



**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE PLASTIC*
KOMPOSISI *WHEY PROTEIN*-CMC DENGAN PENAMBAHAN
EKSTRAK TEH HIJAU**

SKRIPSI

oleh:

Istiqomah

NIM. 111710101048

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2015



**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE PLASTIC*
KOMPOSISI *WHEY PROTEIN*-CMC DENGAN PENAMBAHAN
EKSTRAK TEH HIJAU**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh:

Istiqomah

NIM. 111710101048

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

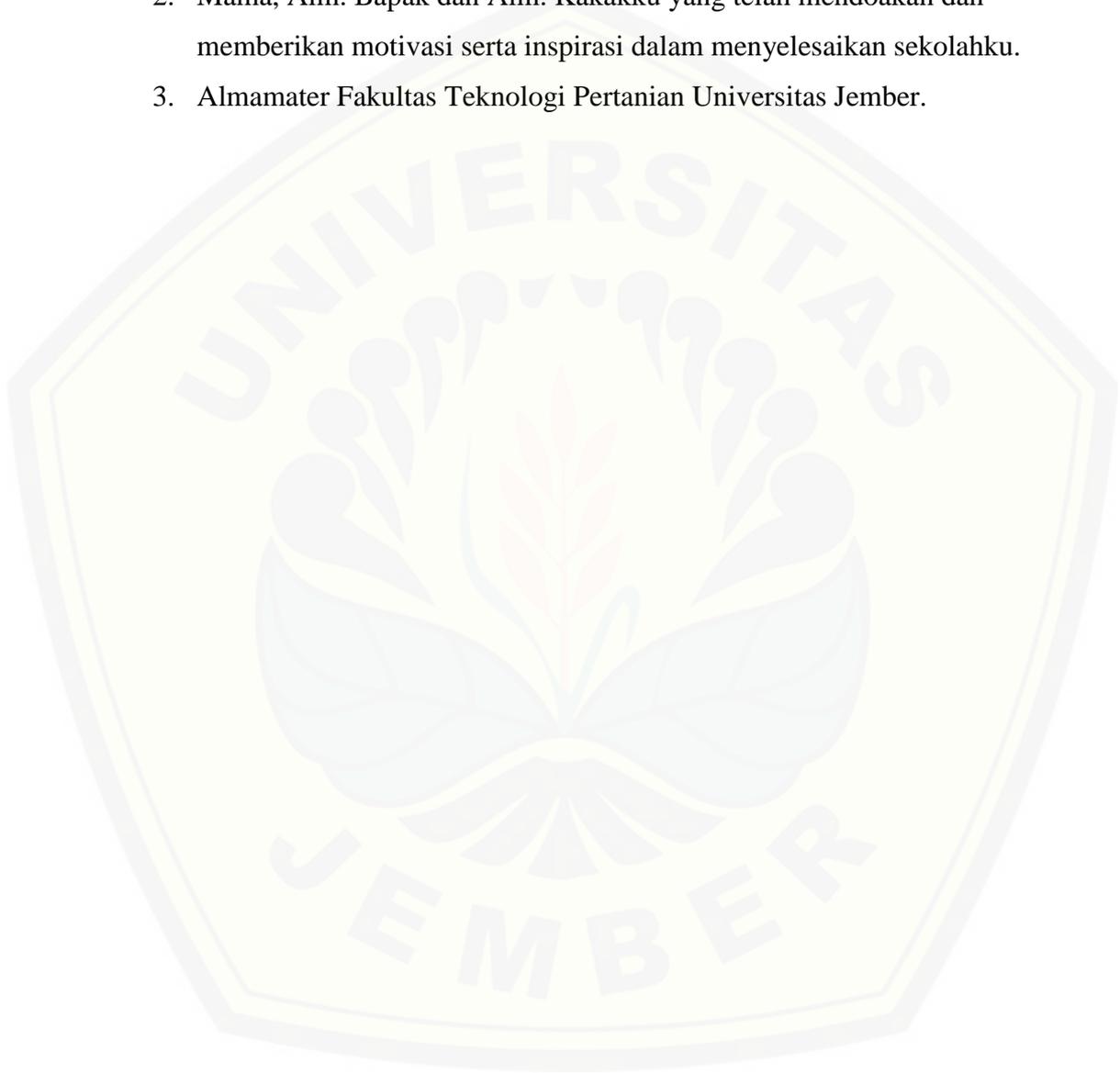
UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat, hidayah dan Inayah-Nya.
2. Mama, Alm. Bapak dan Alm. Kakakku yang telah mendoakan dan memberikan motivasi serta inspirasi dalam menyelesaikan sekolahku.
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

Sesuatu yang ada pada dirimu itulah kendaraanmu. Ia telah menjelma menjadi kekuatan mencipta, berkarya, berprestasi atau berkreasi. Kita menyebutnya sebagai gabungan antara kompetensi (*what you can do*), kecekatan (*how agile you are*), dan perilaku (*your attitude, your gesture*). *)

Tak ada yang bisa menggantikan keuletan. Bakat juga tidak; orang yang berbakat tidak sukses adalah hal yang lumrah. Kejeniusan juga tidak; orang pandai yang tidak memperoleh apa-apa sudah nyaris menjadi kata-kata mutiara. Pendidikan juga tidak; dunia sudah penuh pengguran berpendidikan. Keuletan dan keteguhanlah yang paling berkuasa. Slogan ‘jangan menyerah’ telah dan selalu memecahkan masalah yang dihadapi manusia. **)

Tetaplah Lapar, Tetaplah Bodoh

“.. milikilah keberanian untuk mengikuti kata hati dan intuisi” ***)

*) Kasali, R. 2014. *Self Driving menjadi Driver atau Passenger*. Cetakan ke 7. Jakarta

Selatan: Mizan

**) Coolidge, C. dalam Matthews, A. 1997. *Being Happy*. Cetakan ke 12. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

***) Job, S. dalam Beahm, G. 2014. *Steve Job's Life by Design*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Istiqomah

NIM : 111710101048

menyatakan bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Plastic* Komposisi *Whey Protein*-CMC dengan Penambahan Ekstrak Teh Hijau”** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi yang disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2015

Yang menyatakan,

Istiqomah

NIM. 111710101048

PEMBIMBING

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE PLASTIC*
KOMPOSISI *WHEY PROTEIN*-CMC DENGAN PENAMBAHAN
EKSTRAK TEH HIJAU**

oleh:

Istiqomah
NIM. 111710101048

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Triana Lindriati S.T., M.P
NIP.196808141998032001

**Dr. Nita Kuswardhani S.TP.,
M.Eng**
NIP. 197107311997022001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Plastic* Komposisi *Whey Protein*-CMC dengan Penambahan Ekstrak Teh Hijau” karya Istiqomah 111710101048, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari/tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Penguji I

Penguji II

Ir. Wiwik Siti Windrati M.P.
NIP. 195311211979032002

Nurud Diniyah S.TP., M.P.
NIP. 198202192008122002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Yuli Witono, S. TP., M.P.
NIP. 19691212 199802 1 001

RINGKASAN

Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Plastic* Komposisi *Whey Protein*-CMC dengan Penambahan Ekstrak Teh Hijau; Istiqomah, 111710101048; 2015; 52 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Pengemas yang dapat dimakan atau *edible plastic* telah dikenal sebagai kemasan ramah lingkungan dengan tujuan untuk mengurangi limbah plastik. Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan *edible plastic* dari biopolimer yang dapat dimakan melalui sumber yang terbarukan, seperti protein, lipid dan polisakarida semakin meningkat. *Edible plastic* berbasis polisakarida banyak digunakan dan sifat fisik *edible plastic* jenis ini telah sering diteliti. Sedangkan, *whey protein* untuk memproduksi *edible plastic* memiliki keunggulan sifat mekanik yang lebih baik. *Edible plastic* yang baik berdasarkan sifat hidrokoloid dan interaksi karbohidrat-protein, memerlukan penambahan polisakarida yaitu turunan selulosa. CMC merupakan turunan selulosa yang mempunyai potensi penstabil tekstur, pengikat air dan pembentuk matriks film. Pembuatan *edible plastic*, ditambahkan bahan seperti antimikroba, antioksidan, cita rasa, pewarna dan *plastizer*. Salah satu sumber antioksidan alami adalah teh hijau yang memiliki senyawa polifenol dan antioksidan alami yang cukup tinggi. Penambahan ekstrak teh hijau dalam pembuatan *edible plastic* dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible plastic* yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi *whey protein* dan CMC yang tepat dalam pembentukan *edible plastic*, serta pengaruh presentase jumlah ekstrak teh hijau ke dalam *edible plastic* yang dihasilkan terhadap sifat fisik dan mekanik yang dihasilkan *edible plastic*.

Penelitian awal dimulai dengan pembuatan ekstrak teh hijau yang dilakukan proses ekstraksi dengan suhu 100°C selama 10 menit. Penelitian kedua dilanjutkan dengan pembuatan *edible plastic* dengan komposisi *whey protein*-CMC 3,5:1,5; 3:2; dan 2,5:2,5 serta penambahan ekstrak teh hijau 0%,25%,75%

dan 100%. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, dan Laboratorium Kimia dan Biokimia, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai Desember 2014 hingga Juli 2015.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan yang kemudian hasil di uji statistik dengan menggunakan program minitab V.I7. Uji lanjut dilakukan dengan menggunakan uji tukey dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio *whey protein* dan CMC berpengaruh nyata terhadap perpanjangan, viskositas, *lightness*, *chroma*, kadar air, kelarutan. Pada komposisi 3,5:1,5, *chroma* dan kadar air ditunjukkan semakin meningkat dengan penambahan *whey protein*, sedangkan komposisi 2,5:2,5 perpanjangan, viskositas, warna (*lightness*) dan kelarutan memiliki nilai semakin rendah. Proporsi ekstrak teh hijau mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible plastic* seperti nilai perpanjangan, viskositas, *lightness*, kadar air dan kelarutan. Pada ekstrak teh hijau 100%, viskositas, *lightness*, dan kelarutan memiliki hasil semakin rendah. Sedangkan ekstrak teh hijau 100%, perpanjangan dan kadar air memiliki nilai semakin tinggi. Interaksi antara proporsi ekstrak teh hijau dan rasio komposisi *whey protein*-CMC berpengaruh nyata terhadap perpanjangan dengan nilai tertinggi 125,93% komposisi 2,5:2,5 ekstrak teh 0% dan terendah 107,47% komposisi 3,5:1,5 ekstrak teh hijau 100%., dan kelarutan dengan nilai tertinggi 26,43% komposisi 2,5:2,5 ekstrak teh hijau 0% dan terendah 10,66% komposisi 3,5:1,5 ekstrak teh hijau 100%.

Perlakuan yang terbaik dari *edible plastic* adalah A2B1 memiliki nilai rata-rata antara lain, kuat tarik 1,242 MPa, perpanjangan 110.30%, kadar air 17,507%, *lightness* 74,242, *chroma* 20,542, kelarutan 14,210%, dan ketebalan 0,264 mm.

SUMMARY

Physical And Mechanic Characteristic Edible Plastic From Whey Protein-CMC Composition to Increasing of Green Tea Extraction; Istiqomah, 2015; 52 pages; Departement of Technology Agricultural Products, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Nowadays, biodegradable and edible plastic have known as important eco-friendly packaging materials to reduce plastic wastes. As a consequence there is a growing interest concerning the development of biodegradable plastic made from edible biopolymers from renewable sources, such as proteins, lipids and polysaccharides. Edible plastic made from polysaccharides has been extensively studied on account of its film forming ability. Indeed, whey protein can produce edible plastic and its has been potential characteristic mechanic. The best edible plastic made characteristic hidrokoloid and carbohydrate-protein interaction need to add polysaccharides as a selulose derivate. CMC (Carbon Metil Celulose) is a selulose derivate, its have potential as tecture stabilize, water molding, and make a film matriks. Edible plastic usually added with antimicrobial, antioxydation, taste, colour, and plastizer. One of the best, natural antioxydation is green tea, cause its has been polifenol compound highest. To increase green tea extraction from edible plastic can affect to the best physical and mechanic characteristic. This research aims to find the best composition whey protein-CMC on make edible plastic, and the affect of persentase green tea extraction to physical and mechanic characteristic edible plastic.

The research to begin of make a green tea extraction with hot water heating 100°C during 10 minutes. After that, the research to continue with a make edible plastic from whey protein-CMC composition 3,5:1,5; 3:2 and 2,5:2,5, then add to green tea extraction 0%,25%,75% and 100%. The research have been to done in Engineering of Agricultural Product Laboratory's and Chemistry and Biochemistry Laboratory's, Food and Agricultural Product Department, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember. This

research begun from Desember 2014 to July 2015. Research using random group design (RGD) two factor. Each treatment replicates were performed three times and the result were tested statistically using Minitab program V. 1.7. Further trials performed using Tukey's test with 5% standart.

The result showed that whey protein-CMC ratio had to significantly affect by elongation, gel viscosity, *lightness*, *chroma*, water content, solubility decreased. Edible plastic with composition 3,5:1,5 indicate of the higher chroma and water content value, beside that composition 2,5:2,5 indicate of the lowest elongation, gel viscosity, lightness, and solubility decreased value. Green tea extraction has affect physical and mechanic characteristic edible plastic as elongation, gel viscosity, lightness, water content and solubility decreased. Edible plastic with green tea extraction 100% indicate of the higher elongation and water content value. The interaction between the whey protein-CMC and green tea extraction has significantly affect the edible plastic elongasi and solubility decreased. The highest elongation 125,93% with composition 2.5:2.5 green tea extraction 0% and the lowest 107,47% composition 3,5:1,5 green tea extraction 100%. The highest solubility decreased 26,43% composition 2.5:2,5 green tea extraction 0% and the lowest 10,66% composition 3,5:1,5 green tea extraction 100%.

The best treatment from edible plastic is A2B1, it's have average such as tensile strength 1,242 Mpa, elongation 110,30%, water content 17,507%, lightness 74,242, chroma 20,542, solubility decreased 14,210% and thickness 0,264 mm.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Plastic* Komposisi *Whey Protein*-CMC dengan Penambahan Ekstrak Teh Hijau”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih pada:

1. Dr. Yuli Witono, S. TP., M.P., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian;
2. Ir. Giyarto M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian;
3. Dr. Triana Lindriati S.T.,M.P., selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Dosen Pendamping Akademik yang telah membimbing dan memberi dukungan serta saran selama menjadi mahasiswa;
4. Dr. Nita Kuswardhani S.TP., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi;
5. Ir. Wiwik Siti Windrati M.P. dan Nurud Diniyah S.TP., M.P., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan dan saran;
6. Mama Punirah, yang tercinta, terima kasih atas doa, perhatian, dukungan, nasehat, kasih sayang, kesabaran dan motivasi yang telah beliau berikan kepada anakmu.
7. Bapak Alm. Sugeng Hariyanto yang tersayang, sebagai motivasi dan inspirasiku sekaligus persembahkan ketekunan menempuh ilmu setinggi langit.
8. Tanteku Anik, Pamanku Supriadi beserta Saudara Sepupuku Mbak Dewi, Mbak Woro, dan Mbak Laras yang telah memberikan semangat dan tempat lelah disituasi kapanpun.

9. Saudara Seperjuangan: Rafiqa Anggraeni, Rifatul Adabiyah, Dina Mustika Rini, Khalimatus Sa'diyah dan Adnine Iqlima, terima kasih atas waktu senyum, kegilaan, nasehat, dan kecewa.
10. Saudara Terbaikku Keluarga besar UKM PELITA Universitas Jember diantaranya Adnine, Rifa, Dani, Aisyah, Kusnandar, Ratna, Hendra, Ika, Distania, Arif W, Arif J, Masfiyah, Tri Puji, Alfian, Raka, Yuly, Aulia Putri, Arzaky, Aulia Sabrina, Adita, Fiya W, Septian dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas waktu, pengalaman, kerja keras, kebahagiaan, motivasi, doa, emosi, senyum dan professional dalam kerja sama yang telah kita lewati bersama.
11. Seluruh kawan-kawan THP 11 Brotherhood, yang selalu kompak, memberi warna dan kebahagiaan dari awal hingga akhir, beserta seluruh Angkatan 2011.
12. Tim *Edible Plastic*: Fahrizki Annisa R dan Devara Herayasa. Terima kasih atas bantuan dan semangat untuk menyelesaikan penelitian.
13. Seluruh teknisi Laboratorium dan staf Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan pembaca.

Jember, 2015
Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	vii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan	3
1.3.2 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengemas Edible <i>Biodegradable</i>	4
2.2 Edible Plastic	5
2.3 Whey Protein	6
2.4 CMC (<i>Carboxy Methyl Cellulose</i>)	7
2.5 Teh Hijau	9
2.6 Plastisizer	11
2.6.1 <i>Plastisizer pada Edible Plastic</i>	11
2.6.2 Gliserol	13

2.7 Metode Solvent Casting	14
2.8 Interaksi Karbohidrat-Protein	15
2.9 Penelitian Terdahulu tentang <i>Edible Plastic</i> dalam Makanan ..	16

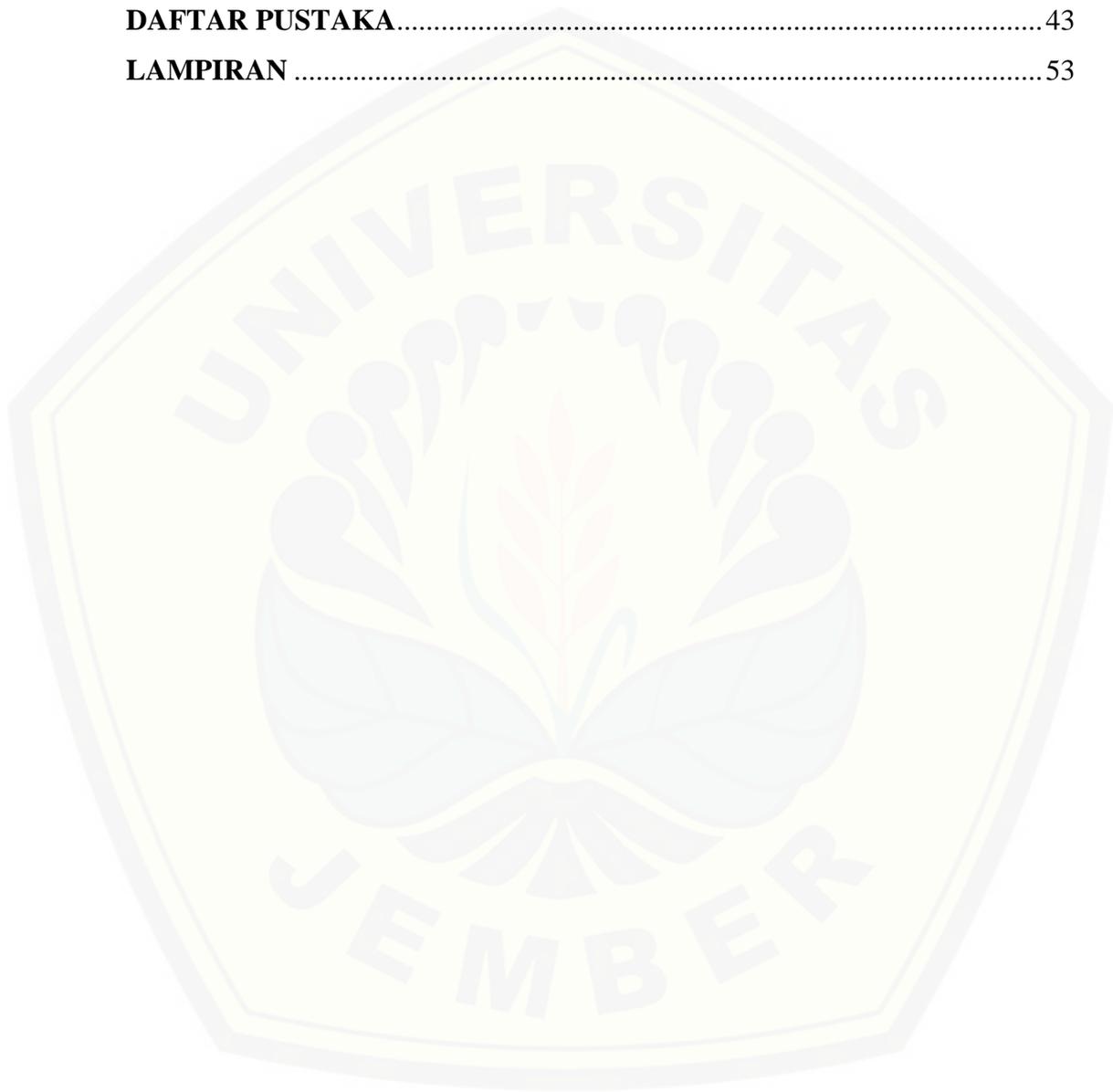
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Metode Penelitian	19
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	19
3.3.2 Rancangan Penelitian	22
3.4 Parameter Penelitian	22
3.5 Prosedur Analisis	23
3.5.1 Pengamatan Fisik	23
3.5.1.1 Viskositas	23
3.5.1.2 Kadar Air.....	24
3.5.1.3 Warna	24
3.5.1.4 Ketebalan.....	25
3.5.1.5 Kelarutan	25
3.5.2 Pengamatan Mekanik	25
3.5.2.1 Kekuatan Tarik.....	26
3.5.2.2 Perpanjangan (<i>tensile strength</i>).....	26
3.5.3 Penentuan Formula Terbaik (Metode Indeks Efektifitas).....	27

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

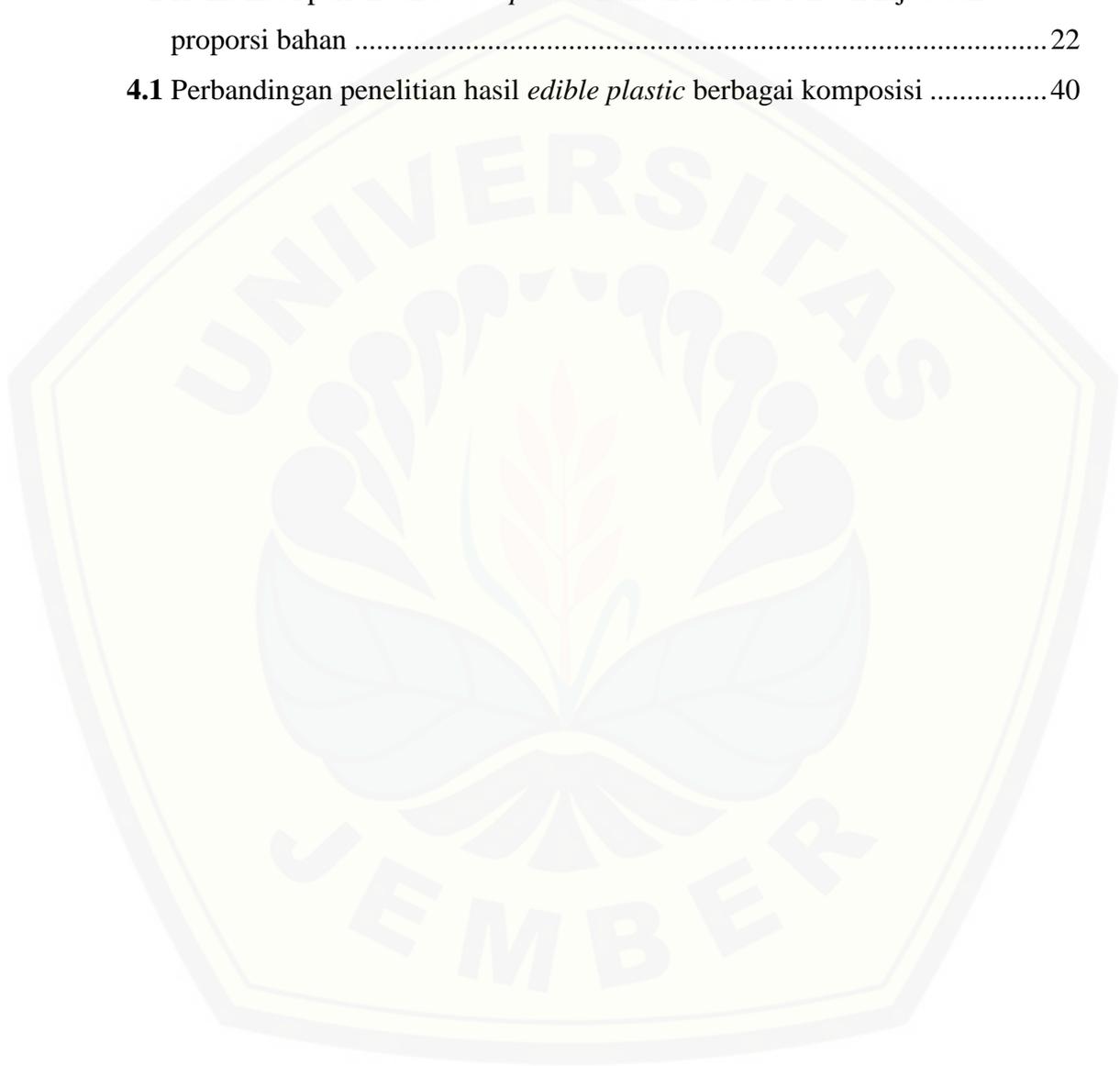
4.1 Viskositas <i>Gel</i>	28
4.2 Warna <i>Edible Plastic</i>	29
4.2.1 Lightness <i>Edible Plastic</i>	29
4.2.2 Chroma <i>Edible Plastic</i>	30
4.3 Kadar Air <i>Edible Plastic</i>	31
4.4 Ketebalan <i>Edible Plastic</i>	33
4.5 Kelarutan <i>Edible Plastic</i>	34
4.6 Kuat Tarik <i>Edible Plastic</i>	36
4.7 Perpanjangan (Persen Elongasi) <i>Edible Plastic</i>	37

4.8 Indeks Efektifitas <i>Edible Plastic</i>	38
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	53



DAFTAR TABEL**Halaman**

2.1 Komposisi daun teh	10
2.2 Komposisi polifenol teh hijau dan teh hitam	11
3.1 Kombinasi perlakuan <i>edible plastic</i> konsentrasi ekstrak teh hijau dan proporsi bahan	22
4.1 Perbandingan penelitian hasil <i>edible plastic</i> berbagai komposisi	40



DAFTAR GAMBAR**Halaman**

2.1 Struktur <i>carboxymethylcellulose</i> (CMC).....	9
2.2 Struktur molekul gliserol	13
3.1 Diagram pembuatan ekstrak teh hijau	20
3.2 Diagram alir pembuatan <i>edible plastic</i>	21
4.1 Histogram hasil pengukuran viskositas yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	28
4.2 Histogram hasil pengukuran <i>lightness</i> yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	29
4.3 Histogram hasil pengukuran <i>chroma</i> yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	31
4.4 Histogram hasil pengukuran kadar air yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	32
4.5 Histogram hasil pengukuran ketebalan yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	33
4.6 Histogram hasil pengukuran kelarutan yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	34
4.7 Histogram hasil pengukuran kuat tarik yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	36
4.8 Histogram hasil pengukuran perpanjangan yang dibuat dengan proporsi ekstrak teh hijau dan komposisi <i>whey protein</i> -CMC.....	37

DAFTAR LAMPIRAN**Halaman**

A. Data Hasil Analisis Viskositas <i>Edible Plastic</i>	
A.1. Tabel Hasil Pengukuran Viskositas <i>Edible Plastic</i>	53
A.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Viskositas <i>Edible Plastic</i>	53
A.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Viskositas <i>Edible Plastic</i>	53
A.4. Tabel Analisa Tukey Viskositas <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau	54
A.5. Tabel Analisa Tukey Viskositas <i>Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	54
B. Data Hasil Analisis <i>Lightness Edible Plastic</i>	
B.1. Tabel Hasil Pengukuran <i>Lightness Edible Plastic</i>	55
B.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter <i>Lightness Edible Plastic</i>	55
B.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter <i>Lightness Edible Plastic</i>	55
B.4. Tabel Analisa Tukey <i>Lightness Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau	56
B.5. Tabel Analisa Tukey <i>Lightness Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	56
C. Data Hasil Analisis Chroma <i>Edible Plastic</i>	
C.1. Tabel Hasil Pengukuran <i>Chroma Edible Plastic</i>	57
C.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter <i>Chroma Edible Plastic</i>	57
C.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter <i>Chroma Edible Plastic</i>	57
C.4. Tabel Analisa Tukey <i>Chroma Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	58
D. Data Hasil Analisis Kadar Air <i>Edible Plastic</i>	
D.1. Tabel Hasil Pengukuran Kadar Air <i>Edible Plastic</i>	59
D.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Kadar Air <i>Edible Plastic</i>	59
D.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Kadar Air <i>Edible Plastic</i>	59
D.4. Tabel Analisa Tukey Kadar Air <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau	60
D.5. Tabel Analisa Tukey Kadar Air <i>Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	60
E. Data Hasil Analisis Ketebalan <i>Edible Plastic</i>	
E.1. Tabel Hasil Pengukuran Ketebalan <i>Edible Plastic</i>	61
E.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Ketebalan <i>Edible Plastic</i>	61

E.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Ketebalan <i>Edible Plastic</i>	61
F. Data Hasil Analisis Kelarutan <i>Edible Plastic</i>	
F.1. Tabel Hasil Pengukuran Kelarutan <i>Edible Plastic</i>	62
F.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Kelarutan <i>Edible Plastic</i>	62
F.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Kelarutan <i>Edible Plastic</i>	62
F.4. Tabel Analisa Tukey Kelarutan <i>Edible Plastic</i> Interaksi Ekstrak Teh Hijau dan Rasio Whey Protein-CMC	63
F.5. Tabel Analisa Tukey Kelarutan <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau	63
F.6. Tabel Analisa Tukey Kelarutan <i>Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	63
G. Data Hasil Analisis Kuat Tarik <i>Edible Plastic</i>	
G.1. Tabel Hasil Pengukuran Kuat Tarik <i>Edible Plastic</i>	64
G.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Kuat Tarik <i>Edible Plastic</i>	64
G.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Kuat Tarik <i>Edible Plastic</i>	64
H. Data Hasil Analisis Perpanjangan <i>Edible Plastic</i>	
H.1. Tabel Hasil Pengukuran Perpanjangan <i>Edible Plastic</i>	65
H.2. Tabel Arah Pengukuran Parameter Perpanjangan <i>Edible Plastic</i>	65
H.3. Tabel Hasil Analisis Varian Parameter Perpanjangan <i>Edible Plastic</i>	65
H.6. Tabel Analisa Tukey Perpanjangan <i>Edible Plastic</i> Rasio Whey Protein-CMC	66
H.5. Tabel Analisa Tukey Perpanjangan <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau	66
H.4. Tabel Analisa Tukey Perpanjangan <i>Edible Plastic</i> Interaksi Ekstrak Teh Hijau dan Rasio Whey Protein-CMC	66
I. Data Hasil Analisis Uji Efektifitas <i>Edible Plastic</i>	
I.1. Tabel Hasil Pengukuran Analisis Keseluruhan <i>Edible Plastic</i>	67
I.3. Tabel Hasil Pengukuran Analisis Total Nilai Hasil (NH) dan Formula Terbaik <i>Edible Plastic</i>	67
I.2. Tabel Hasil Pengukuran Analisis Bobot Normal Parameter (BNP), Nilai Efektifitas (NE) dan Nilai Hasil (NH) <i>Edible Plastic</i>	68
H. Dokumentasi Penelitian	

H.1 Proses Pembuatan <i>Edible Plastic</i>	69
H.2 <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau 100%	70
H.3. <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau 75%	70
H4. <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau 25%	71
H5. <i>Edible Plastic</i> Ekstrak Teh Hijau 0%	71



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini plastik *biodegradable* dan pengemas yang dapat dimakan atau *edible plastic* telah dikenal sebagai kemasan ramah lingkungan dengan tujuan untuk mengurangi limbah plastik (Gomez-Guillen *et al.*, 2009; Hoque *et al.*, 2010). Sebagian besar pengemas plastik sintetis *non-biodegradable* dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan masalah ekologi yang serius. Berdasarkan peluang tersebut, maka pengembangan *edible plastic* atau *biodegradable* dari biopolimer yang dapat dimakan melalui sumber yang terbarukan, seperti protein, lipid dan polisakarida semakin meningkat (Tharanathan, 2003; Khoualdia, 2010). Menurut Bourtoom (2008), *edible plastic* dapat digunakan untuk menghambat atau mengatur migrasi kelembaban, oksigen, karbon dioksida, aroma, lipid, dan meningkatkan sifat makanan. *Edible plastic* berbasis polisakarida banyak diminati dan sifat fisik *edible plastic* jenis ini telah sering diteliti (Mikkonen *et al.*, 2007; Rao *et al.*, 2010).

Penggunaan *whey protein* untuk memproduksi *edible plastic* memiliki keistimewaan karena dapat dimakan serta memiliki sifat mekanik yang menarik (Gennadios, 2004; Khwaldia *et al.*, 2004; Ramos *et al.*, 2012). Menurut Fairley *et al.* (1996), sifat plastik yang terbentuk dari *whey protein* telah sesuai diterapkan untuk plastik transparan, fleksibel, tidak berwarna dan tidak berbau. *Edible plastic* yang berasal dari *whey protein* biasanya diperoleh dengan pengeringan *Whey Protein Concentrates* (WPC) dan *Whey Protein Isolate* (WPI). Kedua bahan tersebut telah menunjukkan potensi *moderat* sebagai penghalang kelembaban (McHugh *et al.*, 1994), dan memiliki potensi yang baik sebagai penghalang oksigen (Mate dan Krochta, 1996; McHugh dan Krochta, 1994).

Edible plastic yang baik berdasarkan sifat hidrokoloid dan interaksi karbohidrat-protein, memerlukan penambahan polisakarida yaitu turunan selulosa salah satunya adalah CMC. Kegunaan CMC pada pembuatan *edible plastic* adalah sebagai penstabil dan pembentuk tekstur serta pengikat air dan pembentuk matriks film (Ganz, 1997). Penggunaan CMC dipilih karena memiliki karakteristik bahan

pengikat yang memiliki keseragaman secara menyeluruh dalam proses *esterifikasi* dibandingkan dengan bahan pengental sejenis. Selain itu, bahan ini mudah ditemui dan murah secara ekonomi.

Pembuatan *edible plastic*, sering kali ditambahkan bahan seperti antimikroba, antioksidan, cita rasa, pewarna dan *plastizer*. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat kerusakan oksidatif lipida, namun tidak dapat memperbaiki produk makanan yang telah teroksidasi. Antioksidan yang sering digunakan adalah senyawa fenolik dan senyawa asam. Penggunaan antioksidan sintesis yang diproduksi secara kimia kurang aman karena bukan diperoleh dari bahan alami. Salah satu sumber antioksidan alami adalah teh hijau (Sarastani, 2002). Kandungan polifenol yang cukup tinggi dalam teh hijau dapat berfungsi sebagai antioksidan alami. Penambahan ekstrak teh hijau dalam pembuatan *edible plastic* dapat mempengaruhi kadar air, warna, kekuatan tarik dan daya perpanjangan *edible plastic*.

Kandungan protein dan polisakarida yang terkandung pada *whey protein* dan CMC, menguntungkan karena akan mempengaruhi karakteristik dari *edible plastic* yang dihasilkan terbentuk interaksi protein-karbohidrat. Peristiwa interaksi karbohidrat dan protein dapat mempengaruhi berbagai sifat bahan diantaranya adalah: sifat aliran, stabilitas, tekstur dan *mouth feel* (De Kruif and Tuinier, 2001). Bahkan dalam kondisi tertentu interaksi karbohidrat-protein dapat membentuk makromolekul besar yang sulit larut bahkan sulit dicerna.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi *whey protein* dan CMC yang tepat dalam pembentukan *edible plastic*, serta pengaruh presentase jumlah ekstrak teh hijau ke dalam *edible plastic* yang dihasilkan terhadap sifat fisik dan mekanik yang dihasilkan *edible plastic*

1.2 Rumusan Masalah

Edible plastic yang dibuat dari campuran bahan *whey protein* dan CMC diharapkan akan menghasilkan interaksi protein-polisakarida yang dapat menutupi kekurangan sifat masing-masing bahan sehingga menghasilkan pengemas primer yang sesuai untuk bahan pangan. Penambahan ekstrak teh hijau sebagai sumber

senyawa polifenol yang bersifat hidrofilik diharapkan menghasilkan *edible plastic* berantioksidan. Akan tetapi senyawa polifenol tersebut dapat berinteraksi dengan CMC dan whey protein sehingga dapat mempengaruhi sifat *edible plastic* yang dihasilkan. Namun sejauh mana pengaruh penambahan ekstrak teh hijau terhadap perpanjangan (*tensile strength*), kuat tarik (elastisitas), dan kelarutan dari *edible plastic* untuk *coating* bahan pangan yang dihasilkan dengan menggunakan komposisi *whey protein*-CMC belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian.

1.3 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh komposisi whey protein dan CMC terhadap sifat fisik dan mekanik *edible plastic* yang dihasilkan
2. Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak teh hijau terhadap sifat fisik dan mekanik *edible plastic* yang dihasilkan
3. Mengetahui formulasi komposisi dan penambahan ekstrak teh hijau terbaik dalam pembuatan *edible plastic* yang dihasilkan

1.4 Manfaat

1. Meningkatkan nilai guna CMC dan *whey protein* sebagai pengemas primer ramah lingkungan
2. Memberikan solusi alternatif pengemas *edible plastic* atau *biodegradable* yang aman digunakan bagi tubuh manusia dan ramah lingkungan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengemas Edible *Biodegradable*

Penelitian dan pengembangan teknologi kemasan plastik *biodegradable* masih sangat terbatas di Indonesia. Hal ini terjadi karena selain kemampuan sumber daya manusia dalam penguasaan ilmu dan teknologi bahan, juga dukungan dana penelitian yang terbatas. Sebenarnya prospek pengembangan biopolimer untuk kemasan plastik *biodegradable* di Indonesia sangat potensial. Alasan ini didukung oleh adanya sumber daya alam, khususnya hasil pertanian yang melimpah dan dapat diperoleh sepanjang tahun (*sustainable /renewable*). Salah satu alternatif yang bisa dipilih pengemas yang ramah lingkungan (*biodegradable*) adalah *edible plastic* (Wahyono, 2009). Keuntungan *edible plastic* antara lain dapat dikonsumsi langsung bersama produk yang dikemas, tidak mencemari lingkungan, memperbaiki sifat organoleptik produk yang dikemas, berfungsi sebagai suplemen penambah nutrisi, sebagai flavor, pewarna, zat antimikroba, dan antioksidan (Murdianto, 2005). Menurut Krochta (1992), *edible film* masuk dalam pengelompokan *edible packing* yang biasanya disebut *edible coating* atau *edible plastic* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dilapiskan pada permukaan bahan yang dikemas sebagai penghambat transfer massa (*barrier*) bahan makanan atau aditif untuk meningkatkan penanganan makanan.

Berdasarkan urutan dan jaraknya dengan produk, kemasan dibedakan menjadi tiga tahapan. Kemasan primer adalah kemasan langsung bersentuhan dengan makanan, sehingga bisa saja terjadi migrasi komponen bahan kemasan ke makanan yang berpengaruh terhadap rasa, bau dan warna. Kemasan sekunder adalah kemasan lapis kedua setelah kemasan primer, dengan tujuan untuk lebih memberikan perlindungan kepada produk. Kemasan tersier adalah kemasan lapis ketiga setelah kemasan sekunder, dengan tujuan untuk memudahkan proses transportasi agar lebih praktis dan efisien. Kemasan tersier bisa berupa kotan karton atau peti kayu (Astawan, 2008). *Edible plastic* termasuk kriteria jenis kemasan primer yang diaplikasikan langsung bersentuhan dengan bahan pangan,

sehingga bahan kemasan yang akan digunakan berasal dari bahan baku biopolimer yang alami.

2.2 Edible Plastic

Edible plastic merupakan pengelompokan dari *edible packaging* yang berfungsi sebagai pelapis (coating) dan yang berbentuk sebagai lembaran (disebut film) atau berbentuk sebagai lembaran pelindung (plastik) sehingga dikenal dengan istilah *edible coating*, *edible film* atau *edible plastic*. Pengemas *edible plastic* adalah lapisan tipis yang dapat dimakan, yang digunakan pada makanan dengan cara pembungkusan, pencelupan, pelindung dan penyikatan agar terjadi penahan (barrier) yang selektif untuk menghambat perpindahan gas, uap air, dan bahan terlarut, sekaligus memberikan perlindungan mekanis. *Edible plastic* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (kelembaban, oksigen, lemak, dan zat terlarut), sebagai carrier bahan makanan atau meningkatkan penanganan makanan (Krochta, 1992).

Tujuan penggunaan *edible plastic* untuk mengurangi pencemaran akibat kemasan yang menimbulkan dampak buruk pada lingkungan. Komponen *edible plastic* dapat dibagi menjadi tiga katagori yaitu hidrokoloid, lipid dan komposit. Hidrokoloid seperti protein, pektin, dan pati dapat digunakan dalam pengendalian migrasi penguapan air yang tidak objektif. Hidrokoloid yang digunakan untuk film berdasarkan komposisinya dapat dibagi dua yaitu karbohidrat (alginate, pektin dan strach) dan *whey protein*. Film dengan komposisi hidrokoloid kurang resisten terhadap penguapan air karena bersifat hidrofilik akan tetapi larut dalam air. Lipid digunakan sebagai *barrier* jika terjadi penguapan air. *Edible plastic* yang baik, memiliki sifat menahan air sehingga dapat mencegah kehilangan kelembapan produk, memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu, mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan warna, pigmen alami gizi, serta menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet dan penambah aroma yang memperbaiki mutu bahan pangan (Muhtadi, 1997). Aplikasi *edible plastic* telah banyak digunakan untuk pelapis produk daging beku

(Bauer *et al.*, 1968), makanan semi basah (Torres dan Karel, 1985.), produk konfeksionari, ayam beku, produk hasil laut, sosis, buah-buahan dan obat-obatan terutama untuk pelapis kapsul (Krochta *et al.*, 1994).

2.3 Whey Protein

Whey protein adalah limbah dari pembuatan keju atau limbah dalam pembuatan mentega, *whey* dikatakan juga sebagai serum susu yang komponen utamanya terdiri dari laktosa 4-7% dan protein 0,6-1,0% (Winarno, 1993). *Whey* merupakan protein yang tidak teragregasi ketika pH susu diturunkan sampai 4,6. *Whey* memiliki volume air sebesar 80-90% dari total volume susu dan mengandung sekitar 50% nutrisi dari kandungan nutrisi awal susu segar (Mulvihill dan Gurferti, 1997). Protein susu antara lain dapat diperoleh dalam bentuk *whey protein isolate* (dengan kadar protein 25-89%) ataupun *whey protein concentrate* (dengan kadar protein > 90%). *Whey protein* dapat membentuk gel yang viskoelastis selama pemanasan dan gelasi terjadi setelah terjadi denaturasi. Denaturasi diawali dengan pembukaan lipatan protein dan dilanjutkan dengan agregasi menjadi *network* protein dengan interaksi hidrofobik dan ikatan sulfidril-disulfid (Mulvihill and Kinsella, 1987).

Whey protein merupakan 20% dari total protein yang tersedia di dalam susu, yang larut pada pH 4,6. Cairan *whey protein* merupakan produk samping dari industri keju. *Whey protein* mengandung lima komponen utama yaitu α -lactalbumin, β -lactoglobulin, bovine serum albumin, immunoglobulin dan protease-peptones. Variasi genetik mengakibatkan perbedaan komposisi dari ketiga jenis protein tersebut. β -lactoglobulin merupakan komponen utama di dalam *whey protein* dengan berat molekul 18,362 untuk *polymorph* A dan 18,276 untuk *polymorph* B. Monomer dari β -lactoglobulin mengandung satu gugus sulfidril bebas dan dua gugus disulfid. Bentuk molekul β -lactoglobulin adalah globular gugus hidrofobik dan sulfidril pada bagian dalam (Brunner, 1977).

2.4 CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) adalah turunan selulosa yang utamanya digunakan dalam aplikasi bahan pangan atau digunakan dalam bahan makanan untuk mencegah terjadinya *retrogradasi*. CMC berfungsi sebagai viskositas bahan, pengikat air, dan sebagai pelarut penjernih. Pembuatan CMC yaitu mereaksikan NaOH dengan selulosa murni, kemudian ditambahkan Na-kloroasetat (Fennema *et al.*, 1996).

Kelarutan CMC dipengaruhi oleh konsentrasi, suhu, pH dan garam. Penambahan garam juga sangat berpengaruh pada kelarutan CMC karena bahan ini sudah dalam bentuk garam, sehingga jika dilarutkan dalam suatu pelarut akan terurai menjadi ion-ionnya dan mengikat ion CMC yang sudah terurai dan membentuk suatu ikatan lagi sehingga keberadaannya bersifat menghambat kelarutan CMC (Winarno, 1997).

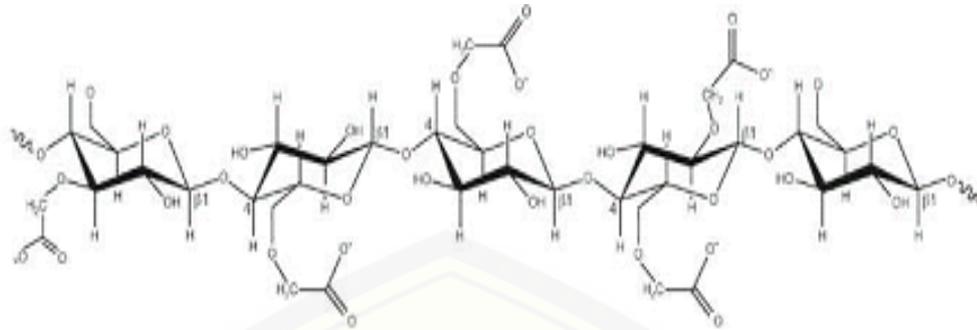
Penambahan CMC mempengaruhi peran membentuk matriks pada plastik. Kegunaan CMC pada pembuatan edible plastik adalah sebagai penstabil dan pembentuk tekstur serta mengikat air agar tidak keluar edible plastik yang terbentuk. CMC yang digunakan sebaiknya dalam konsentrasi rendah karena jika konsentrasi terlalu tinggi CMC tidak lagi terdispersi di dalam larutan melainkan membentuk gumpalan yang mengapung dipermukaan karena molekul air sudah terikat semua (Ganz, 1997).

CMC merupakan zat dengan warna putih atau sedikit kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa, berbentuk granula yang halus atau bubuk yang bersifat higroskopis (Inchem *et al.*, 2002). Menurut Tranggono (1991), CMC ini mudah larut dalam air panas maupun air dingin. Pada pemanasan dapat terjadi pengurangan viskositas yang bersifat dapat balik (*reversible*). Viskositas larutan CMC dipengaruhi oleh pH larutan, kisaran pH CMC adalah 5-11 sedangkan pH optimum adalah 5, dan jika pH terlalu rendah (<3), CMC akan mengendap. Beberapa macam CMC yang dapat ditemukan yaitu CMC dengan tingkatan yang berbeda yaitu 50-13.000 cP atau (2-1% konsentrasi) dalam air. Secara umum, CMC digunakan sebagai bahan pengental, tingkatan viskositas yang tinggi merupakan salah satu bahan yang murah secara ekonomi, disamping harga CMC

merupakan bahan pengikat yang memiliki keseragaman secara menyeluruh dalam proses esterifikasi dibandingkan dengan bahan pengental sejenis. Dalam aplikasi film, CMC yang memiliki viskositas yang rendah cenderung memiliki tingkatan daya rekat yang lebih tinggi, karena konsentrasi gum yang tinggi dapat menjangkau cetakan larutan film. Struktur CMC terdapat substitusi carboxymethyl yang merupakan struktur asal polymer C-2, C-3 or C-6, posisi anhydroglucose terdapat pada **Gambar 2.1**. Kadar substitusinya secara umum terdapat pada kelompk 0,6-0,95, tetapi kecepatan nyatanya hingga 1.0. tingginya kadar substitusi diperoleh dari kelarutan dan kestabilan larutan CMC. Meskipun demikian, substitusi utamanya dapat sejauh pusat selulosa yang dapat mempengaruhi kelarutan dan kelembutan dari larutan CMC.

CMC adalah ikatan anion yang merupakan persinggahan grup *carboxylate* yang terionisasi dengan COO ketika CMC dibubarkan pH akan menjadi netral. CMC yang dikomersialkan menghasilkan sodium garam. Asam yang terbentuk pada berupa pH 3.0 atau kurang, CMC menjadi tidak dapat dilarutkan dan kehilangan daya ikat air. Tingkatan viskositas yang berbeda untuk CMC memiliki tingkatan polimerisasi dan berat molekul. Semakin kecil molekul atau produk polimerisasi yang rendah menghasilkan kelarutan viskositas yang rendah dibandingkan luas molekulnya, atau polimerisasi molekul yang tinggi menyebabkan efek ikatan rantai pendek. Secara umum, berat molekul yang terjadi disebabkan efek ketebalan film, tetapi secara lebih jauh molekulnya cukup panjang pada rantai polimer dimana struktur fim itu berada. Untuk CMC 50, mampu menampung kohesi film hingga konsentrasi 8% (Sanderson, 1981).

Pada **Gambar 2.1**, ditunjukkan film CMC dengan dasar larutan 3% dan ketebalan cetakan hingga 60 (0.60 in) dan 80 mils (0,08 in). Untuk 60 mil memiliki perpanjangan hingga 1,920 gram dan elongasi 1.170 gram.



Gambar 2.1. Struktur *carboxymethylcellulose* (CMC)

2.8 Teh Hijau

Teh hijau (*Camelia sinensis*) merupakan salah satu jenis tanaman herbal yang berasal dari Cina. Tanaman ini banyak dibudidayakan di Asia Tenggara sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional (*herbal medicine*). Konsumsi teh hijau secara teratur dapat meningkatkan sistem pertahanan dan memperbaiki fungsi organ tubuh. Hal ini disebabkan teh hijau mengandung polifenol dalam jumlah yang tinggi. Bukti penelitian melaporkan bahwa kandungan polifenol pada daun teh hijau lebih tinggi dibanding teh hitam. Persentase kandungan polifenol pada daun teh hijau sebanyak 30-40 %, sedangkan persentase kandungan polifenol pada daun teh hitam sebanyak 3-10 % (Zowail *et al.*, 2009). Salah satu jenis polifenol penting adalah flavonoid. Flavonoid terdiri dari berbagai jenis, seperti flavonol, flavones, flavonem isoflavon, antosianin dan katekin. Sebagai bahan bioaktif, antosianin dan katekin berfungsi menangkap radikal bebas sehingga dapat menghambat terjadinya kerusakan pada membran sel (Chaturvedula dan Prakash, 2011). Mekanisme ini lebih efektif dibandingkan vitamin C dan E (Heim *et al.*, 2002).

Senyawa utama yang dikandung daun teh adalah katekin, yaitu suatu zat mirip tannin terkondensasi disebut juga polifenol karena banyaknya gugus fungsi hidroksil yang dimilikinya. Teh mengandung alkaloid kafein yang bersama-sama dengan polifenol teh akan membentuk rasa yang menyegarkan. Polifenol tertinggi diperoleh pada teh hijau, karena teh hijau tidak mengalami fermentasi. Polifenol dalam teh hijau merupakan antioksidan yang sangat kuat, sehingga dapat menekan

pertumbuhan sel kanker, tanpa merusak jaringan yang sehat berfungsi menurunkan kadar LDL dan memperbaiki sifat pembekuan darah yang tidak normal (Haryono dan Astuti, 2001). Polifenol terdiri dari flavonol, queketin dan turunan katekin, epi katekin (EC), Epigallo-katekin gallat (EGC) umumnya ditemukan di dalam teh. EGC dan quercetin merupakan antioksidan kuat dengan kekuatan 100 kali lebih tinggi daripada vitamin C dan 25 kali vitamin E yang juga merupakan antioksidan potensial. Pada teh hijau, catechin merupakan komponen utama, sedangkan pada teh hitam dan teh olong, catechins diubah menjadi tehaflavin dan teharubigin. Komposisi daun teh dapat ditunjukkan pada **tabel 2.1**

Tabel 2.1 Komposisi daun teh

Substansi	Tidak Larut dalam Air (%)	Larut dalam Air (%)
Protein	16	-
Lemak	8	-
Klorofil dan Pigmen Lain	1.5	-
Pektin	4	-
Pati	0.5	-
Serta kasar, Selulosa, Lignin	22	-
Polifenol terfermentasi	-	20
Polifenol Lain	-	10
Kafein (tehine)	-	4
Gula dan Getah	-	3
Asam Amino	-	7
Mineral	-	4
Jumlah	55	48

Sumber: (Nazaruddin dan Fahrudin, 1993)

Teh mengandung komponen volatile, pada teh hitam sebanyak 404 macam sedangkan pada teh hijau 230 macam. Komponen volatile tersebut berperan dalam memberikan cita rasa yang khas pada teh. Menurut Alamsyah (2006), komponen aktif yang terkandung dalam teh, baik yang volatile maupun non-volatil antara lain:

- a. Substansi fenol (25-35%): tannin/catechin, tehaflavin, dan teharubigin
- b. Sustansi bukan fenol: karbohidrat, substansi pektin, protein, asam amino, pigmen klorofil, xanthofil, karoten dan β -karoten (13-20%); asam organic, substansi resin, vitamin C (150-250 mg %), vitamin E (25-70 mg %),

vitamin K (300-500 IU/g), serta substansi mineral seperti kalium (1795 mg %), seng (5.4 mg %), mangan (300-600 ug/ml), flour (0,1-4,2 mg/L), magnesium (192 mg %), selenium (1-1,8 ppm %), cooper (0,01 mg %), besi (33 mg %), kalsium (7 mg %) serta kafein (45-50 mg %)

- c. Substansi aromatis fraksi karboksilat . karbonil, karbonil bebas yang sebagian besar terdiri atas alcohol.
- d. Enzim: polifenol oksidase, peroksidase dan protease, pektinase, invertase, amylase dan β -glukosidase
- e. Lain-lain: air (75-80%), lemak, sterol, wax, serat kasar (27%) seperti selulosa dan tigmin. Seratus gram daun teh mengandung 17 KJ kalori.

Komposisi polifenol teh hijau dan daun teh hitam ditunjukkan pada **Table 2.2**

Table 2.2 Komposisi polifenol teh hijau dan teh hitam

Komponen	Teh Hijau (mg/100 g)	Teh hitam (mg/100 g)
Katekin	210	63
Flavonoid	14	21
Teharubigins	0	28
Undefined	266	273
Kafein	4,5	50

Sumber: (Rietveld *et al.*, 2003)

Fenol adalah zat kristal yang tak berwarna yang memiliki bau yang khas. Rumus kimianya adalah C_6H_5OH . Fenol memiliki kelarutan terbatas dalam air, yakni 8,3 gram/100ml. Fenol memiliki sifat yang cenderung asam, artinya ia dapat melepaskan ion H^+ dari gugus hidroksilnya. Ekstrak teh hijau sudah sejak lama digunakan untuk obat tradisional yaitu sebagai obat diare. Polifenol dalam teh dapat berfungsi sebagai antimikroba. Aktivitas antimikroba tersebut disebabkan karena kemampuannya membentuk kompleks dengan protein terlarut dan membentuk kompleks dengan dinding sel bakteri (Hodgson *et al.*, 2002)

2.9 Plastisizer

2.9.1 Plastisizer pada Edible Plastic

Plastisizer merupakan bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi ruang-

ruang yang kosong pada produk (Banker *et al.*, 1966) yang dikutip oleh (Yoshida dan Antunes, 2003). Ditambahkan oleh (Coupland *et al.*, 2000) yang dikutip oleh (Yoshida dan Antunes, 2003) bahwa *edible plastic* yang terbuat dari protein dan polisakarida bersifat rapuh, sehingga membutuhkan *plasticiser* untuk meningkatkan elastisitas plastik. Jenis konsentrasi dari plasticizer akan berpengaruh terhadap kelarutan film berbasis pati. Semakin banyak penggunaan plasticizer maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan plasticizer yang bersifat hidrofilik untuk meningkatkan kelarutan air. Gliserol memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible plastic* berbasis pati (Bourtoom, 2007).

Plasticizer ditambahkan dalam larutan film larutan mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film. Peningkatan fleksibilitas film dikarenakan terjadinya pengurangan kekuatan tarik intermolekuler diantara rantai polimer. Plasticizer yang biasa digunakan adalah poliols dan mono, gliserol dan sorbitol. Tipe dan konsentrasi plasticizer dapat mempengaruhi sifat film protein (Cuq *et al.*, 1997). Plasticizer didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi yang jika ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat fisik dan material tersebut. Penambahan plasticizer dapat menurunkan kekuatan intramolekuler, meningkatkan fleksibilitas film, menurunkan sifat barrier film, menanggulangi kerapuhan yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler, meningkatkan permeabilitas edible film terhadap gas, uap air, dan pelarut (Choi dan Han, 2001).

Plasticizer biasanya merupakan molekul monomerik, ketika bereaksi dengan senyawa polimer yang mempunyai ikatan polar atau ikatan hidrogen, maka posisi plasticizer tersebut berada diantara ikatan intermolekuler, sehingga menambah jarak antara rantai berdekatan. Dengan demikian dapat mengurangi kekuatan mekanik dan meningkatkan fleksibilitas dari struktur yang kaku (Tadmor dan Gogos, 1979).

Penambahan plasticizer dapat merubah karakteristik mekanik dengan meningkatkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Saat mencapai titik kritis penambahan plasticizer. Akan menurunkan perpanjangan dan kekuatan tarik film. Selain kemampuannya untuk mengurangi ikatan hidrogen dan meningkatkan

ruang intermolekul tidak hanya menyebabkan peningkatan fleksibilitas film, tetapi juga memberikan rongga yang memungkinkan terjadinya difusi molekul penetral (Layuk *et al*, 2001). Peningkatan kadar gliserol menghasilkan formasi matriks polimer lebih banyak sehingga menurunkan tensile strength dan meningkatkan elongation break (Choi dan Han, 2001).

2.9.2 Gliserol

Gliserol adalah alkohol yang mengandung tiga gugus hidroksil. Gliserol berbentuk cairan kental seperti sirup, tidak berwarna dan rasanya manis. Zat ini sangat mudah larut dalam air dan tidak larut dalam pelarut non polar, karena itu gliserol bersifat higroskopis. Gliserol adalah plasticizer dengan titik didih yang tinggi, larut dalam air, polar, non volatile dan dapat bercampur dengan protein. Gliserol merupakan molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen dengan gugus reaktif protein (Galiotta *et al*, 1998). Sifat-sifat tersebut yang menyebabkan peningkatan elastisitas dan fleksibilitas bahan film. Plasticizer yang umum digunakan untuk hal ini adalah gliserol atau sorbitol. Struktur molekul dari gliserol dapat dilihat pada **gambar 2.2**



Gambar 2.2 Struktur molekul gliserol

Gliserol adalah senyawa alkohol polihidrat dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul. Struktur kimia gliserol adalah $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ dengan nama kimia 1,2,3-propanatriol. Gliserol memiliki berat molekul 92.10 gr/mol, massa jenis 1.23 g/cm³, titik didihnya 204°C, berbentuk cair. Tidak berbau, tidak berwarna, higroskopis, dan dapat larut dalam air serta alkohol (Kumalasari, 2005). Cutter (2001), menggunakan gliserol dan prolipena sebagai bahan plasticizer matriks dan polietilen oksida pada penyediaan film layak makan. Prosedur penyediaan edible film layak makan. Prosedur penyediaan edible film berbasis matriks hidroksipropil metilselulosa, untuk bahan makanan dekorasi, telah dipatenkan di Amerika, dengan menggunakan plasticizer polipropilenglikol (Locke, 2004) menginformasikan bahwa pelapis makanan, layak makan yang disediakan dari

serum dan produk susu kandungan protein dapat dibentuk menjadi film plastik atau pelapis tipis yang lembut dan mengkilap untuk mencegah tumpahan berbagai produk makanan, dan mengurangi kapasitas limbah kemasan. Penambahan gliserol pada suatu larutan bahan baku film atau coating dari bahan protein akan menyebabkan terjadinya perubahan dalam jaringan matriks yang terbentuk. Gliserol akan mudah masuk diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dari protein (Goutard *et al.*, 1993). Dengan demikian maka kerapatan diantara rantai protein menjadi berkurang sedemikian rupa sehingga ikatan antar protein menjadi longgar. Gliserol berperan sebagai plasticizer agent. Gliserol merupakan plasticizer yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada intramolekuler (Le Tien *et al.*, 2001). Longgarnya ikatan antar protein ini menyebabkan gaya antar molekul sepanjang rantai polimer menurun dan jarak antar molekul juga menjadi bertambah. Akibatnya mobilitas rantai polimer menjadi meningkat sehingga fleksibilitas lapisan meningkat. Selain itu gliserol juga mengikat air pada sisi aktif polimer sehingga meningkatkan butiran air (cluster) pada lapisan (Lieberman dan Gilbert, 1973).

2.10 Metode Solvent Casting

Pembuatan edible film secara solvent casting meliputi beberapa tahap proses yaitu pencampuran, pemanasan, pencetakan, dan pengeringan. Pencampuran bahan pembentuk edible film dilakukan dengan cara pengadukan sampai homogen. Pengadukan yang dilakukan berfungsi untuk mencampur bahan hingga merata agar proses hidrasi bahan dapat berjalan secara sempurna sehingga proses gelatinisasi pada tahap pemanasan terjadi secara merata (Strong, 2000).

Pemanasan larutan edible film dilakukan pada suhu 100°C sambil diaduk. Saat proses pemanasan terjadi perubahan pada sifat fisik larutan yakni terbentuk pasta yang lebih kental karena penyerapan air pada bahan. Pencetakan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain adalah cetak injeksi, cetak kompresi, cetak tiup, dan penuangan. Penuangan merupakan metode pencetakan yang sederhana dalam pembuatan edible film (solvent casting) yaitu dengan cara

menuangkan larutan pembentukan edible film pada cetakan berupa plat yang dilapisi mika sebanyak 10 ml (Strong, 2000).

Pengeringan adalah tahap akhir pembuatan edible film. Menurut (Praptiningsih, 1999) pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air suatu bahan sampai batas tertentu dengan jalan penguapan menggunakan energi panas. Dalam pembuatan edible film pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat pengering pada suhu 50°C selama 20 jam (Marseno, 2001).

2.8 Interaksi Karbohidrat-Protein

Protein isolat sekarang ini merupakan hal yang menarik untuk dikembangkan karena kandungan proteinnya yang tinggi dan lemak yang rendah dan banyak dikembangkan menjadi berbagai produk pangan seperti misalnya *baked food*, *extruded high-protein foods*, *nutritional bars* dll (Hasan *et al.*, 2010). Pati banyak digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan *dairy-based* penambahan pati ditujukan untuk menurunkan biaya produksi dengan mengurangi penggunaan protein susu. Oleh karena itu interaksi antara pati dengan protein susu sangat penting untuk dipelajari (Noisuwan *et al.*, 2008).

Interaksi karbohidrat-protein juga dapat diakibatkan karena gaya tarik menarik antara muatan positif dan negatif dari sistem koloid yang berada pada lingkungan asam (Takeuchi, 1969). Menurut (Dahle, 1971), modifikasi dari protein gandum karena panas mengakibatkan berkurangnya ikatan antara protein dan karbohidrat hal tersebut mengurangi interaksi karbohidrat-protein. Interaksi karbohidrat protein dapat berupa ikatan yang kuat ataupun ikatan hidrogen yang lemah. Interaksi tersebut juga dapat hanya merupakan interaksi fisik tanpa adanya ikatan kimia yang permanen. Interaksi fisik tersebut banyak terjadi pada campuran karbohidrat-protein pada berbagai sistem pangan. Interaksi karbohidrat-protein dalam larutan dapat berupa *segregation* (incompatibility), *co-solubility* ataupun *association* (complexation) (De Kruif and Tuinier, 2001). Interaksi antara protein dan karbohidrat dapat terjadi karena adanya pembentukan ikatan ionik dan hydrogen di dalam struktur film, sedangkan (Samanth *et al.*, 1993) menjelaskan

bahwa interaksi polisakarida-protein dapat terjadi karena pembentukan kompleks elektrostatik.

Menurut (Oakenfull *et al.*, 1997) jika protein dan polisakarida berinteraksi dapat menghasilkan tiga kemungkinan, yaitu:

1. *Co-solubility*, bila terjadi interaksi yang bersifat tidak nyata karena kedua molekul primer memiliki eksistensi sendiri-sendiri.
2. *Incompatibility*, bila kedua tipe polimer saling tolak menolak sehingga menyebabkan keduanya berada pada fase terpisah.
3. *Complexing*, yaitu kedua polimer saling berikatan yang menyebabkan membentuk fase tunggal atau endapan.

Gelatinisasi pati dipengaruhi oleh adanya komponen lain seperti misalnya protein. Protein akan berkompetisi dalam menyerap air yang tersedia sehingga dapat mempengaruhi proses gelatinisasi pati (Wootton dan Bamunuarachchi, 1980). Oleh karena itu interaksi karbohidrat-protein dapat dipelajari dengan mempelajari gelatinisasi pati dari campuran karbohidrat-protein. Proses gelatinisasi pati menyebabkan perubahan viskositas larutan pati. Dengan menggunakan *Brabender Viscoamylograph*, terukur bahwa larutan pati sebelum dipanaskan memiliki viskositas 0 unit. Dengan adanya pemanasan, granula pati sedikit demi sedikit mengalami pembengkakan sampai titik tertentu. Pembengkakan pati diikuti dengan peningkatan viskositas. Semakin besar pembengkakan granula, viskositas semakin besar. Setelah pembengkakan maksimum, dan granula pati pecah dan pemanasan tetap dilanjutkan dengan suhu konstan, maka akan terjadi penurunan viskositas akibat proses degradasi (Philips dan Williams, 2000).

2.9 Penelitian Terdahulu tentang *Edible Plastic* dalam Makanan

Perbedaan antara *edible coating* dan *edible plastic* adalah *coating* diaplikasikan dan dibentuk secara langsung pada permukaan bahan pangan, sementara *plastic* adalah lapisan tipis yang diaplikasikan setelah sebelumnya dicetak dalam bentuk lembaran (Guilbert *et al.* 1996). *Edible plastic* yang bersifat antimikroba berpotensi dapat mencegah kontaminasi patogen pada berbagai bahan

pangan yang memiliki jaringan (daging, buah-buahan, sayuran). Kombinasi antimikroba dengan pengemas film untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada makanan dapat memperpanjang masa simpan dan memperbaiki mutu pangan (Quintavalla dan Vicini, 2002). Jenis bahan antimikroba yang dapat ditambahkan ke dalam matriks *edible coating/plastic* antara lain adalah minyak atsiri, rempah-rempah dalam bentuk bubuk atau oleoresin, kitosan, dan bakteriosin seperti nisin. Bahan antimikroba dari senyawa kimia antara lain adalah asam organik seperti asam laktat, asetat, malat, dan sitrat, serta sistem laktoperoksidase yang merupakan antimikroba alami yang terdapat dalam susu dan saliva dari mamalia (Campos *et al.* 2011).

Bahan antimikroba yang digunakan pada makanan seperti asam-asam organik, bakteriosin, enzim, alkohol, dan asam lemak serta ekstrak rempah atau minyak atsiri, seperti minyak kayu manis, daun serai, cengkih, dan bawang putih telah diteliti aktivitas antibakterinya. Penambahan bahan alami seperti oregano, *rosemary*, dan minyak bawang putih ke dalam *edible plastic* untuk mencegah pertumbuhan mikroba telah diteliti oleh (Pranoto *et al.*, 2005). Bahan aktif tersebut ditambahkan ke dalam matriks bahan pengemas, baik dalam bentuk bubuk, ekstrak/oleoresin maupun minyak atsirinya. Sementara kitosan biasanya ditambahkan dalam matriks atau dilapiskan pada lapisan *plastic* (Vasconez *et al.*, 2009; Lin *et al.*, 2010). Keuntungan penambahan bahan aktif antimikroba ke dalam *edible plastic* adalah meningkatkan daya simpan. Selain itu, sifat penghalang yang berasal dari lapisan film yang diperkuat dengan komponen aktif antimikroba dapat menghambat bakteri pembusuk dan mengurangi risiko kesehatan. Penggunaan bahan antimikroba dari bahan alami juga lebih aman dibanding bahan antimikroba sintetis. Penggunaan bahan antimikroba yang diaplikasikan secara langsung pada permukaan buah akan dinetralkan oleh komponen yang ada dalam buah (Rojas-Grau *et al.*, 2009). Kelemahan penggunaan antimikroba alami adalah dapat memengaruhi rasa karena *flavor* yang sangat kuat.

Edible coating antimikroba antara lain telah diaplikasikan pada buah-buahan, terutama buah terolah minimal seperti pepaya dan apel (Tapia *et al.*, 2007), melon

(Massilia *et al.*, 2008), apel (Rojas-Grau *et al.*, 2008), dan stroberi atau sayuran seperti wortel (Simoes *et al.*, 2009) dan paprika (Permanasari 1998; Miskiyah dan Winarti, 2009), makanan laut (Vasconez *et al.*, 2009), dan roti (Kechichian *et al.*, 2010). Aplikasi *edible coating* berbahan dasar selulosa, protein (*whey protein* dan *sodium caseinate*) serta campuran *bees wax* dan *sodium caseinate* yang bersifat menahan gas yang baik, tidak dapat mempertahankan mutu paprika selama penyimpanan. Penggunaan *edible coating* berbasis polisakarida (alginat dan *gellan*) pada apel dapat memperpanjang masa simpan irisan segar apel sampai 2 minggu dibanding kontrol, yaitu sampai 23 hari pada 4°C (Rojas-Grau *et al.*, 2008). Sementara pada irisan pepaya dan apel bisa tahan disimpan selama 10 hari di lemari es (Tapia *et al.*, 2007). Aplikasi *edible plastic* berbasis tapioka pada roti tawar mampu memperpanjang masa simpan sampai 7 hari pada suhu kamar (Kechichian *et al.*, 2010).

Penelitian aplikasi *edible coating* di Indonesia sudah cukup banyak dengan menggunakan berbagai jenis pati, seperti tapioka dan garut, maupun hidrokoloid lain seperti alginat atau kitosan. Bahan yang dikemas antara lain adalah buah nangka kupas (Pikni dan Santoso, 2004; Partha *et al.*, 2009), durian (Kusbiantoro, 2011), lempuk durian (Harris 2001; Santoso *et al.*, 2004), dan salak pondoh (Rahmawati, 2010).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible plastic* pada penelitian ini adalah *whey* protein, CMC, ekstrak teh hijau “Cap Kepala Jenggot”, gliserol, silica gel, dan aquadest.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, botol timbang, cawan, oven, beaker glass 250 ml, colour reader, eksikator, micrometer, dan Universal Testing Mechine, spatula, kompor, pengukus, loyang dan mika.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian, dan Laboratorium Kimia dan Biokimia, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai Desember 2014 hingga Juli 2015.

3.3 Metode Penelitian

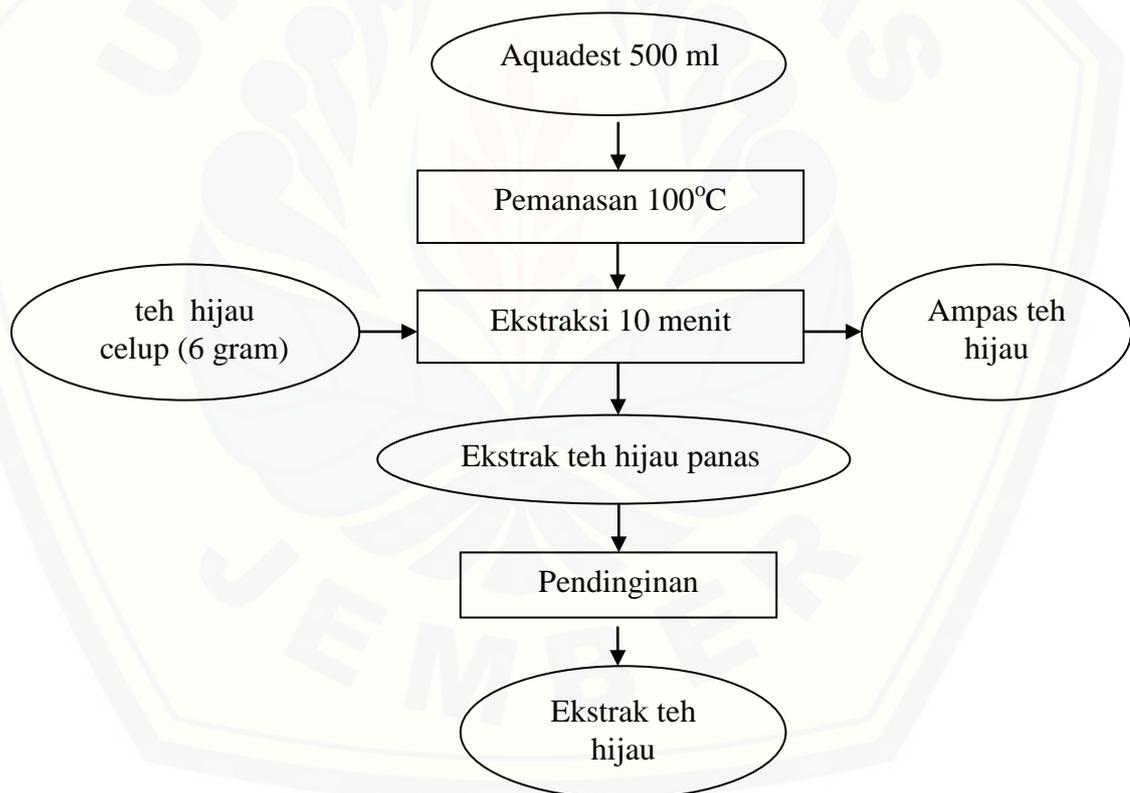
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan untuk membuat *edible plastic* dari *whey protein* dan CMC dengan variasi komposisi bahan dengan pengaturan kecepatan pengadukan 60 rpm selama 5 menit. Pembuatan *edible plastic* diawali dengan pembuatan ekstrak teh hijau cap “kepala jenggot” sebanyak 1 buah teh celup yang dilarutkan pada air mendidih 500 ml. Teh hijau celup dilakukan perendaman selama 10 menit kemudian kantong teh hijau dilakukan penirisan. Hasil ekstrak teh hijau didinginkan sebelum digunakan dalam pembuatan *edible plastik*. Proses pendinginan bertujuan supaya kandungan polifenol dan katekin pada teh hijau dapat berpengaruh pada *edible plastic* yang dihasilkan. Diagram alir proses awal pembuatan ekstrak teh hijau dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

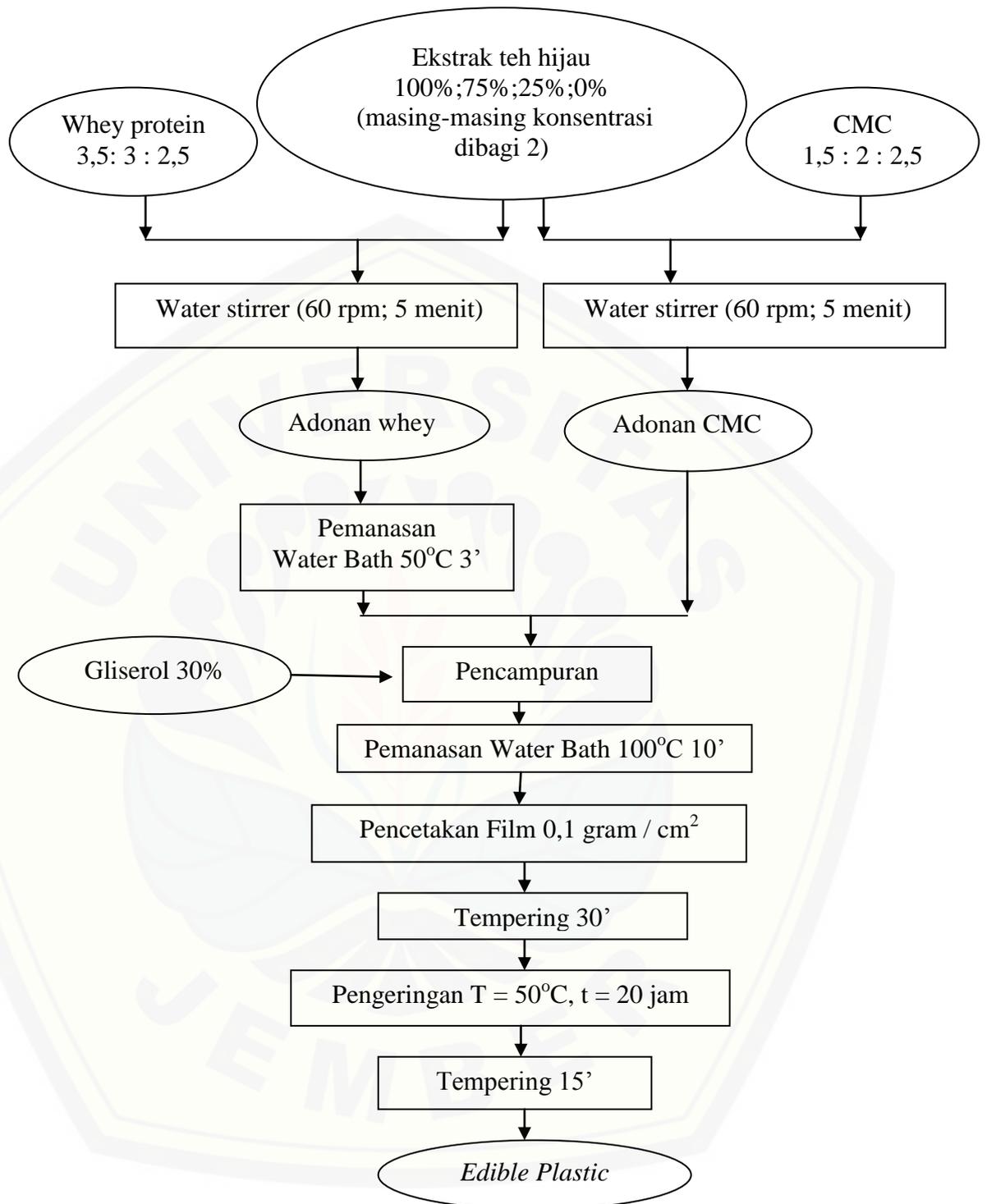
Selanjutnya timbang *whey protein* dan CMC pada *beaker glass* terpisah, dengan variasi proporsi 3.5:1.5, 3:2, 2.5:2.5, campuran 5 gram bahan diaduk masing-masing dengan 50 ml aquadest. Bahan *whey protein* dan CMC diaduk

terpisah menggunakan *water stirrer* kecepatan 60 rpm selama 5 menit. Sedangkan untuk variasi komposisi ekstrak teh hijau adalah 100%, 75%, 25% dan 0%.

Langkah selanjutnya dilakukan pelarutan *whey protein* yang telah di *water stirrer* dengan cara *water bath* (direndam dalam air suhu 50°C) hingga adonan *whey* larut, kemudian tambahkan CMC yang telah di *water stirrer*, diaduk perlahan kemudian ditambahkan gliserol sebanyak 30% dari berat bahan. Kemudian dilakukan pemanasan *water bath* 100°C selama 10 menit, lalu dilakukan pencetakan film 0,1 gram/cm². Lalu dilakukan *casting* diloyang porselin, kemudian di oven suhu 50°C selama 20 jam dan dilanjutkan dengan tempering 15 menit, hingga didapatkan *edible plastic*. Diagram alir proses pembuatan *edible plastic* dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



Gambar 3.1 Diagram pembuatan ekstrak teh hijau



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan *edible plastic*

3.3.2 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan yang kemudian hasil di uji statistik dengan menggunakan program minitab V.I7. Uji lanjut dilakukan dengan menggunakan uji tukey. Adapun faktor-faktor yang digunakan yaitu penambahan ekstrak teh hijau dan komposisi bahan *whey protein* dan CMC.

Faktor pertama adalah variasi komposisi ekstrak teh hijau yang digunakan sebagai berikut:

A1=100%

A2=75%

A3=25%

A4= 0%

Faktor kedua adalah variasi proporsi *whey protein* dan CMC sebagai berikut:

B1= 3.5:1.5

B2= 3:2

B3=2,5:2,5

Dari 2 faktor (A dan B) tersebut, maka diperoleh kombinasi perlakuan *edible plastic* konsentrasi ekstrak teh hijau dan proporsi bahan *whey protein*-CMC pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan *edible plastic* konsentrasi ekstrak teh hijau dan proporsi bahan

Konsentrasi ekstrak teh hijau	Proporsi Whey Protein : CMC		
	3.5;1.5	3:2	2.5;2.5
100%	A1B1	A1B2	A1B3
75%	A2B1	A2B2	A2B3
25%	A3B1	A3B2	A3B3
0%	A4B1	A4B2	A4B3

3.4 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik sebagai berikut:

1. Sifat Fisik meliputi:
 - a. viskositas gel (AOAC, 1970) yang dimodifikasi dan (Bourne,2002)
 - b. kadar air (Metode Oven, Sudarmadji dkk.,1986)
 - c. warna (menggunakan *Colour Reader* CR-10)
 - d. ketebalan (menggunakan *Thickness* meter Mitotulyo Tipe 7301)
 - e. kelarutan (Sothornvit *et al.*, 2003 dengan modifikasi)
2. Sifat Mekanik meliputi:
 - a. kekuatan tarik (metode standart ASTM 1981, Chang *et al.*, 2000)
 - b. perpanjangan atau persen elongasi (ASTM, 1995)
3. Penentuan formula terbaik (Metode Indesk Efektifitas) (De Garmo, *et al.*, 1994).

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Pengamatan Fisik

Sifat-sifat fisik yang digunakan sebagai parameter mutu *edible plastic* adalah ketebalan *plastic*, warna, kelarutan, kadar air dan viskositas. *Edible plastic* yang terbuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan, yaitu baik untuk melindungi produk terhadap oksigen maupun CO₂ dan lipid, serta memiliki sifat mekanis yang diinginkan, selain itu meningkatkan kesatuan struktural produk. Sedangkan kekurangannya adalah bungkus dari karbohidrat kurang bagus untuk mengatur migrasi uap air dan bungkus dari protein biasanya dipengaruhi oleh perubahan pH (Fellows, 2000).

3.5.1.1 Viskositas Gel (AOAC, 1970) yang dimodifikasi dan (Bourne,2002)

Pengukuran viskositas dengan menggunakan bola jatuh. Viskositas gel *edible film* diukur menggunakan Time Measurement Instrument yang dimodifikasi. Benda berbentuk bulat dengan berat dan diameter tertentu dijatuhkan ke dalam gel, yang sebelumnya diukur panjang mula-mula. Kemudian bola dijatuhkan dari jarak 1 cm diatas cairan, diukur waktu jatuh bola hingga ke dasar gelas ukur menggunakan stopwatch, catat waktu yang ditempuh diukur. Gel

ditempatkan pada gelas ukur dengan diameter tertentu. Tekstur dinyatakan dalam kg/mm x s.

3.5.1.2 Kadar Air (Metode Oven, Sudarmadji dkk.,1986)

Uji kadar air dilakukan sebagai berikut: botol timbang yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 1 jam dengan suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dengan tujuan menjaga kelembaban. Botol kemudian ditimbang (a gram). Kemudian sampel (edible plastic) ditimbang sebanyak 1 gram dalam botol timbang (b gram). Bahan dioven pada suhu 100-105°C selama 24 jam lalu didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang (c gram). Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

3.5.1.3 Warna (menggunakan *Colour Reader* CR-10)

Penggunaan colour reader dengan menyentuh monitor colour reader pada permukaan bahan yang kemudian alat dihidupkan. Notasi warna L menyatakan kecerahan (lightness) yang berkisar antara 0-100 dari cerah ke gelap. Intensitas warna sampel ditunjukkan oleh angka yang terbaca pada colour reader. Pengukuran dilakukan pada setiap sample edible plastic dengan lima kali ulangan lalu dilakukan penghitungan rata-rata dari data yang diperoleh, terlebih dahulu dipastikan cahaya sudah terang. Produk diketahui nilai L, a, dan b, kemudian dihitung intensitas warna dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a^* = \text{standar } a + da$$

$$b^* = \text{standar } b + db$$

$$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

dimana:

a = nilai berkisar antara -80 sampai 100 yang menunjukkan warna hijau hingga merah

b = nilai berkisar antara -80 sampai 70 yang menunjukkan warna biru hingga kuning

c = chroma, intensitas warna, $c^* = 0$, tidak berwarna, semakin besar c^* berarti intensitas semakin besar

3.5.1.4 Ketebalan (menggunakan *Thickness* meter Mitotulyo Tipe 7301)

Uji ini dilakukan dengan cara mengukur ketebalan film menggunakan *Thickness* meter, yang menggunakan sistem micrometer digital dengan akurasi 0,001mm. Pengukuran dilakukan pada tiga titik yang berbeda tiap sample dan diambil rata-ratanya.

3.5.1.5 Kelarutan (Sothornvit et al., 2003 dengan modifikasi)

Prosedur analisa kelarutan edible film sebagai berikut: Edible film dipotong dengan ukuran 4x6 cm dioven 24 jam dan ditimbang (d gram). Kemudian edible plastic direndam diwadah yang sudah berisi 35ml aquadest dan disimpan dalam suhu ruang. Setelah diendami 24 jam *edible plastic* ditiriskan menggunakan saringan dan dimasukkan ke dalam botol timbang (yang telah dikeringkan selama 1 jam dan ditimbang sebagai a gram). Selanjutnya *edible plastic* beserta botol timbang dioven selama 48 jam dengan suhu 100-105°C dan ditimbang (b gram).

$$\text{kelarutan} = \frac{d - c}{d} \times 100\%$$

$$c = b - a$$

3.5.2 Pengamatan Mekanik

Karakteristik mekanik yang diukur dan diamati dari sebuah film kemasan termasuk *edible film* adalah kuat tarik (*tensile strength*), perpanjangan atau persen pemanjangan (*elongation to break*). Parameter parameter tersebut dapat menjelaskan karakteristik mekanik dari bahan plastik yang berkaitan dengan struktur kimianya. Karakteristik mekanik menunjukkan inikasi integrasi film pada kondisi tekanan (stress) yang terjadi selama proses pembentukan film tersebut.

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah film. Parameter ini menggambarkan gaya maksimum yang terjadi pada film selama pengukuran berlangsung. Sedangkan pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus. Pada umumnya keberadaan *plastisizer* dalam proporsi lebih besar akan membuat nilai persen pemanjangan suatu film meningkat lebih besar (Fellows, 2000).

3.5.2.1 Kekuatan Tarik (metode standart ASTM 1981, Chang *et al.*,2000)

Potongan film dengan ukuran lebar 1,5 cm dan panjang 2,6 cm disimpan terlebih dahulu didalam toples yang berisi silika gel selama 1 hari. Kemudian film diukur dengan menggunakan Universal Testing Mechine (Mpa). Kecepatan penarikan 19,05 mm/menit. Kekuatan tarik ditentukan dari perbandingan kekuatan pada beban maksimum (N) dengan luas area spesimen plastik (cm₂). Besarnya kuat tarik dapat dihitung dengan rumus:

$$\sigma = F/A$$

3.5.2.2 Perpanjangan (*tensile strength*) dan Persen Elongasi (ASTM, 1995)

Untuk mengetahui *tensile strength* dan elongasi *edible plastic* dilakukan dengan menggunakan alat Imada Force Measurement tipe ZP-200N. Dengan mengikuti prosedur kerja alat maka akan didapatkan data untuk *tensile strength* dan elongasi *edible plastic*. Dari alat tersebut akan didapatkan data untuk gaya (*force*) yang diperlukan untuk memutuskan *edible plastic* dan perpanjangan edible plastic sampai *edible plastic* tersebut putus. Berikut ini adalah rumus untuk menghitung *tensile strength* dan elongasi *edible plastic*:

$$\text{Tensile strength (N/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Gaya (N)}}{\text{Satuan Luas (cm}^2\text{)}}$$

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Perpanjangan edible plastic (cm)}}{\text{Panjang awal edible plastic (cm)}} \times 100\%$$