadap aplikasinya sebagai pengemas bahan pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akili, M.S., Ahmad, U. dan Suyatma, N.E. 2012. Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *J. Keteknikan Pertanian*. 26(1): 39-46.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*, Edisi ke-15. Association of Official Analytical Chemists Inc. Virginia. 771 pp.
- ASTM. 1983. *Annual Book of ASTM Standard*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 247 pp.
- ASTM. 2002. ASTM D638 M-III. *Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastic*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 15 pp.
- Astuti, R. 2011. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Protein Edible Film dari Nata de Coco dengan Penambahan Pati, Gliserin dan Kitosan Sebagai Pengemas Bumbu Mie Instan. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan. 77 hlm.
- Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS). 2016. Produksi Ubikayu menurut Provinsi Tahun 1993-2015. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/880>. Diakses pada 10 November 2017.
- Ban, W., Song, J., Argyropoulus, D.S. and Lucia, L.A. 2006. Influence of Natural Biomaterial on the Elastic Properties of Starch-Derived Films: An Optimization Study. *Industrial Engineering and Chemistry Research*. 45(2):627-633.
- Basuki, S.E.K., Jariyah dan Hartati, D.D. 2014. Karakteristik Edible Film dari Pati Ubi Jalar dan Gliserol. *J. Rekapangan*. 8(2): 128-135.
- Bourtoom, T. 2007. Effect of Some Process Parameters on the Properties of Edible Film Prepared from Straches. Departement of Material Product Technology. Challanges and Opportunities. *Food Technology*. 51(2): 61-73.
- Bradley, N. 2007. The Response surface Methodology. (Thesis). Department of Mathematical Science Indiana University of South Bend. Indiana. 146 pp.

- Chiumarelli, M. and Hubinger, M.D. 2012. Stability, Sulibility, Mechanical and Barrier Properties of Cassava Starch-Carnauba Wax Edible Coatings to Preserve Freshcut Apples. *Food Hydrocolloids*. 28(1): 59-68.
- Coniwanti, P., Laila, L. dan Alfira, M.R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(4): 22-30.
- Cornelia, M., Anugrahati, N.A. dan Christina. 2012. Penngaruh Penambahan Pati Bengkong terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film. *J. Kimia Kemasan*. 34(2): 262-270.
- Cui, S.W. 2005. *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications*. CRC Press. Boca Raton. 432 pp.
- Cuq, B., Nathalie, G., Cuq, J.L. and Guilbert, S. 1996. Functional Properties of Myofibrillar Protein-Based Biopackaging as Affected by Film Thickness. *Journal of Food Science*. 61(3): 580-584.
- Darni, Y., Chici A. dan Sri, I.D. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. 3: 9-20.
- Darni, Y. dan Utami, H. 2010. Studi Sifat dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobilitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4): 88-93.
- Dewi, A.K., Sumarjaya, I.W. dan .Srinadi, I.G.A.M. 2013. Penerapan Metode Permukaan Respons dalam Masalah Optimalisasi. *e-Jurnal Matematika*. 2(2): 32-36.
- Donhowe, I.G. and Fennema, O.R. 1993. The Effects of Plastisizer on Crystallinity, Permeability and Mechanical Properties of Methylcellulose Films. *Journal Food Process And Presentatif*. 17(4): 247-257.
- Epriyanti, N.M.H., Admadi, B., Harsojuwono dan Arnata, I.W. 2016. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Komposit Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 4(1): 21-30.
- Ernawati. 2012. Identifikasi Pengaruh Variabel Proses dan Penentuan Kondisi Optimum Dekomposisi Katalik Metana dengan Metode Respon Permukaan. (Skripsi). Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta. 90 hlm.

- Faria, F.O., Vercelheze, A.E.S. and Mali, S. 2012. Physical Properties of Biodegradable Films Based on Cassava Starch, Polyvinyl Alcohol and Montmorillonite. *Química Nova*. 35(3): 487-492.
- Fennema, O.R. 1976. *Principles Of Food Science: Food Chemistry*. Marcel Dekker. New York. 792 pp.
- Garcia, N.L., Ribba, L., Dufresne, A., Aranguren, M. and Goyanes, S. 2011. Effect of Glycerol on the Morphology of Nanocomposites Made from Thermoplastic Starch and Starch Nanocrystals. *Carbohydrate Polymers*. 84(1):203-210.
- Gennadios, A. and Weller, C.L. 1990. Edible Films and Coatings from Corn Protein. *Food Technology*. 47(1): 63-69.
- Gontard, N., Gulibert, S. and Cuq, J.L. 1993. Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of An Edible Wheat Gluten Film. *Journal of Food Science*. 58(1): 206-211.
- Hagenmaier, R.D. and Shaw, P.E. 1990. Moisture Permeability of Edible Films Made with Fatty Acid and Hydroxypropyl Methyl Cellulose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38(9): 1799-1803.
- Handito, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karagenan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film. *Jurnal Agrotikos*. 21(2-3): 151-155.
- Hariato, Djafar, M.J. dan Adinegoro, H. 2017. Pengaruh Penambahan Minyak Sawit terhadap Karakteristik Edible Film dan Daya Simpan Bumbu Mie Instan. *Jurnal Standarisasi*. 19(1): 39-46.
- Harsunu, B.T. 2008. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Kitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Kitosan. (Skripsi). Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta. 105 hlm.
- Hendra, A.A., Utomo, A.R. dan Setijawati, E. 2015. Kajian Karakteristik Edible Film dari Tapioka dan Gelatin dengan Perlakuan Penambahan Gliserol. *Journal of Food Technology and Nutrition*. 14(2): 95-100.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering, Volume 1*. CRC Press. Boca Raton. 1000 pp.
- Huri, D. dan Nisa, F.C. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4): 29-40.

- Hustiany, R. 2006. Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 88 hlm.
- Iriawan, N. dan Astuti, S.P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 470 hlm.
- Jacob, A.M., Nugraha, R. dan Utari, S.P.S.D. 2014. Pembuatan Edible Film dari Pati Buah Lindur dengan Penambahan Gliserol dan Karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1): 14-21.
- Janssen, L.P.B.M. and Moscicki, L. 2009. *Thermoplastic Starch: A Green Material for Various Industries*. Wiley-VCH. Weinheim. 255 pp.
- Katili, S., Harsunu, B.T. dan Irawan, S. 2013. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan. *Jurnal Tekonogi*. 6(1): 29-30.
- Keshani, S., Chuah, A.L., Nourouzi, M.M., Russly, A.R. and Jamilah, B. 2010. Optimization of Concentration Process on Pomelo Fruit Juice Using Response Surface Methodology (RSM). *International Food Research Journal*. 17: 733-742.
- Ketaren, S. 2005. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press. Jakarta. 315 hlm.
- Krisna, D.D.A. 2011. Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis* sp.). (Tesis). Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang. 61 hlm.
- Krochta, J. M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company. Lancaster. 379 pp.
- Krochta, J.M. and Johnston, D.M. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. *Food Technology*. 51(2): 61-72.
- Lidiasari, E., Syafutri, M.I. dan Syaiful, F. 2006. Pengaruh Perbedaan Suhu Pengeringan Tepung Tapai Ubikayu terhadap Mutu Fisik dan Kimia yang dihasilkan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 8(2): 141-146.
- Lismawati. 2017. Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Kentang (*Solanum tuberosum* L.) (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin. Makassar. 79 hlm.

- Listiyawati, O. 2012. Pengaruh Penambahan Plasticizer dan Asam Palmitat terhadap Karakter Edible Film Karaginan. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 52 hlm.
- Manab, A. 2008. Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Edible Film Protein Whey. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 3(2): 8-16.
- Maruddin, F., Ako, A., Hajrawati dan Taufik, M. 2016. Pengaruh Kombinasi Whey dan Kasein sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film terhadap Karakteristik Edible Film. *Seminar Nasional Peternakan 2*. hal 168-173.
- Menzel, C., Olsson, E., Plivelic, T.S., Andersson, R., Johansson, C., Kuktaite, R., Jarnstrom, L. and Koch, K. 2013. Molecular Structure of Citric Acid Cross-linked Starch Films. *Carbohydrate Polymers*. 96(1): 270-276.
- Mirzayanti, Y.W. 2013. Pemurnian Gliserol dari Proses Transesterifikasi Minyak Jarak dengan Katalis Sodium Hidroksida. Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Surabaya. 7 hlm.
- Muin, R., Anggraini, D. dan Malau, F. 2017. Karakteristik Fisik dan Antimikroba Edible Film dari Tepung Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Kunyit Putih. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(3): 191-198.
- Murdinah, M., Darmawan, M. dan Fransiska, D. 2007. Karakteristik Edible Film dari Komposit Alginat, Gluten dan Lilin Lebah (Beeswax). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2(1): 19-26.
- Ningsih, S.H. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey dan Agar. (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Hasanudin. Makassar. 57 hlm.
- Nugroho, A.A., Basito dan Katri, A.R.B. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1):73-79.
- Pangesti, D.A., Rahim, A. dan Hutomo, G.S. 2014. Karakteristik Fisik, Mekanik dan Sensoris Edible Film dari Pati Talas pada Berbagai Konsentrasi Asam Palmitat. *e-J. Agrotekbis*. 2(6): 604-610.
- Paramawati, R. 2001. Kajian Fisik dan Mekanik terhadap Karakteristik Film Kemasan Organik dari  $\alpha$ -Zein Jagung. (Disertasi). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 165 hlm.

- Park, H.J., Weller, C.L., Vergano, P.J. and Testin, R.F. 1996. Factor Affecting Barrier and Mechanical Properties of Protein Based Edible, Degradable Films. *Biological System Engineering*. 37(4): 1281-1285.
- Prihatiningsih, N. 2000. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Asam Palmitat terhadap Ketebalan Film dan Sifat Mekanik Edible Film dari Zein. (Skripsi). Teknologi Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 34 hlm.
- Purwoto, H. dan Christi, A.G.J. 2016. Optimasi Formula Edible Film Berbasis Amilopektin Pati Singkong dan Karagenan. *M.P.I.* 11(1): 31-40.
- Pudjiastuti, W., Listyarini, A. dan Rizki, M.I. 2013. Pengaruh Laju Transmisi Uap Air Polymer Blend Polibutilen Suksinat (PBS) dan Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) terhadap Umur Simpan Sup Krim Instan Rasi. *J. Kimia Kemasan*. 35(1): 1-5.
- Rachmawati, A.K., Anandito, R.B.K. dan Manuhara, G.J. 2010. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr.) untuk Pembuatan Edible Film. *Biofarmasi*. 8(1): 1-10.
- Radojkovic, M., Zekovic, Z., Jokic, S. and Vidovic, S. 2012. Determination of Optimal Extraction Parameter of Mulberry Leaves Using Response Surface Methodology (RSM). *Romanian Biotechnological Letters*. 17(3): 7295-7308.
- Rahim, A., Alam, N., Haryadi dan Santoso, U. 2010. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren dan Minyak Sawit terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film. *J. Agroland*. 17(1): 38-46.
- Rhim, J.W., Wu, Y., Weller, C.L. and Schnepf, M. 1999. Physical Characteristics of A Composite Film of Soy Protein Isolate and Propyleneglycol Alginate. *Journal of Food Science*. 64(1): 149-152.
- Robertson, L.G. 2013. *Food Packaging: Principles and Practice, Third Edition*. CRC Press. Boca Raton. 733 pp.
- Saleh, F.HM., Nugroho, A.Y. dan Juliantama, M.R. 2017. Pembuatan Edible Film dari Pati Singkong sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*. 23(1): 43-48.
- Santoso, B., Hilda, Z., Priyanto, G. dan Pambayun, R. 2017. Perbaikan Sifat Laju Transmisi Uap Air dan Antibakteri Edible Film dengan Menggunakan Minyak Sawit dan Jeruk Kunci. *Agritech*. 37(3): 263-270.
- Saragih, I.A., Restuhadi, F. dan Rossi E. 2016. Kappa Karaginan sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film dengan Penambahan Pati Jagung (Maizena). *JOM Faperta*. 3(1): 1-5.

- Setiani, W., Sudiarti, T. dan Rahmindar, L. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*. 3(2): 100-109.
- Shabrina, A.N., Abduh, S.B.M., Hintono, A. dan Pratama, Y. 2017. Sifat Fisik Edible Film yang Terbuat dari Tepung Pati Umbi Garut dan Minyak Sawit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6(3): 138-142.
- Sitompul, A.J.W.S. dan Zubaidah, E. 2017. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 13-25.
- Sjamsiah, Saokani, J. dan Lismawati. 2017. Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film* dari Pati Kentang (*Solium tuberosum* L.) *Al-Kimia*. 5(2): 181-192.
- Somaatmadja, D. 1984. *Pemanfaatan Ubi Kayu dalam Industri Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor. 25 hlm
- Sumarto. 2008. Mempelajari Pengaruh Penambahan Asam Lemak dan Natrium Benzoat terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antimikroba Film Edibel Kitosan. (Skripsi). Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. 107 hlm.
- Syahrum, Herawati, N. dan Efendi, R. 2017. Pemanfaatan Pati Biji Cempedak (*Artocarpus champeden*) untuk Pembuatan Edible Film. *JOM Faperta*. 4(2): 1-12.
- Utomo, P. P. dan Salahudin, F. 2015. Pengaruh Inkorporasi Lipid dan Antioksidan terhadap Sifat Mekanik dan Permeabilitas Edible film Pati Jagung. *Biopropal Industri*. 6(1):37-42.
- Wahyudi. 2009. Karakterisasi Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta* Crantz) Varietas Mentega untuk Pembuatan Edible Film dengan Penambahan Sodium Tripolyphosphate (STPP). (Skripsi). Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 50 hlm.
- Wahyuningtyas, M. 2015. Pembuatan dan Karakterisasi Film Pati Kulit Ari Singkong/ Kitosan dengan Plasticizer Asam Oleat. (Skripsi). Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 93 hlm.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hlm.

- Wirawan, S.K., Prasetya, A. dan Erni. 2012. Pengaruh *Plasticizer* pada Karakteristik *Edible Film* dari Pektin. *Reaktor*. 14(1): 61-67.
- Yulianti, R. dan Ginting, E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik *Edible Film* dari Umbi-umbian yang dibuat dengan Penambahan *Plasticizer*. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 31(2): 131-136.
- Yuniarti, L.I., Hutomo, G.S. dan Rahim, A. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon* sp.). *e-J. Agrotekbis*. 2(1): 38-46.