



**SIFAT FISIK DAN MEKANIS *EDIBLE* PLASTIK DENGAN VARIASI  
PENAMBAHAN TEPUNG BIJI DURIAN DAN  
MIKROEMULSI MINYAK KELAPA - EKSTRAK TEH**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Rochima Ulva**

**NIM 151710101125**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**SIFAT FISIK DAN MEKANIS *EDIBLE* PLASTIK DENGAN VARIASI  
PENAMBAHAN TEPUNG BIJI DURIAN DAN  
MIKROEMULSI MINYAK KELAPA - EKSTRAK TEH**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**Rochima Ulva**

**NIM 151710101125**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih yang tidak terkira kepada:

1. **Allah SWT** sebagai tanda syukur atas limpahan rahmatNya yang telah memberikan kesempurnaan akal, petunjuk, serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
2. **Bapak Yuliono dan Ibu Arisah, kedua kakak, serta saudara tercinta** yang selalu memberikan dukungan berupa moril dan material selama pembuatan skripsi dan doa demi kelancaran setiap usaha yang tidak pernah putus;
3. **Bangsa dan Negara** tempat ku berpijak dan mengabdikan diri;
4. **Para pemuda** yang mempunyai cita-cita besar sebagai manusia berpendidikan yang berharap dapat memajukan bangsa ini;
5. **Guru-guruku** sedari TK Kalibendo, SDN 1 Kampunganyar, SMPN 1 Glagah, dan SMAN 1 Giri, Banyuwangi yang telah mendidiku dengan sabar;
6. **Dosen-dosen** yang telah meluangkan waktu untuk membagi ilmu dan membimbingku dengan penuh kesabaran;
7. **Almamater** Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
8. **Teman-teman THP B 2015** dan seluruh kawan seperjuangan di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

**MOTTO**

***Bersikaplah kukuh seperti batu karang yang tidak putus-putusnya dipukul ombak. Ia tidak saja tetap berdiri kukuh, bahkan ia menentramkan amarah ombak dan gelombang itu.***

*(Marcus Aurelius)*

***Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.***

*(QS. Al-Insyirah, 6-8)*

***Musuh yang paling berbahaya di atas dunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.***

*(Andrew Jackson)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rochima Ulva

NIM : 151710101125

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Sifat Fisik dan Mekanis *Edible* Plastik dengan Variasi Penambahan Tepung Biji Durian dan Mikroemulsi Minyak Kelapa - Ekstrak Teh”** adalah benar hasil karya sendiri kecuali jika dalam pengutipan disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Jember, 14 November 2019

Yang menyatakan

Rochima Ulva

NIM 151710101125

**SKRIPSI**

**SIFAT FISIK DAN MEKANIS *EDIBLE* PLASTIK DENGAN VARIASI  
PENAMBAHAN TEPUNG BIJI DURIAN DAN  
MIKROEMULSI MINYAK KELAPA - EKSTRAK TEH**

Oleh :

**Rochima Ulva**

**NIM 151710101125**

**Pembimbing :**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Triana Lindriati S.T., M.P.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.**

**PENGESAHAN**

Skripsi “Sifat Fisik dan Mekanis *Edible* Plastik dengan Variasi Penambahan Tepung Biji Durian dan Mikroemulsi Minyak Kelapa - Ekstrak Teh” Rochima Ulva dengan NIM 151710101125, telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

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

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P.  
NIP. 196507081994032002

Tim Penguji

Penguji Utama

Penguji Anggota

Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P.  
NIP. 196912121998021001

Aji Sukoco S.Pt., M.Si.  
NIP. 760018065

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

**Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP.,M.Eng**  
**NIP.196809231994031009**



## RINGKASAN

**Sifat Fisik dan Mekanis *Edible* Plastik dengan Variasi Penambahan Tepung Biji Durian dan Mikroemulsi Minyak Kelapa - Ekstrak Teh;** Rochima Ulva, 151710101125; 2019; 56 Halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penggunaan plastik sintetis yang tidak dapat diuraikan secara alami (*non-biodegradable*) memiliki dampak yang serius bagi kesehatan dan lingkungan. Penggunaan plastik sintetis dapat diminimalkan dengan alternatif bahan pengemas *edible*. *Edible* plastik merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapisan makanan yang sekaligus dapat dimakan dengan produk yang dikemas. Salah satu komponen penyusun *edible* plastik yaitu hidrokoloid seperti senyawa protein, turunan selulosa, pektin, pati, dan polisakarida lainnya. Bahan pangan yang berpotensi untuk digunakan yaitu biji durian. Tepung biji durian memiliki kandungan karbohidrat 43.6 g, protein 2.6 g, lemak 0.4 g, dan kadar air 51.5 g. Pada umumnya *edible* plastik dari pati memiliki kelemahan yaitu diantaranya mudah rusak/sobek, oleh karena itu salah satu usaha untuk meningkatkan hidropobisitas yaitu dengan mengaplikasikan teknologi mikroemulsi. Kelebihan atau keunggulan teknologi mikroemulsi antara lain dapat ditambahkan dengan senyawa-senyawa aktif yang bersifat antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung biji durian dan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible* plastik dan mengetahui pengaruh penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh terhadap sifat hidropobisitas *edible* plastik.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Faktor yang digunakan ada 2 yaitu konsentrasi cairan (air dan mikroemulsi) dan komposisi tepung (tapioka, tepung biji durian dan *Isolate Soy Protein*). Parameter yang diukur adalah ketebalan (*thicknessmeter*), kecerahan (*color reader*), perpanjangan, kenampakan permukaan dan kekuatan tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi tepung biji durian berpengaruh



nyata terhadap parameter uji ketebalan, warna, dan perpanjangan. Variasi konsentrasi mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh hijau berpengaruh nyata terhadap semua parameter uji, dan interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter uji kuat tarik, warna, dan perpanjangan.

Penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh hijau berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis pada *edible* plastik tepung biji durian seperti terjadinya penurunan nilai kuat tarik dan perpanjangan, dan meningkatnya ketebalan *edible* plastik. Sedangkan pada uji SEM, permukaan *edible* plastik dengan konsentrasi tanpa penambahan tepung biji durian dan tanpa penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh hijau lebih halus dibandingkan dengan *edible* plastik dengan konsentrasi penambahan tepung biji durian dan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh hijau.

## SUMMARY

**Physical and mechanical properties of edible plastic with addition the variations of durian seed flour and microemulsion coconut oil – tea extract;** Rochima Ulva; 151710101125; 2019; 56 Pages; Department of Agricultural Product Tecnology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The use of synthetic plastics that cannot be described naturally (non-biodegradable) has serious implications for health and the environment. The use of edible packaging materials will directly replace synthetic plastics. Edible plastic is a thin layer that functions as a food packaging or coating in which people can eat this plastic along with the product inside. One of the constituent components of edible plastic is hydrocolloid such as protein compounds, cellulose derivatives, pectin, starch, and other polysaccharides. Durian seeds have the potential to be used as a component of edible plastic. Durian seed flour contains 43.6 g of carbohydrate, 2.6 g of protein, 0.4 g of fat, and 51.5 g of water content. In general, starch-based edible plastics from having a weakness, in particular, such as being easily damaged, thereby applying microemulsion technology can create hydrophobicity of the plastic. The advantages of microemulsion technology can be incorporated with antioxidative compounds. This study aims to determine the effect of adding durian seed flour and microemulsion of coconut oil - tea extract at different proportions on the physical and mechanical properties of edible plastic and determine the effect of adding microemulsion of coconut oil - tea extract on the hydrophobicity properties of edible plastic.

The research design used was a completely randomized design (CRD). There are 2 factors used are liquid concentration (water and microemulsion) and flour composition (tapioca, durian seed flour and Isolate Soy Protein). The parameters measured are thickness, brightness, elongation, scanning electron microscopy, and tensile strength. The results showed that the variations in the concentrations of durian seed flour significantly affected the thickness, color, and elongation. The concentrations of microemulsion coconut oil – green tea extract

concentration significantly affected all parameters tested, and the interaction between the treatments significantly affected the tensile strength, color, and elongation.

The addition of microemulsion coconut oil - green tea extract affected the physical and mechanical properties of durian seed edible plastic flour such as a decrease in tensile strength and elongation value, and increased plastic edible thickness. Whereas in the SEM test, the surface of edible plastic with a concentration without the addition of durian seed flour and without the addition of microemulsion coconut oil - green tea extract was finer compared to edible plastic with the concentration of adding durian seed flour and microemulsion coconut oil - green tea extract.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sifat Fisik dan Mekanis *Edible* Plastik dengan Variasi Penambahan Tepung Biji Durian dan Mikroemulsi Minyak Kelapa - Ekstrak Teh”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari adanya kerjasama, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh sebab itu dengan segenap kerendahan hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut:

1. Bapak Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ibu Dr. Triana Lindriati S.T., M.P. selaku Dosen Pembimbing utama dan Ibu Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran;
4. Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P selaku dosen penguji utama dan Bapak Aji Sukoco S.Pt., M.Si selaku dosen penguji anggota atas kecermatan dan ketelitian sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih sempurna;
5. Bapak Mistar, Mbak Wim, Mbak Shelvy dan Mbak Ketut yang telah memberikan petunjuk penggunaan alat selama penelitian sehingga proses penelitian berjalan lebih lancar;
6. Bapak, Ibu, dua kakak tercinta dan keluarga terhebat yang tak pernah lelah mendoakan, memberikan motivasi serta dukungannya, tanpa kalian mungkin skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik di waktu yang tepat;

7. Teman seperjuangan proyek penelitian mikroemulsi M. Rizky Dwi Ihsan yang telah berbagi suka dan duka yang bermakna selama penelitian berlangsung hingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik;
8. Teman bermain “Sahabat Syurga” (Dinda, Hayu, Iklila, Mega, Doni, Naufal, Fawaid, dan Irfan) yang telah berbagi dan bersama-sama melewati suka dan duka tak terlupa dalam “rumah” dan kampus;
9. Keluarga besar THP B 2015, FTP 2015, dan teman-teman UK-PSM SC yang saling berbagi pengalaman serta memberikan motivasi untuk tetap bersemangat dalam suasana suka dan duka yang indah;
10. KKN Panji terutama KKN 134 Panji Kidul kawan seataap selama 45 hari yang telah berbagi kebersamaan dan tak lepas saling memberikan motivasi hingga usai;
11. Kawan sedari sekolah Ageliya, Khofi, Yulianita, Tika, Alfin, Reno, dan Yanuar yang tak pernah memberikan semangat yang berarti;
12. Semua pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dan mendoakan agar skripsi ini terselesaikan dengan baik.

Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dalam mengembangkan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan.

Jember, 21 November 2019

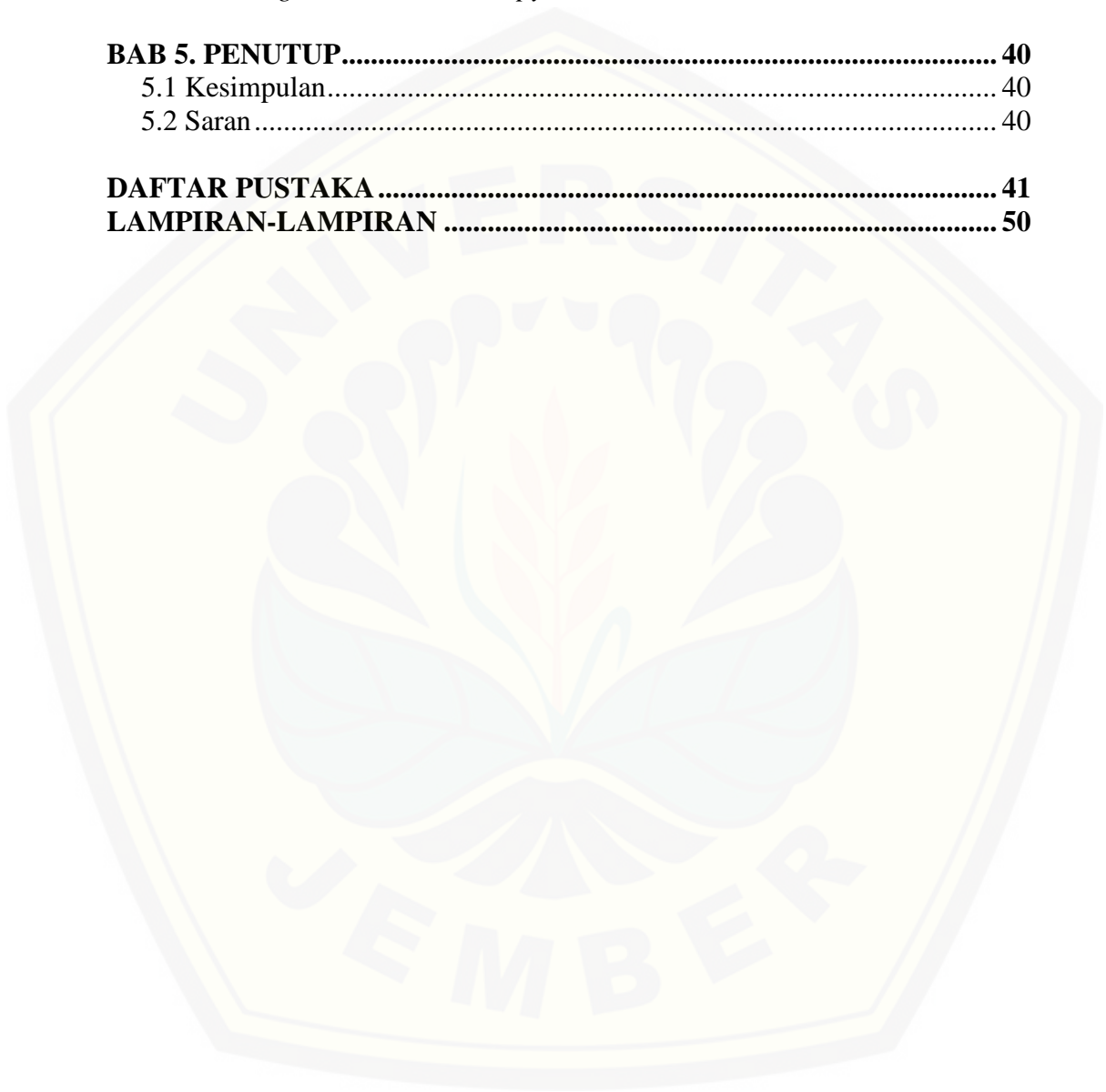
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBING .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>x</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Edible</i> plastik .....	4
2.2 mikroemulsi.....	6
2.3 biji durian .....	8
2.4 ISP ( <i>Isolate Soy Protein</i> ).....	10
2.5 Tapioka.....	11
2.6 Gliserol .....	14
2.7 Ekstrak Teh Hijau .....	15
2.8 Minyak Kelapa .....	17
<b>BAB 3 METODOLOGI PELAKSANAAN. ....</b>	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	19
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	19
3.2.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2.2 Alat Penelitian .....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Pembuatan Tepung Biji Durian.....	20
3.4.2 Pembuatan Ekstrak Teh Hijau.....	21
3.4.3 Pembuatan Mikroemulsi .....	22
3.4.4 Pembuatan <i>Edible</i> Plastik.....	23
3.5 Prosedur Analisa .....	22
3.6 Analisa Data.....	25



<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>27</b>
4.1 Ketebalan .....	27
4.2 Kuat Tarik .....	29
4.3 Perpanjangan .....	32
4.4 Warna .....	34
4.5 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	35
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	<b>50</b>





**DAFTAR TABEL**

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> komposisi kimia biji durian, biji nangka dan biji cimpedak .....	19
<b>Tabel 2.2</b> komposisi isolate protein kedelai per 28 g .....	47
<b>Tabel 2.3</b> profil asam lemak minyak kelapa.....	48
<b>Tabel 3.1</b> rasio perbedaan konsentrasi carian dan komposisi tepung.....	48

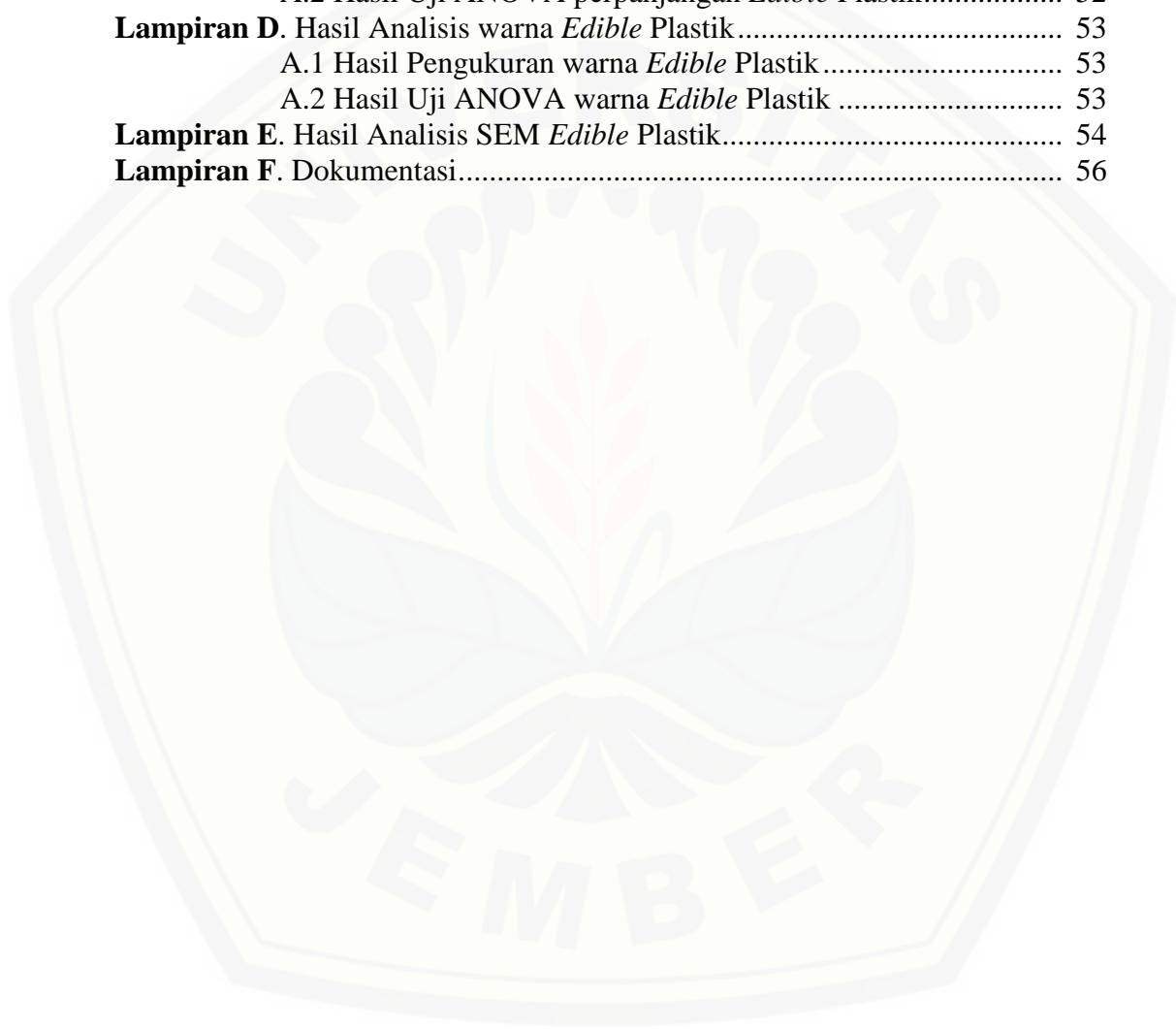


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir pembuatan tepung biji durian .....	21
<b>Gambar 3.2</b> Diagram alir pembuatan ekstrak teh hijau .....	22
<b>Gambar 3.3</b> Diagram alir pembuatan mikroemulsi .....	23
<b>Gambar 3.4</b> Diagram alir pembuatan <i>edible</i> plastik .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Nilai Ketebalan <i>Edible</i> Plastik.....	27
<b>Gambar 4.2</b> Nilai Kuat tarik <i>Edible</i> Plastik.....	30
<b>Gambar 4.3</b> Nilai Perpanjangn <i>Edible</i> Plastik.....	32
<b>Gambar 4.4</b> Nilai Warna <i>Edible</i> Plastik .....	34
<b>Gambar 4.5</b> Kenampakan permukaan <i>edible</i> plastik.....	36
<b>Gambar 4.6</b> Kenampakan permukaan <i>edible</i> plastik.....	36
<b>Gambar 4.7</b> Kenampakan permukaan <i>edible</i> plastik.....	37
<b>Gambar 4.8</b> Kenampakan permukaan <i>edible</i> plastik.....	38
<b>Gambar 4.9</b> Kenampakan permukaan <i>edible</i> plastik.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran A.</b> Hasil Analisis Ketebalan <i>Edible</i> Plastik .....	50
A.1 Hasil Pengukuran Ketebalan <i>Edible</i> Plastik .....	50
A.2 Hasil Uji ANOVA Ketebalan <i>Edible</i> Plastik .....	50
<b>Lampiran B.</b> Hasil Analisis Kuat tarik <i>Edible</i> Plastik.....	51
A.1 Hasil Pengukuran Kuat tarik <i>Edible</i> Plastik.....	51
A.2 Hasil Uji ANOVA Kuat tarik <i>Edible</i> Plastik .....	51
<b>Lampiran C.</b> Hasil Analisis perpanjangan <i>Edible</i> Plastik .....	52
A.1 Hasil Pengukuran perpanjangan <i>Edible</i> Plastik .....	52
A.2 Hasil Uji ANOVA perpanjangan <i>Edible</i> Plastik.....	52
<b>Lampiran D.</b> Hasil Analisis warna <i>Edible</i> Plastik.....	53
A.1 Hasil Pengukuran warna <i>Edible</i> Plastik.....	53
A.2 Hasil Uji ANOVA warna <i>Edible</i> Plastik .....	53
<b>Lampiran E.</b> Hasil Analisis SEM <i>Edible</i> Plastik.....	54
<b>Lampiran F.</b> Dokumentasi.....	56



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selama ini penggunaan kemasan berbahan sintetis menimbulkan masalah bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Plastik sintetis tidak dapat diuraikan secara alami (*non-biodegradable*) sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain itu, plastik sintetis jika kontak langsung dengan suhu tinggi maka akan terdekomposisi menjadi monomer-monomer yang dapat mencemari makanan, hal tersebut dapat menjadi resiko bagi kesehatan. Dampak dari penggunaan kemasan sintetis tersebut dapat diminimalkan dengan alternatif bahan pengemas *edible* (Henrique *et al.*, 2007).

*Edible* plastik dapat diproduksi dari bahan yang memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan tipis (*film forming ability*). Dalam proses pembuatannya bahan pembuat film harus terlarut dan terdispersi dalam suatu pelarut seperti air, alkohol, campuran air-alkohol, atau campuran pelarut lainnya. Pemlastis (*plasticizer*), zat antimikroba, zat warna, dan zat perasa dapat ditambahkan dalam proses pembuatannya (Bourtoom, 2008). Salah satu bahan pangan yang berpotensi untuk digunakan sebagai *edible* plastik adalah biji durian. Tepung biji durian memiliki kandungan karbohidrat 43.6 g, protein 2.6 g, lemak 0.4 g, dan kadar air 51.5 g (Direktorat gizi Departemen kesehatan RI, 2015), sehingga tepung biji durian potensi untuk dikembangkan sebagai bahan *edible* plastik. Karbohidrat dan protein merupakan bahan yang hidrofilik, oleh karena itu kekurangan *edible* plastik dari biji durian adalah mudah hancur jika tersentuh atau terkena air.

Pada umumnya *edible* plastik dari pati memiliki kelemahan yaitu diantaranya mudah rusak/sobek karena resistensinya yang rendah terhadap air dan mempunyai sifat penghalang yang rendah terhadap uap air karena sifat hidrofilik dari pati (Garcia *et al.*, 2011). Salah satu usaha untuk meningkatkan hidropobisitas yaitu dengan mengaplikasikan teknologi mikroemulsi. Menurut Bakan (1996) mikroemulsi adalah suatu sistem dispersi minyak dengan air yang distabilkan oleh lapisan antarmuka dari molekul surfaktan. Surfaktan yang digunakan dapat tunggal, campuran, atau kombinasi dengan zat tambahan lain. Kelebihan mikroemulsi dibandingkan dengan emulsi biasa, tegangan antar muka

pada mikroemulsi sangat rendah, sehingga dapat mencapai ukuran droplet sampai 100 nm dengan viskositas yang rendah. Selain itu, kelebihan atau keunggulan teknologi mikroemulsi dapat ditambahkan dengan senyawa-senyawa aktif yang bersifat antioksidan sehingga dapat meningkatkan sifat plastik yang dihasilkan. Menurut Cuppet (1994) Senyawa aktif yang bersifat antioksidan salah satunya dalam ekstrak teh hijau yaitu senyawa flavonoid. Antioksidan ini ditambahkan dalam pembuatan *edible* plastik ini untuk meningkatkan stabilitas dan menjaga nilai nutrisi dan warna dari produk pangan dengan melindungi dari ketengikan oksidatif, degradasi dan perubahan warna seperti *browning*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penambahan mikroemulsi minyak kelapa-ekstrak teh dalam pembuatan *edible* plastik dengan harapan dapat meningkatkan fungsi dalam plastik yaitu sebagai antioksidan. Namun, senyawa antioksidan seperti polifenol yang ada dalam ekstrak teh dapat berinteraksi dengan protein maupun karbohidrat yang terdapat dalam tepung biji durian akan membentuk makromolekul yang akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanis *edible* plastik. Hingga saat ini belum dijumpai penelitian aplikasi mikroemulsi dengan penambahan ekstrak teh hijau dalam pembuatan *edible* plastik yang diharapkan dapat meningkatkan hidrofobisitas dan sifat fungsionalnya. Permasalahan yang dipelajari dari penelitian ini adalah sejauh mana mikroemulsi minyak kelapa-ekstrak teh ini mempengaruhi sifat fisik dan mekanik plastik yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dipelajari perubahan sifat fisik dan mekaniknya.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh dan tepung biji durian terhadap sifat fisik dan mekanis *edible* plastik,
2. Mengetahui pengaruh penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh terhadap sifat hidropobisitas *edible* plastik.

## 1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif pengembangan produk *edible* plastik dari tepung biji durian dengan penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh dan penambahan tepung biji durian,
2. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis biji durian dalam pengembangan produk baru.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Edible* Plastik

Penggunaan *edible* plastik diperlukan untuk mengurangi terjadinya kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh plastik sintetis. Beberapa penelitian seperti menurut Kinzel (1992) menyebutkan bahwa *edible* plastik merupakan salah satu pengemas makanan yang aman untuk digunakan karena memiliki sifat *biodegradable*, memiliki sifat fisik yang bisa dibandingkan dengan plastik sintetis, dan juga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan dapat melindungi produk pangan serta mampu mempertahankan kerusakan penampakan produk karena pengaruh lingkungan. *Edible* plastik merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang sekaligus dapat dimakan dengan produk yang dikemas (Yulianti, 2012). Penambahan gliserol dan senyawa antioksidan dalam pembuatan *edible* plastik dengan harapan dapat meningkatkan fungsi dalam plastik yaitu sebagai antioksidan dan anti mikrobia. Namun, senyawa antioksidan seperti polifenol yang ada dalam ekstrak teh dapat berinteraksi dengan protein maupun karbohidrat yang terdapat dalam tepung biji durian akan membentuk makromolekul yang akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanis *edible* plastik.

*Edible* plastik didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat dimakan yang ditempatkan di atas atau diantara komponen makanan, dapat memberikan alternatif bahan pengemas yang tidak berdampak pada pencemaran lingkungan karena menggunakan bahan yang dapat diperbaharui (Bourtoom, 2007). Komponen penyusun *edible* plastik dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu; hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok antara lain senyawa protein, turunan selulosa, alginat, pektin, pati dan polisakarida lainnya. Lipida yang biasa digunakan *waxes*, asilgliserol, dan asam lemak. Sedangkan komposit merupakan gabungan lipida dengan hidrokoloid (Dohowe dan Fennema, 1994 dalam Krochta *et. al.*, 1994).

Fungsi dari *edible* plastik sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan



lemak, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif. *Edible* plastik yang terbuat dari lipida dan juga *film* dua lapis (*bilayer*) ataupun campuran yang terbuat dari lipida dan protein atau polisakarida pada umumnya baik digunakan sebagai penghambat perpindahan uap air dibandingkan dengan *edible* plastik yang terbuat dari protein dan polisakarida dikarenakan lebih bersifat hidrofobik (Lee dan Wan, 2006 dalam Hui, 2006).

Fungsi dari penampilan *edible* plastik bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya (Rodriguez, 2006 dalam Yulianti dan Ginting, 2012). Bahan polimer penyusun *edible* plastik dibagi menjadi tiga kategori yaitu hidrokoloid, lemak dan komposit yang terbuat dari hidrokoloid dan lemak. Salah satu bahan *edible* plastik dari golongan hidrokoloid adalah polisakarida yang memiliki beberapa kelebihan, diantaranya selektif terhadap oksigen dan karbondioksida, penampilan tidak berminyak dan kandungan kalorinya rendah. Diantara Jenis polisakarida, pati merupakan bahan baku yang potensial untuk pembuatan *edible* plastik dengan karakteristik fisik yang mirip dengan plastik (Yulianti dan Ginting, 2012).

Pembuatan *edible* plastik berbasis pati pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinisasi. Granula pati bersifat tidak larut dalam air dingin tetapi akan mengembang secara drastis ketika air dipanaskan. Granula pati dapat terus mengembang dan pecah sehingga tidak biasa kembali pada kondisi semula, perubahan sifat inilah yang disebut dengan gelatinasi. Suhu pada saat butir pati pecah disebut suhu gelatinasi ( $52^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ ), suhu gelatinasi atau suhu pembentukan pasta adalah suhu pada saat mulai terjadi kenaikan viskositas suspensi pati bila dipanaskan. Granula pati yang menggelembung dan membentuk pasta atau gelatin, jika suhu terus dinaikkan akan tercapai viskositas puncak dan setelah didinginkan molekul-molekul amilosa cenderung bergabung kembali yang disebut regelatinasi. Sebanyak 15-25% pati akan terlarut dalam bentuk koloid ketika campuran pati dan air dipanaskan. Bagian tersebut disebut dengan amilosa yaitu pati yang dapat larut (Koolman, 2005 dalam Wulansari, 2013). Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk *film* yang stabil (Wahyu, 2008)

## 2.2 Mikroemulsi

Mikroemulsi adalah dispersi isotropik, stabil secara termodinamis, transparan, ukuran partikel berkisar antara 5-100 nm, dan berasal dari pembentukan spontan bagian hidrofobik dan hidrofilik molekul surfaktan. Mikroemulsi tersusun atas air, minyak, dan surfaktan, kadang bersama kosurfaktan (Flanagan dan Singh 2006, Cho *et al.*, 2008). Bakan (1996) menyatakan bahwa mikroemulsi adalah suatu sistem dispersi minyak dengan air yang distabilkan oleh lapisan antarmuka dari molekul surfaktan. Surfaktan yang digunakan dapat tunggal, campuran, atau kombinasi dengan zat tambahan lain. Mikroemulsi merupakan Sifat yang mudah untuk dibuat, stabilitas yang tinggi serta kemampuannya yang baik untuk solubilisasi zat yang hidrofilik maupun lipofilik membuat mikroemulsi banyak digunakan sebagai suatu bentuk sistem penghantaran obat (Heuschkel, 2008).

Emulsi dapat dibedakan menjadi emulsi konvensional, mikroemulsi dan nanoemulsi berdasarkan ukuran partikel fase terdispersi, stabilitas dan kenampakannya. Emulsi konvensional memiliki ukuran partikel yang lebih besar, yaitu  $\leq 100$  nm, mikroemulsi dan nanoemulsi yang memiliki ukuran partikel sangat halus, yaitu  $< 25$  nm untuk mikroemulsi dan  $< 100$  nm untuk nanoemulsi (Rao and McClements, 2011b; Ziani *et al.*, 2012). Emulsi konvensional dan nanoemulsi stabil secara kinetika (*kinetically stable*), mikroemulsi stabil secara termodinamika (*thermodynamically stable*) (Anton and Vandamme, 2011; Mason *et al.*, 2006; McClements, 2010). Emulsi konvensional memiliki kenampakan keruh atau tidak tembus cahaya (buram), mikroemulsi kenampakannya jernih (transparan), sedangkan nanoemulsi kenampakannya cenderung transparan atau sedikit keruh (McClements dan Rao, 2011).

Mikroemulsi memiliki kelebihan dibandingkan dengan emulsi biasa, tegangan antar muka pada mikroemulsi sangat rendah, sehingga dapat mencapai ukuran droplet sampai 100 nm dengan viskositas yang rendah. Hal tersebut dapat dicapai dengan pemakaian surfaktan pada tingkatan menengah sampai tinggi. Ukuran droplet mikroemulsi sekitar 100 nm, jauh lebih kecil dari panjang gelombang sinar tampak, droplet tersebut tidak bisa menghasilkan refleksi

individu, sehingga kenampakan mikroemulsi menjadi transparan (Goodwin, 2004).

Stabilitas dan ukuran partikel merupakan perbedaan dasar antara mikroemulsi dengan emulsi. Mikroemulsi stabil secara termodinamika sedangkan emulsi stabil secara kinetik. Penambahan zat ko-surfaktan dan pemberian suhu dapat mempengaruhi stabilitas mikroemulsi. Mikroemulsi berupa droplet yang seragam dari air dalam minyak (W/O) atau minyak dalam air (O/W), bergantung pada sifat alamiah dari surfaktan. Mikroemulsi terbentuk karena meningkatnya energi bebas sistem, sehingga menurunkan tagangan antar muka sampai pada level yang sangat rendah ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$  mN/m) (Bidyut *et al.*, 2001).

Secara struktural, mikroemulsi terbagi menjadi mikroemulsi minyak dalam air (O/W), mikroemulsi air dalam minyak (W/O) dan mikroemulsi bi-kontinyu. Pada mikroemulsi air dalam minyak (W/O), terbentuk ketika droplet air terdispersi secara kontinyu pada fase minyak, sedangkan mikroemulsi minyak dalam air (O/W) ketika droplet minyak terdispersi secara kontinyu pada fase air. Apabila air dan minyak berada pada jumlah yang seimbang, maka sistem tersebut dinamakan mikroemulsi bi-kontinyu (Hellweg, 2002). Perbedaan struktur dari mikroemulsi ditentukan berdasarkan proporsi dan komponen pencampuran minyak-air dan surfaktan (Muzaffar *et al.*, 2013).

Surfaktan merupakan suatu molekul yang memiliki dua bagian yang berbeda afinitasnya terhadap pelarut yaitu gugus lipofilik dan gugus hidrofilik sehingga dapat mencampurkan kedua bahan yang berbeda kepolarannya seperti minyak dan air. Bagian hidrofilik merupakan gugus polar, ion atau gugus larut air. Sedangkan bagian hidrofobik merupakan rantai panjang hidrokarbon teroksigenasi atau terhalogenasi yang mempunyai afinitas terhadap pelarut non polar. Dengan demikian, surfaktan disebut memiliki sifat amfifilik karena memiliki afinitas tertentu terhadap berbagai jenis pelarut polar maupun non polar (Holmberg *et al.*, 2004).

Beberapa surfaktan yang digunakan dalam pembuatan mikroemulsi yaitu tween 80 dan Lesitin. Tween 80 dengan rumus molekul  $C_{64}H_{124}O_{26}$  merupakan ester asam lemak polioksietilen sorbitan. Tween 80 memiliki kenampakan fisik

berupa cairan kental berwarna kuning (Rowe *et al.*, 2009). Tween 80 berwujud cair pada suhu 25°C, berminyak dan berwarna kekuningan, memiliki rasa pahit dan aroma yang khas. Tween 80 tidak larut dalam minyak mineral namun larut dalam air dan etanol. Tween 80 dapat digunakan sebagai emulgator, peningkat kelarutan dan zat pembasah (Rowe *et al.*, 2009). Lesitin merupakan campuran fosfatida dan senyawa-senyawa lain berupa fosfatidil inositol, fosfatidil etanolain, fosfatidil kolin dan komponen lain yang merupakan senyawa-senyawa lemak. Lesitin kasar umumnya diperoleh dari kuning telur dan kedelai. Lesitin biasanya digunakan sebagai salah satu emulsifier yang berperan aktif dalam menurunkan tegangan antar muka emulsi (Nasution *et al.*, 2004). Selain itu, lesitin juga dapat diperoleh dari isolasi otak, jantung, dan hati sapi. Lesitin merupakan pengemulsi alami dengan nilai HLB 4 (Widiatmoko dan Hartomo, 1993). Winarno (1997) menyebutkan bahwa lesitin mempunyai bagian yang larut dalam minyak dan mempunyai bagian yang mengandung  $\text{PO}_4^{3-}$  (polar) yang larut dalam air.

HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance) merupakan angka yang menunjukkan perbandingan gugus hidrofilik dan lipofilik pada surfaktan. Konsep HLB untuk surfaktan non ionic pertama kali ditemukan oleh Griffin. Griffin memasukkan surfaktan ke dalam harga bilangan tanpa dimensi dengan perbandingan gugus hidrofilik dan lipofilik sehingga terbentuk angka HLB yang merupakan keseimbangan hidrofilik-lipofilik dari kekuatan gugus-gugusnya. Semakin tinggi angka HLB suatu surfaktan maka sifat surfaktan tersebut semakin polar, begitupun sebaliknya (Martin *et al.*, 1993).

### 2.3 Biji Durian

Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti bahan makanan atau bahan baku pengisi farmasetik, contohnya seperti pati biji durian diketahui dapat digunakan sebagai bahan pengikat dalam formulasi tablet ketoprofen (Hutapea, 2010). Menurut Winarti (2006) menyebutkan bahwa biji durian, bila ditinjau dari komposisi kimianya, cukup berpotensi sebagai sumber gizi, yaitu mengandung protein 9,79%, karbohidrat 30%, kalsium 0,27% dan fosfor 0,9%. Biji durian juga banyak



mengandung zat-zat gizi seperti lemak, protein, karbohidrat dan lain-lain, untuk memperjelas zat yang dikandung oleh biji durian dapat dilihat komposisi kimia biji durian pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi kimia biji durian, biji nangka dan biji cimpedak

<b>komponen</b>	<b>Biji durian</b>	<b>Biji nangka</b>	<b>Biji cimpedak</b>
Kadar air	51.5 g	70 g	67.0 g
Lemak	0.4 g	0.1 g	0.4 g
Protein	2.6 g	4.2 g	3.0 g
Karbohidrat	43.6 g	36.7 g	28.6 g
Serat kasar	-	-	-
Nitrogen	-	-	-
Abu	1.9 g	1.0 g	-
Kalsium	17 mg	33 mg	20 mg
Fosfor	68 mg	1.0 mg	30 mg
Zat Besi (Fe)	1.0 mg	200 mg	1.5 mg
Vitamin B1	0.1 mg	0.20 mg	0
Vitamin C	53.0 mg	10.0 mg	15 mg
Vitamin A	175.0 mg	33.0 mg	200 mg
Sodium	3 mg	-	-
Potassium	962 mg	-	-
Beta karoten	250 µg	-	-
Riboflavin	0.05 mg	-	-
Thiamin	-	-	-
Niasin	0.9 mg	0.89 – 0.9 mg	-

Sumber: Direktorat gizi Departemen kesehatan RI, 2015

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus. Tepung bisa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung, atau hewani misalnya tepung tulang dan tepung ikan (Hutapea, 2010). Tepung biji durian adalah tepung yang berasal dari biji durian melalui proses penyortiran, pencucian, pengupasan, pemblansingan, perendaman, pengirisan, pengeringan, dan penepungan.

Pada pembuatan tepung, seluruh komponen yang terkandung di dalam bahan pangan dipertahankan keberadaannya, kecuali air. Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis (Hutapea, 2010).

#### 2.4 Isolate Soy Protein (ISP)

Kacang kedelai (*soybean*) merupakan sumber protein nabati yang paling digemari. Hal ini disebabkan oleh kandungan proteinnya yang tinggi, namun harganya lebih terjangkau. Kedelai juga mempunyai manfaat bagi orang yang memiliki *lactose intolerance* atau alergi terhadap susu sapi. Selain itu, kacang kedelai juga mengandung antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Yuwono *et al.*, 2010). Protein kedelai adalah protein nabati lengkap yang berkualitas karena berisi semua asam amino esensial, cocok dijadikan sebagai sumber protein dan alternatif produk hewani untuk vegetarian murni atau untuk yang menderita alergi laktosa (Koswara, 2006).

Isolat protein kedelai / *Isolate Soy Protein* (ISP) merupakan hasil ekstraksi kedelai yang paling murni dibandingkan tepung atau konsentrat protein kedelai. Kandungan protein minimum pada ISP sebesar 95% sehingga hampir bebas dari karbohidrat, serat dan lemak. Kadar protein yang lebih murni menyebabkan sifat fungsional ISP lebih baik daripada tepung atau konsentrat protein kedelai (Koswara, 1995). Isolat protein kedelai banyak digunakan sebagai bahan pengikat pada produk pangan karena sifat fungsional yang dimilikinya. Isolate protein kedelai memiliki daya ikat air dan lemak yang baik. Selain itu, isolate protein kedelai juga memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk gel (Berghout, Boom & Goot, 2015 dalam Z.-L. Kang *et al.*, 2016)

Isolat protein kedelai cukup kaya nutrisi sehingga banyak digunakan untuk meningkatkan nilai nutrisi berbagai jenis pangan. Berdasarkan konsentrasi protein yang terdapat dalam pekatan kedelai, terdapat tiga tingkatan kedelai yaitu tepung, konsentrat, dan isolat kedelai. Kandungan tepung pada bungkil kedelai mengandung 40 - 62,5% protein. Kadar protein meningkat dari tepung ke konsentrat dan ke isolat, masing-masing 56%, 72%, dan 96%. Kadar karbohidrat sebaliknya turun dari 33,5% menjadi 7,5% dan 0,3%. Adanya pemanasan akan menginaktivasi antitripsin dan enzim lipoksigenase sehingga menghasilkan tepung atau bubuk isolat protein kedelai yang bergizi tinggi dan bau langunya hilang (Liu dan Tang 2014; Wu, *et al.*, 2014).

Hal yang diinginkan dari konsentrat dan isolat protein kedelai adalah sifat fungsional proteinnya. Sifat ini menentukan pemakaian atau fungsi produk tersebut dalam berbagai produk makanan (Messina dan Redmond, 2006). Komposisi isolat protein kedelai per 28 g dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi isolat protein kedelai per 28 g

Komponen	Komposisi
Protein (g)	25
Lemak total (g)	1
Lemak jenuh (g)	0
Lemak trans (g)	0
Kolesterol (mg)	0
Karbohidrat total (g)	0
Serat (g)	0
Gula (g)	0
Natrium (mg)	300
Kalium (mg)	30

Sumber: Puritan's Pride (2014)

Isolat protein kedelai memiliki beberapa fungsi dalam olahan daging seperti penyerapan dan pengikat lemak, pengikatan flavor, pembentuk dan menstabilkan emulsi lemak, dan membuat ikatan disulfida. Hal ini berkaitan dengan kuantitas air yang terikat bersama dengan protein dalam emulsi produk. Jumlah protein yang ditambahkan akan berdampak pada jumlah air yang terikat dalam matriks protein-air atau matriks emulsi yang ditandai dengan peningkatan nilai water holding capacity (Bahnol dan El-Alem, 2004).

## 2.5 Tapioka

Tapioka adalah pati yang diperoleh dari ubi kayu setelah melalui proses pengupasan, pencucian, penghancuran/ekstraksi, pengendapan dan pengeringan. Tapioka dalam industri makanan selain digunakan sebagai sumber karbohidrat juga sebagai bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengental, bahan pengisi, dan penstabil makanan (Radiyah dan Augusto, 1990).

Pati merupakan polimer dengan berat molekul besar terdiri dari gugus *anhydroglucose* yang dihubungkan dengan ikatan *alpha-D glycoside*. Polimer utama yang menyusun pati adalah amilosa dan amilopektin. Pati banyak digunakan sebagai bahan dasar berbagai produk makanan karena harganya murah



dan sumber daya yang dapat diperbarui. Tapioka adalah pati yang diperoleh dari ubi kayu setelah melalui tahapan pengolahan seperti pengupasan, pencucian, penghancuran, pengendapan, dan pengeringan. Tapioka dalam industri makanan selain digunakan sebagai sumber karbohidrat juga sebagai bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengental, bahan pengisi, dan penstabil makanan (Radiyah dan Augusto, 1990).

Granula pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak terlarut disebut amilopektin (Winarno, 2002). Amilosa memiliki kemampuan membentuk Kristal karena struktur rantai polimernya yang sederhana. Struktur sederhana ini dapat membentuk interaksi molekular yang kuat dan terjadi pada gugus hidroksil molekul amilosa. Amilopektin juga dapat membentuk Kristal, tetapi tidak sereaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya Kristal (Taggart, 2004).

Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati ketika dipanaskan dalam media air (Pomeranz, 1991). Menurut Huang dan Rooney (2001) gelatinisasi diawali dengan pembengkakan granula, bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali), dipengaruhi oleh suhu dan kadar air, menghasilkan peningkatan viskositas, serta dipengaruhi oleh kondisi pemanasan dan tipe granula pati. Moorthy (2004) menyatakan bahwa gelatinisasi merupakan fenomena kompleks yang bergantung dari ukuran granula, persentase amilosa, bobot molekul, dan derajat kristalisasi dari molekul pati di dalam granula. Pada umumnya granula yang kecil membentuk gel lebih lambat sehingga mempunyai suhu gelatinisasi yang lebih tinggi daripada granula yang besar. Makin besar bobot molekul dan derajat kristalisasi dari granula pati, pembentukkan gel semakin lambat. Proses gelatinisasi melibatkan peristiwa-peristiwa sebagai berikut: (1) hidrasi dan *swelling* (pembangunan) granula; (2) hilangnya sifat *birefringent*; (3) peningkatan kejernihan; (4) peningkatan konsistensi dan pencapaian viskositas puncak; (5) pemutusan molekul-molekul linier dan penyebarannya dari granula yang telah pecah.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses gelatinisasi pati diantaranya yaitu konsentrasi larutan pati, pH, dan karakteristik granula pati. Menurut Winarno (2002), Makin kental larutan, suhu gelatinisasi makin sulit tercapai dan bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel semakin cepat tercapai tetapi cepat turun lagi. Pembentukan gel optimum pada pH 4-7. Selain itu, penambahan gula juga berpengaruh terhadap kekentalan gel yang terbentuk. Gula akan menurunkan kekentalan, hal ini disebabkan karena gula dapat mengikat air, sehingga pembengkakan butir-butir pati menjadi lebih lambat, akibatnya suhu gelatinisasi akan lebih tinggi. Adanya gula akan menyebabkan gel lebih tahan terhadap kerusakan mekanik. Sedangkan Charles *et al.*, (2005) melaporkan bahwa suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh kadar amilosa.

Pati singkong atau tapioka memiliki suhu gelatinisasi yang sangat rendah, lebih rendah dari pati umbi-umbian yang lain maupun pati sereal. Menurut Grosch dan Belitz (1987), pati dari akar dan umbi lebih mudah dan cepat mengembang dibandingkan dengan pati sereal karena pati sereal strukturnya lebih kompak. Suhu gelatinisasi tapioka berada pada kisaran 52-64°C. Sedangkan Wurzburg (1989) melaporkan bahwa suhu gelatinisasi tapioka berkisar antara 58.5-70°C.

Menurut Rodriguez *et al.*, (2006) bahwa bahan yang mempunyai amilosa tinggi dapat dibuat *edible film*. Amilosa umumnya digunakan untuk membuat film dan gel yang kuat. Garcia *et al.*, (2000) melaporkan bahwa kandungan amilosa yang tinggi akan membuat film menjadi lebih kompak karena amilosa bertanggung jawab terhadap pembentukan matriks film. Menurut Krochta dan Johnston (1997), amilosa adalah fraksi yang berperan dalam pembentukan gel serta dapat menghasilkan lapisan tipis (film) yang baik dibandingkan amilopektin.

*Edible film* berbasis pati mempunyai kelemahan, yaitu resistensinya terhadap air rendah dan sifat penghalang terhadap uap air juga rendah karena sifat hidrofilik pati dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat mekanisnya (Garcia *et al.*, 2011 dalam Winarti *et al.*, 2012). Rendahnya stabilitas film akan memperpendek daya simpan sehingga kurang optimal karena uap air dan mikroba yang masuk melalui film akan merusak bahan pangan. Pada umumnya pati merupakan salah satu senyawa yang bersifat hidrokoloid yang biasa digunakan sebagai bahan dasar

pembuatan *edible film*. *Edible film* yang terbuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan, diantaranya untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid, serta memiliki sifat mekanis sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan kekurangannya yaitu *film* dari pati kurang baik dalam hal *barrier* (penghalang) terhadap migrasi uap air (Doonhowe dan Fennema, 1994 dalam Fatimah, 2013).

## 2.6 Gliserol

Gliserol adalah produk samping produksi biodiesel dari reaksi transesterifikasi dan merupakan senyawa alkohol dengan gugus hidroksil berjumlah tiga buah. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro dan Rossi, 2008). Gliserol adalah *plasticizer* yang bersifat hidrofilik yang relatif kecil dan mudah disisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogel dengan gugus amida dan protein gluten (Cao *et al.*, 2007). *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Syarat *plasticizer* yang digunakan sebagai zat pelembut adalah stabil (*inert*), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi. Salah satu jenis *plasticizer* yang banyak digunakan selama ini adalah gliserol. Gliserol cukup efektif digunakan untuk meningkatkan sifat plastis *film* karena memiliki berat molekul yang kecil (Huri dan Fitri, 2014). Gliserol merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju transmisi uap air karena gliserol merupakan *plasticizer* yang dapat membuat plastik yang dihasilkan menjadi lebih halus dan lebih luwes. Apabila laju transmisi uap air tinggi maka dapat mempengaruhi struktur air dalam *edible* plastik sifatnya menjadi menurun dikarenakan ikatan hidrofilik antara kedua bahan *edible* plastik yang tidak mampu menyatu satu sama lain.

Gliserol yang diizinkan untuk ditambahkan ke dalam bahan makanan adalah dengan konsentrasi maksimal 10 mg/m<sup>3</sup>. Berdasarkan data *Material Safety Data Sheet* (MSDS). Penambahan gliserol yang berlebihan akan menyebabkan rasa

manis-pahit pada bahan. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* pada *edible* plastik akan menghasilkan plastik yang lebih fleksibel dan halus, selain itu gliserol dapat meningkatkan permeabilitas plastik terhadap gas, uap air, dan zat terlarut (Winarno, 1995 dalam Khotimah, 2006). Penambahan gliserol pada *edible* plastik sangat berpengaruh terhadap bahan baku yang digunakan seperti pati. Dibandingkan dari pelarut seperti sorbitol, gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan plastik dan terlarut dalam air (hidrofilik). Selain itu, gliserol adalah bahan organik dengan berat molekul rendah sehingga pada penambahan bahan baku dapat menurunkan kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas pada *edible* plastik (Coniwanti, 2014).

Menurut Marseno (2000), penambahan gliserol pada matriks plastik sangat diperlukan karena gliserol mempunyai kemampuan mengurangi ikatan hidrogen pada matrik ikatan intramolekuler. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas *edible* plastik karena dapat menurunkan kohesi *edible* plastik, tetapi penambahan gliserol dapat meningkatkan permeabilitas uap air *edible* plastik (Perez-Gago dan Krochta, 1999).

## 2.7 Ekstrak Teh Hijau

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan salah satu bahan minuman yang digemari masyarakat Indonesia dan dapat diolah menjadi produk bernilai tinggi yang berkhasiat mengurangi beberapa penyakit (Kamaluddin *et al.*, 2014). Teh hijau merupakan salah satu jenis minuman teh. Namun, pada teh hijau tidak dilakukan proses fermentasi sehingga kandungan senyawa kimia terutama kandungan polifenolnya lebih tinggi dari pada jenis teh lainnya seperti teh hitam dan teh oolong (Andriani *et al.*, 2012). Senyawa utama yang dikandung teh adalah katekin, yaitu suatu turunan tanin yang terkondensasi yang juga dikenal sebagai senyawa polifenol karena banyaknya gugus fungsi hidroksil yang dimilikinya. Selain itu teh juga mengandung alkaloid kafein yang bersama sama dengan polifenol teh akan membentuk rasa yang menyegarkan. Beberapa vitamin yang dikandung teh diantaranya adalah vitamin C, vitamin B, dan vitamin A yang walaupun diduga keras akan menurun aktivitasnya akibat pengolahan, namun



masih dapat dimanfaatkan oleh peminumnya. Beberapa jenis mineral juga terkandung dalam teh, terutama fluorida yang dapat memperkuat struktur gigi (Kustamiyati, 2006).

Teh hijau telah dikenal sebagai minuman yang bermanfaat untuk kesehatan karena sumber antioksidan potensial yang terdapat didalamnya. Komponen polifenol teh terdiri dari empat senyawa penyusun berupa senyawa flavanoid, senyawa flavanol, senyawa flavandiol dan asam fenolat. Kelompok Flavanoid dikenal sebagai katekin yang berhubungan erat dengan pembentukan aroma, warna dan rasa pada teh sehingga teh hijau memiliki sifat tidak berwarna hingga kekuningan, berasa pahit dan sepat serta larut dalam air (Andriani *et al.*, 2012). Sulistyó *et al.*, (2003) menambahkan bahwa daun teh mengandung senyawa antioksidan yang disebut EGCG (*epigallocatecin-gallate*) dan senyawa katekin lainnya (Sulistyó *at al*, 2003). Tanpa adanya fermentasi maka senyawa tersebut tidak teroksidasi (Septianingrum *at al*, 2009).

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah, memperlambat, dan menunda proses oksidasi lipid karena kemampuannya untuk menangkap radikal bebas (Prakash, 2001). Mekanisme kerja antioksidan ada empat yaitu 1) mengikat *reactive oxygen species* (ROS) dan radikal nitrogen bebas, 2) metabolisme peroksida lipid menjadi produk non radikal, 3) mengkelat ion logam, dan 4) mereduksi potensial oksidasi suatu molekul. Konsumsi antioksidan dapat mencegah stress oksidatif dan kerusakan sel yang dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti stroke dan penyakit neurodegeneratif (Septianingrum *et al.*, 2009). Antioksidan dapat ditambahkan pada *edible* plastik untuk meningkatkan stabilitas dan mempertahankan nutrisi produk pangan dengan melindungi produk dari ketengikan oksidatif, degradasi dan diskolorasi. Teh hijau sebagai sumber antioksidan telah banyak diaplikasikan pada beberapa produk pangan diantaranya pada *edible film* (Lindriati *et al.*, 2015) yang menambahkan ekstrak teh hijau untuk menambah nilai fungsional dari *edible film* sehingga film dapat melindungi makanan dari ketengikan dan perubahan warna.

## 2.8 Minyak Kelapa

Minyak kelapa merupakan produk yang dihasilkan dari kopra yang diolah dengan cara kering (*dry coconut process*) maupun langsung dari kelapa segar dengan cara basah (*wet coconut process*). Pengolahan cara kering yaitu minyak diperoleh dengan pengepresan atau menggunakan pelarut (Hui, 1996). Perbedaan utama antara kedua proses tersebut yaitu minyak yang dihasilkan dari pengolahan cara kering dengan bahan baku kopra belum siap dikonsumsi, karena minyak yang dihasilkan masih dalam bentuk minyak kelapa kasar (*crude coconut oil*, CCO). Minyak kelapa kasar memiliki kadar asam lemak bebas yang masih relatif tinggi. Minyak kelapa kasar agar layak dikonsumsi masih harus melalui beberapa tahap proses antara lain: *refining*, *bleaching* dan *deodorizing* (Hui, 1996).

Minyak kelapa memiliki karakteristik yang berbeda dengan minyak lain. Perbedaannya terletak pada kandungan asam lemak, minyak kelapa mengandung rantai lemak rantai medium yang relatif banyak mencapai 61,93%. Asam laurat (C12:0) merupakan asam lemak dominan dalam minyak kelapa yaitu sebesar 48,24% (Karouw *et al.*, 2013). Kandungan asam lemak pada minyak kelapa disajikan pada tabel 2.7

**Tabel 2.7** profil asam lemak minyak kelapa

Asam lemak	Rumus struktur	Jumlah (%) <sup>1</sup>	Titik cair (°C) <sup>2</sup>
Asam kapilarat	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	7,41	16
Asam kaprat	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> COOH	6,28	31,5
Asam laurat	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	48,24	44-48
Asam miristat	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	19,26	57-58
Asam palmitat	C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH	9,29	63-64
Asam stearat	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	2,44	70-71
Asam oleat	C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	5,83	16,3
Asam linoleat	C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH	1,26	-9,5

Sumber: <sup>1</sup>Karouw *et al.*, (2013) dan <sup>2</sup>Santoso (1996)

Minyak kelapa atau minyak nabati memiliki sifat dan ciri tersendiri yang sangat ditentukan oleh struktur asam lemak pada rangkaian trigliseridanya. Proses pembentukannya trigliserida merupakan hasil proses kondensasi satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam-asam lemak (umumnya ketiga asam-asam lemak berbeda-beda) yang membentuk satu molekul trigliserida dan tiga molekul air (Sudarmadji *et al.*, 1989).



Asam laurat dalam tubuh akan diubah menjadi monolaurin. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa monolaurin bersifat antivirus, antibakteri dan antijamur. Asam laurat terbukti secara *in vitro* dan *in vivo* dapat digunakan sebagai antibiotik alami pada kulit yang terinfeksi *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Asam laurat memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Listeria monocytogenes* (Wang dan Johnson, 1992).



## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia hasil pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, dan Laboratorium *Engineering* Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada Juli 2018 – Mei 2019.

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Biji Durian yang diperoleh dari tempat penjualan bibit pohon Durian di Banyuwangi, Teh hijau celup (dengan merk Sosro), minyak kelapa, ISP (*Isolate Soy Protein*), dan tapioka. Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu lesitin, gliserol, dan tween 80.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, baskom, Loyang, Ayakan tyler 60 dan 80 mesh (ASTME-11), *beaker glass*, gelas ukur, oven pengering (*Regulating oven*, Selecta), petri dish, spatula, kain saring, pipet, thermometer, kipas angin (maspion), lemari pendingin, timbangan elektronik (Analytical Plus 310, Chaus), *Universal Testing Machine* (Shimadzu 347), *hot plate magnetic stirrer*, *thicknessmeter*, *Scanning Electron Microscopy* (JEOL JSM 5310 LV scanning microscope), dan *colour reader* (Minolta).

### 3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Faktor yang digunakan ada 2 yaitu komposisi cairan (air dan mikroemulsi) dan komposisi tepung (tapioka, tepung biji durian dan *Isolate Soy Protein*). Parameter yang diukur adalah ketebalan (*thicknessmeter*), kecerahan (*color reader*), perpanjangan, kenampakan permukaan dan kekuatan tarik. Setiap jenis perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama (A) adalah variasi komposisi

air dan mikroemulsi yang digunakan dan faktor kedua (B) adalah variasi komposisi Tapioka, ISP, dan tepung biji durian. Kombinasi perlakuan *edible* plastik dengan variasi komposisi cairan dan komposisi tepung dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Kombinasi perlakuan *edible* plastik dengan variasi komposisi cairan dan komposisi tepung

Faktor A	Faktor B (gram)		
	5 : 2 : 0	4 : 2 : 1	3 : 2 : 2
100% : 0%	A1B1	A1B2	A1B3
90% : 10%	A2B1	A2B2	A2B3
80% : 20%	A3B1	A3B2	A3B3
70% : 30%	A4B1	A4B2	A4B3

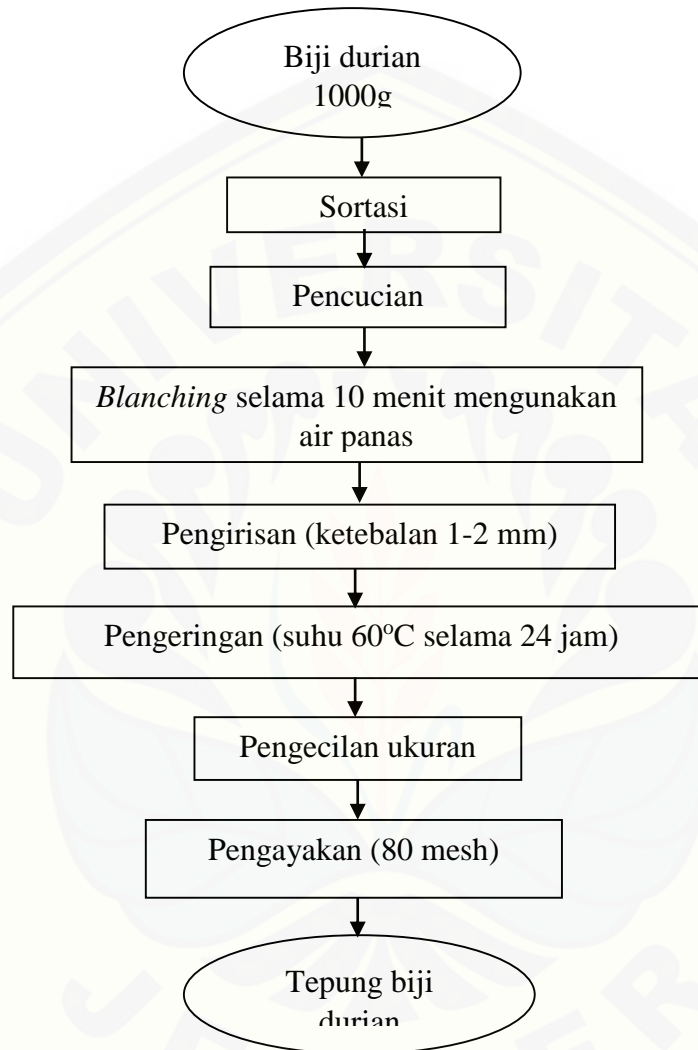
### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu pembuatan tepung biji durian, pembuatan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh dan pembuatan *edible* plastik biji durian.

#### 3.4.1 Pembuatan tepung biji durian

Pembuatan tepung biji durian diawali dengan pemilihan biji durian yang dalam keadaan baik, tidak terserang hama, dan berukuran besar. Biji durian yang dalam keadaan baik kemudian dicuci berulang kali untuk menghilangkan kotoran yang masih melekat pada biji durian. Setelah itu dilakukan proses *blanching* yaitu proses pencelupan pada air panas selama 10 menit. Fungsi dari dilakukannya *blanching* yaitu untuk inaktivasi enzim-enzim yang dapat menyebabkan degradasi warna, penghasil getah dan pengempukkan tekstur pada biji durian. Kemudian biji durian dilakukan pengecilan ukuran dengan cara pengirisan dengan ketebalan 1-2 mm dengan menggunakan pisau yang bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Biji durian yang telah diiris tipis kemudian dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 24 jam yang bertujuan untuk mempermudah dalam proses penepungan. Selain itu, tujuan pengeringan yaitu untuk mengurangi kadar air pada bahan agar mikroba penyebab penyakit tidak dapat hidup, sehingga bahan pangan menjadi awet dan tahan lama. Irisan biji durian kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender untuk

memperkecil ukuran partikel hingga menjadi bubuk halus/tepung. Kemudian dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh sehingga dihasilkan tepung biji durian. Proses pembuatan tepung biji durian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

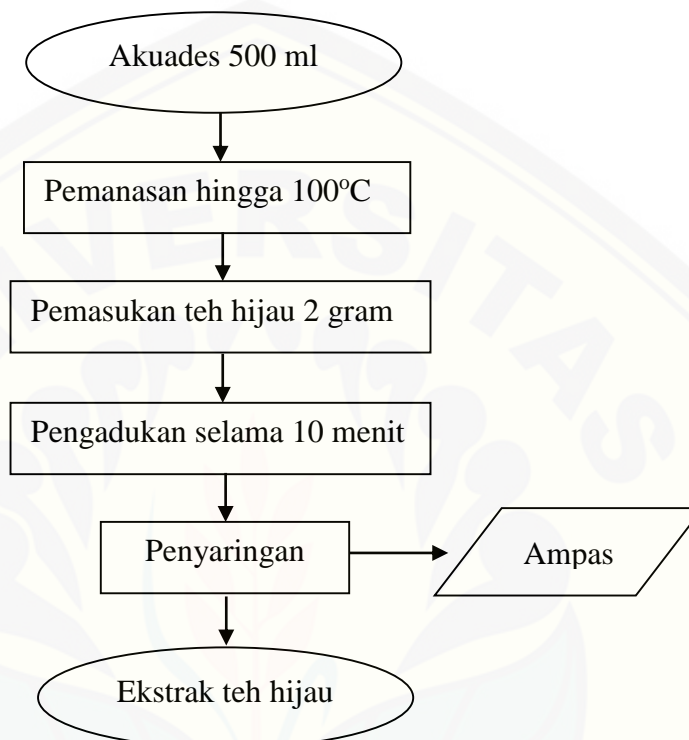


**Gambar 3.1** Diagram alir pembuatan tepung biji durian

#### 3.4.2 Pembuatan Ekstrak Teh Hijau

Pembuatan ekstrak teh hijau diawali dengan pemanasan akuades sebanyak 500 ml hingga mencapai suhu 100°C. Teh hijau ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan pada akuades yang telah mencapai suhu 100°C disertai dengan pengadukan selama 10 menit untuk memaksimalkan hasil ekstrak. Setelah

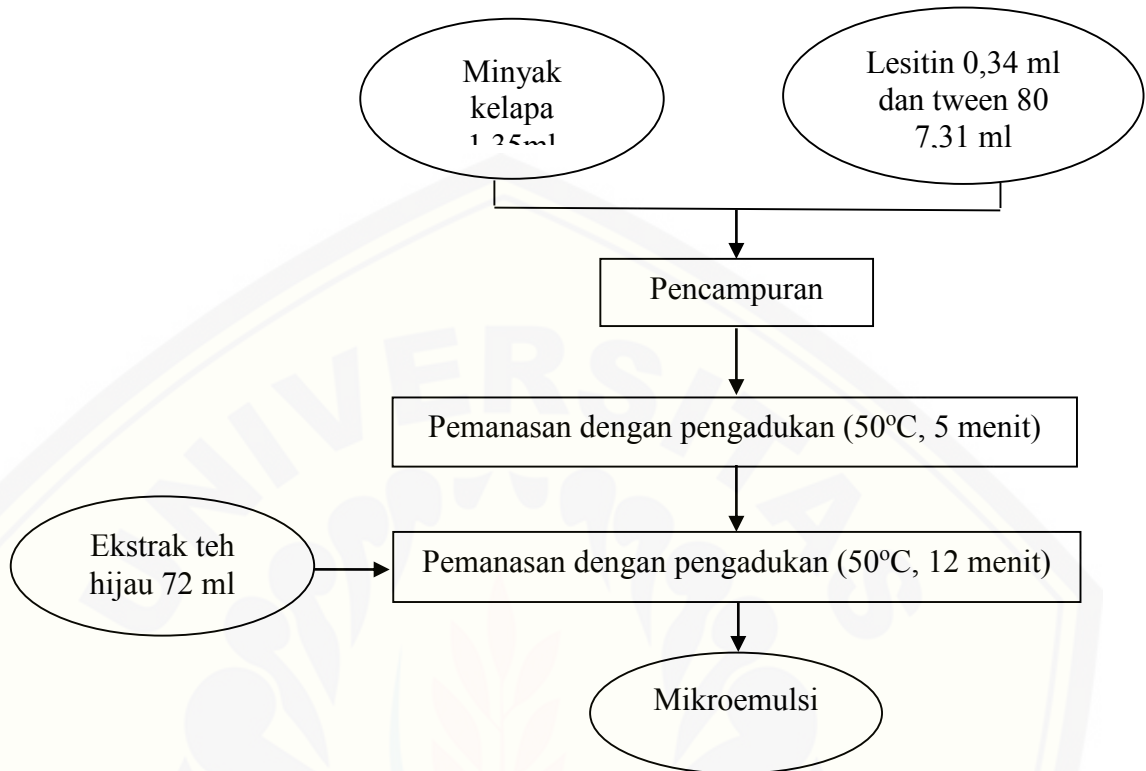
10 menit, campuran teh hijau dan akuades tersebut diangkat dari *hot plate* dan didiamkan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya, disaring menggunakan kain saring hingga didapatkan hasil ekstrak teh hijau. Proses pembuatan ekstrak teh hijau dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Teh Hijau

#### 3.4.3 Pembuatan Mikroemulsi

Pembuatan mikroemulsi mengacu pada penelitian Akroman (2016) dan Rahayu (2016) dengan modifikasi. Pembuatan mikroemulsi diawali dengan mencampurkan minyak kelapa sebanyak 1,35 gram dengan Lesitin sebanyak 0,34 gram dan tween 7,31 gram. Setelah dilakukan pencampuran kemudian dilakukan pemanasan dengan suhu 50°C dan pengadukan dengan menggunakan *hotplate magnetic stirrer* selama 5 menit. Kemudian dilakukan penambahan ekstrak teh hijau sedikit demi sedikit sebanyak 72 gram dengan lama waktu pemanasan 12 menit dengan suhu 50°C. hasil yang diperoleh disimpan pada suhu kamar kemudian dapat digunakan dalam pembuatan *edible* plastik. Proses pembuatan mikroemulsi dapat dilihat pada Gambar 3.3.



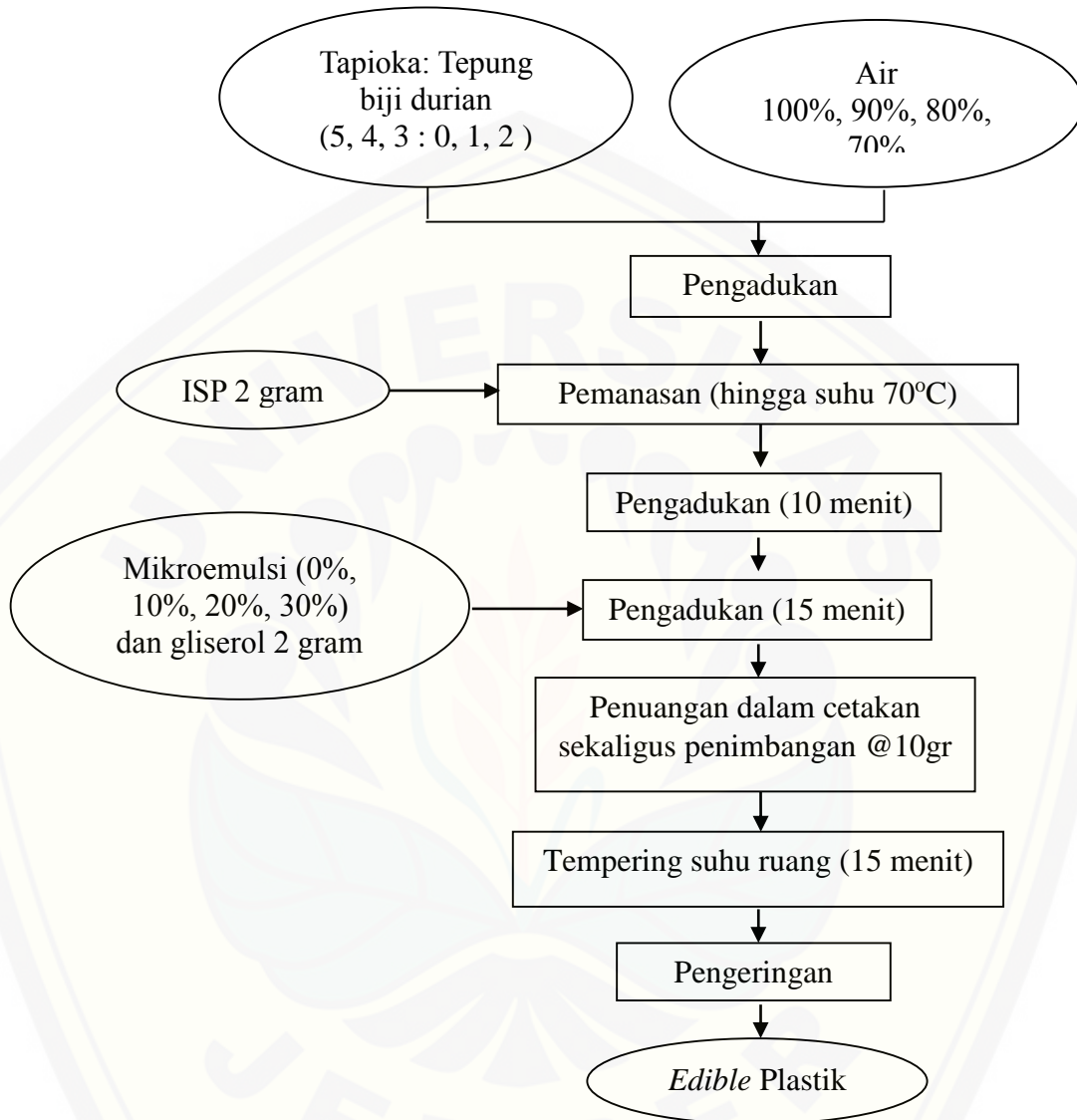
**Gambar 3.3** Diagram alir pembuatan mikroemulsi

#### 3.4.4 Pembuatan *Edible* Plastik

Pembuatan *edible* plastik diawali dengan pencampuran tepung biji durian dan tapioka dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan dengan menggunakan air. Kemudian larutan tepung biji durian dan tapioka diaduk dengan menggunakan spatula agar lebih homogen. Setelah dilakukan pencampuran dan pengadukan, dilakukan pemanasan dengan menggunakan *hot plate magnetic stirer* hingga suhu 70°C selama  $\pm$  15 menit. Ketika suhu sudah mencapai 70°C, kemudian dilakukan penambahan ISP (*Isolate Soy Protein*) sebanyak 2 gram lalu diaduk kembali selama 10 menit hingga homogen. Kemudian dilakukan penambahan mikroemulsi sesuai dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan (0%, 10%, 20%, 30%) dan gliserol sebanyak 2 gram. Lalu dilakukan pengadukan kembali selama 15 menit hingga homogen. Tahapan akhir dilakukan penuangan gel *edible* plastik dalam cetakan dan penimbangan dengan berat masing-masing 10 gram dan ditempering pada suhu ruang selama 15 menit. Kemudian dikering



anginkan dengan menggunakan kipas angin selama  $\pm$  24 jam. Proses pembuatan *edible* plastik dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4** Diagram alir pembuatan *edible* plastik

### 3.5 Prosedur Analisa

#### a. Ketebalan

Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat *thicknessmeter* Mitutoyo dengan ketelitian alat 0,01 mm. Lembaran plastik yang telah terbentuk diukur ketebalannya pada 3 posisi kemudian diambil nilai rata-ratanya.

- b. Kekuatan Tarik/*tensile strength* (metode standart ASTM (1981) dalam Chang *et al.*, 2000)

Potongan plastik dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 8 cm diukur dengan menggunakan *universal Testing Machine* (Shimadzu). Kuat Tarik dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kuat Tarik (Kpa)} = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

F = gaya maksimum untuk merobek film

A = luas penampang film

- c. Perpanjangan/*elongation* (metode standart ASTM (1981) dalam Chang *et al.* 2000)

Potongan film dengan ukuran lebar 1 cm dan panjang 8 cm disimpan dahulu dalam desikator berisi silica gel selama satu hari. Kemudian diukur elongationnya dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (Shimadzu)

$$\text{Perpanjangan (\%)} = \frac{b-a}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = panjang awal film sebelum ditarik

b = panjang potongan film saat sobek

- d. Warna (*Lightness*) (color reader, Fardiaz, 1989)

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *color reader*. Cara penggunaan *color reader* adalah dengan menyentuhkan monitor *color reader* pada permukaan *edible* plastik, kemudian alat dihidupkan. Intensitas warna sampel ditunjukkan oleh angka yang terbaca pada *color reader*. Pengukuran dilakukan pada 12 sampel dari tiap perlakuan dengan 3 kali ulangan, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata dari data yang diperoleh. Nilai kecerahan warna (L) dapat diperoleh dengan rumus:

$$L = \text{Standart L} + dL$$

Keterangan:

L = Kecerahan warna, nilai berkisar 0-100 yang menunjukkan warna hitam sampai putih.

e. *Scanning Electron Microscopy*

Sampel *edible* plastik ditempelkan pada set holder dengan perekat ganda. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam mesin SEM. kemudian gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 500 kali dan 1000 kali.

### 3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian diolah dengan analisa sidik ragam (ANOVA) menggunakan MiniTab18 untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan pada tingkat  $\alpha=0,05$ . Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan menggunakan Uji BNT. Semua data pengamatan ditabulasikan dan diolah secara statistik menggunakan *software Microsoft excel*.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari dilakukannya penelitian tentang sifat fisik dan mekanis *edible* plastik berbahan dasar tapioka – ISP - tepung biji durian dengan penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh sebagai berikut:

1. Variasi bahan penyusun konsentrasi penambahan tepung biji durian berpengaruh nyata terhadap parameter uji Ketebalan, Warna, dan Perpanjangan. Variasi bahan penyusun konsentrasi penambahan mikroemulsi berpengaruh nyata terhadap semua parameter uji, sedangkan interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter uji kuat Tarik, warna, dan perpanjangan.
2. Penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis pada *edible* plastik tepung biji durian seperti terjadinya penurunan nilai kuat tarik dan perpanjangan, dan meningkatnya ketebalan *edible* plastik. Sedangkan pada uji SEM, permukaan *edible* plastik dengan konsentrasi tanpa penambahan tepung biji durian dan tanpa penambahan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh lebih halus dibandingkan dengan *edible* plastik dengan konsentrasi penambahan tepung biji durian dan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi penggunaan *edible* plastik dari tepung biji durian dan mikroemulsi minyak kelapa – ekstrak teh sebagai kemasan terhadap umur simpan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hasan, A.A. dan Norziah, M.H. 2012. Starch gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids* **26**: 108-117
- Andriani, M., B, Amanto, dan Gandes. 2012. Pengaruh Penambahan Gula dan Suhu Penyajian Terhadap Nilai Gisi Minuman Teh Hijau (*Camellia sinensis L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. Vol. V (2), 40-47.
- Ani, Purwanti. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi. *Jurnal Teknologi*, Volume 3 Nomor 2, 99-106
- Anton, N., & Vandamme, T. F. 2011. Nano-emulsions and micro-emulsions: clarifications of the critical differences. *Pharmaceutical Research*, 28(5), 978–985.
- Apriantono, A. dan D. Fardiaz 1989. *Analisa Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Pendidikan Tinggi PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Azka, A., Nurjanah, dan Agoes, M.J. 2015. Profil asam lemak, asam amino, total karotenoid, dan  $\alpha$ -tokoferol telur ikan terbang. *Jurnal Pangan Dan Hasil Pertanian*, vol 18 nomor 3
- Ariska RE, Suyatno. 2015. Pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik edible film dari pati bonggol pisang dan karagenan dengan plasticizer gliserol. *Prosiding*. Surabaya. Seminar Nasional Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. 3-4 Oktober 2015
- ASTM. 2001a. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. *Annual book of ASTM standards*. Designation D882-01. Philadelphia: ASTM.
- Bahnol and El-Aleem. 2004. Beef Sausage by Adding Treated Mung Bean. *Annals of Agric Moshtohor, Zagazig*. University (Benha Branch). 42 (4): 1791 - 1807.
- Bakan, J.A. 1995. Microemulsion. Dalam: Swarbrick, J., J.C. Boylan (eds.). *Encyclopedia of pharmaceutical technology*. Volume Marcel Dekker Inc, New York: 335-369.
- Bidyut, K., Paul dan Moulik, SP. 2001. Uses and applications of microemulsions. *Current Science*, Vol. 80: 990-1001



- Bourtoom, T., 2007. *Effect of Some Process parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Starch*, Department of Material Product Technology, Songkhala.
- Bourtoom. 2008. Factor Affecting the Properties of Edible Film Prepared from Mung Bean Proteins. *International Food Research Journal* 15(2): 167-180.
- Cao, N., Y. Fu, and J. He. 2007. Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. *Int. J. Food Hydro.* 21: 1153-1162.
- Charles, A.L., Y .H. Chang, W. C. Ko, K. Sriroth, dan T. C. Huang. 2005. Influence of Amylopectin Structure and Amyloza Content on Gelling Properties of Five Cultivars of Cassava Starches. *J. Agric. Food Chemistry* Vol. 53: 2717-2725
- Coniwanti, Pamilia. 2014. Pembuatan film plastik bioedgradable dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 20 hal 26*. Palembang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Cuppett, S., M. Schrepf and C. Hall III. 1996. Natural Antioxidant – Are They Reality. Dalam Foreidoon Shahidi: *Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications*, AOCS Press, Champaign, IL.
- Dias, A.B., Carmen, M.O.M., Larotonda, D.S., dan Laurindo, J. 2010. Biodegradable films based on rice starch and rice flour. *Journal of Cereal Science*. 51. 213-219. Brazil: Federal University of Santa Catarina.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 2015. *Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Estiningtyas, H.R. (2010). Aplikasi Edible film Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami Coating Sosis Sapi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fatimah, Cut. 2013. *Physical-Mechanical Properties and Microstructure of Breadfruit Starch Edible Films With Various Plasticizer*. EKSAKTA 13, No. 1-2.
- Faqih, R., Yusman T., Havelly. 2016. *Korelasi Antara Penambahan Ekstrak Daun Mulberry Sebagai Antioksidan dengan Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Tapioka*. Jurusan teknologi pangan, fakultas teknik. Bandung: Universitas Pasundan.
- Flanagan, J. and Singh, H. 2006. Microemulsions: a potential delivery system for bioactives in food. *Cric. Rev. in Food Sci. and Nut.* 46: 221-237.

- Flores, S., Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. dan Gerschenson, L. 2007. Physical properties of tapioca starch edible film: influence of flmmaking dan potassium sorbate. *Food Research International*. 40: 257-265.
- Frascareli, V. M. Silva, R.V. Tonon and M. D. Hubinger. 2012. Effect of Process Conditions on the Microencapsulation of Coffee Oil by Spray Drying. *Journal of Food and Bioproducts Processing*, (90): 413–424
- García, M. A., Martino, M. N., & Zarizky, N. E. 2000a. Microstructural characterization of plasticized starch-based films. *Starch*, 52, 118e124.
- Garcia, N.L., L. Ribbon, A. Dufresne, M. Aranguren, and S. Goyanes. 2011. Effect of glycerol on the morphology of nanocomposites made from thermoplastic starch and starch nanocrystals. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 203–210.
- Garnida, Y. (2006). Pembuatan edible coating dari sumber karbohidrat, protein dan lipid untuk aplikasi pada buah terolah minimal. *Jurnal Infomatek*. 8(4): 207-222.
- Goodwin, J.W. 2004. *Colloids and interfaces with surfactants and polymers – An Introduction*. England, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Grosch, W. dan H. D. Belitz, 1987. *Food Chemistry*. Springer Verlag, Berlin.
- Hellweg, T. 2002. Phase structure of microemulsions, *Curr opin colloid interface. sci.* 7: 50-56. Holmberg K., B.Jonsson, B.Kronberg and B.Lindman. 2004. *Surfactans and Polymers in Aqueous Solotion. 2nd edition*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Henrique, C. M., R. F. Teofilo, L. Sabino, M. M. C. Ferreira, dan M. P. Cereda. 2007. Classification of Cassava Starch Film by Physicochemical Properties and Water Vapor Permeability Quantification by FTIR and PLS. *Journal of Food Science*. 74: E184-E189
- Heuschkel S, Goebel A, Neubert RH. 2008. Microemulsions – modern colloidal carrier for dermal and transdermal drug delivery. *J. Pharm. Sci.* 97(2): 603
- Huang, D. P. dan L. W. Rooney. 2001. Starches for snack foods. Di dalam: Lusas, R.W. dan L. W. Rooney (eds). *Snack Foods Processing*. CRC Press. New York
- Hui, Y. H. 2006, *Handbook of Food Science, Technology, and, Engineering Volume I*. CRC Press, USA
- Huri, Daman dan Fithri Choirun Nisa. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia *Edible Film*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2 No 4.

- Hutapea, P. 2010. Pembuatan Tepung Biji Durian dengan Variasi Perendaman dalam Air kapur dan Uji Mutunya. *Skripsi*: Universitas Sumatra Utara.
- Holmberg K., Jonsson B., Kronberg B. and Lindman B. (2004). *Surfactants and Polymers in Aqueous Solution. 2 nd edition*. John Wiley & Sons Inc. USA.
- Kamaluddin, M.H., M. Lutfi, dan Y. Hendrawan. 2014. Analisa Pengaruh Microwave Assisted Extraction (MAE) Terhadap Ekstraksi Senyawa Antioksidan Catechin Pada Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*) (Kajian Waktu Ekstraksi Dan Rasio Bahan: Pelarut). *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol. 2 No. 2, Juni 2014, 147-155.
- Kang, Zhuan Li., Chen, Fu-sheng., Ma, Han-ju., 2016. Effect of Pre-emulsified Soy Oil with Soy Protein Isolate in Frankfurters: A Physicalchemical and Raman Spectroscopy Study. *LWT - Food Science and Technology* 74: 465-471.
- Karouw, S., Suparmo, Hastuti, P. dan Utami, T. 2013. Sintesis ester metil rantai medium dari minyak kelapa dengan cara metanolisis kimiawi. *Agritech* 33 (2): 182-188
- Kinzel, B.1992. Protein-Rich Edible Coatings for Foods. *Agricultural research*. May 1992: 20-21
- Koolman, J., dan Roehm, K-H. 2005. *Color Atlas of Biochemistry, 2nd edition*. New York: Thieme Stuttgart. 84-85.
- Koswara, S. 1995. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu*. Jakarta. Pustaka Sinar Harapan.
- Koswara, S. 2006. Teknologi Modifikasi Pati. *Ebook Pangan*. <http://www.itp.fateta.ipb.ac.id> [21 Maret 2014].
- Krochta, J. M., E. A. Baldwin, dan M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. Edible Coating and Film to Improve Food Quality. *Technomic Publishing Company*, New York, NY.
- Krochta & De Mulder Johnston, 1997. Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities. *Food Technology* 51.
- Krochta, J.M., Miller, K.S., 1997. Oxygen and aroma barrier properties of edible films: a review. *Trends in Food Science and Technology* 8, 228–237
- Kustamiyati, B., 2006. *Prospek Teh Indonesia Sebagai Minuman*. Jakarta. Hal. 191-200.

- Kusumawati, D.H., dan Putri, W.D.R. 2013. Karakteristik fisik dan kimia edible film pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1(1): 90-100.
- Lindriati, T. 2007. Edible film dari Tepung Koro Pedang: Studi Penambahan Gliserol dan Ekstrak Teh Hijau. *Tesis*. Program Pascasarjana, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Lindriati, T., dan Arbiantara, H. 2011. Pengembangan proses compression molding dalam pembuatan edible film dari tepung koro pedang (*Canafalia ensiformis* L.). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(1): 53-57.
- Lindriati, T., B.W. Simon, dan Yunianta. 2015. *Edible film* from Jack Bean Flour for Use as an Antioxidative Packaging Incorporating Extract of Green Tea. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. Vol 5 (4) 2015.
- Liu, F., Qin, B., He, L., and Song, R. 2009. Novel starch/chitosan blending membrane: Antibacterial, permeable and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*. 78(1): 146- 150
- Lorensia, S., Melisa S.R., Mersi S.S. 2013. Karakteristik Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2, no.4*. Sumatera Utara: fakultas Teknik.
- Martin, A; J.Swarbrick; A.Cammarata. 1993. *Physical Pharmacy*. Diterjemahkan oleh Yoshita, Lea and Febiger. Washington: Philadelphia.
- Marseno, D.W.,. 2000. Pengaruh sorbitol terhadap sifat mekanik dan transmisi uap air film dari pati jagung. *Prosiding seminar nasional industri dan pangan*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 15 Januari 2000.
- Mason, J., L. Paniwinyk dan P. Lorimer. 1996. The Use of Ultrasound in Food Technology. *Ultrasonics Sonochemistry*. 3. Hlm S253–S260.
- McClements, D.J., 2011. *Edible nanoemulsions: fabrication, properties, and functional performance*. *Soft Matter* 7 (6), 2297–2316.
- McClements, D.J dan Rao, J. 2011. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51: 285- 330
- McClements, D.J. dan Li, Y. 2010. Structured emulsionbased delivery systems: controlling the digestion and release of lipophilic food components. *Advances in Colloid and Interface Science* 159(2): 213-228



- Messina, M. dan G. Redmond. 2006. *Effects of soy protein and soybean isoflavones on thyroid function in healthy adults and hypothyroid patients*. *Thyroid* 3: 249-58.
- Moorthy, S.N. 2004. Tropical sources of starch. Di dalam: Eliasson, A. C. (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. CRC press, Boca Raton, Florida.
- Muzaffar. F.A., U.K, Singh, dan L, Chauhan. 2013. Review on Mikroemulsions as Futuristic Drug Delivery. *Int J Pharm Sci*. 5, 39-53.
- Nasution, M.Z., A. Suryani., I. Susanti. 2004. Pemisahan Dan Karakterisasi Emulsifier Dalam Minyak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Jurnal Tek. Ind. Pert.* Vol. 13(3), 108-115.
- Ningsih, S.H. 2015. Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible film Campuran Whey dan Agar. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Makasar. Universitas Hasanuddin.
- Nuriana. W. 2010. *Pemanfaatan Biji Durian sebagai Upaya Penyediaan Bahan Baku Energi Alternatif Terbarukan Ramah Lingkungan*. Madiun. Fakultas Teknik, Universitas Merdeka.
- Pagliaro, M. dan Rossi, M., 2008, *The Future of Glycerol: New Usage of a Versatile Raw Material*, RSC Publishing, Cambridge.
- Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Sci*, Vol. 64: 695 698.
- Prakash A. 2001. Antioxidant activity. *Medallion Laboratories Analytical Progres*. Vol.19 (2).
- Pramadita, R.C. 2011. Karakterisasi Edible film Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Penambahan Minyak Atsiri Kayu Manis (*Cinnamon burmani*) Sebagai Antibakteri. *Skripsi*. Malang: Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Pramono, P.P. dan Farid, S. 2015. Pengaruh Inkorporasi Lipid dan Antioksidan Terhadap Sifat Mekanik dan Permeabilitas Edible Film Pati Jagung. *Biopropal Industri Vol.6 No.1*, Juni 2015: 37-42. Kalimantan: baristand Industri Pontianak.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Puritan's Pride. 2004. *Nutrition Fact of Soy Isolate Protein*. <http://www.puritan.com> [24 Nopember 2014].



- Rodriguez, M J Ose's, K Ziani dan J I Mate, 2006, Combined effect of plasticizer and surfactans on the physical properties of Strach based edible films, *Food Research International*, p 840-846.
- Rowe, R.C., P.J. Sheskey., dan M.E Quinn. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th edition, 580-584. Washington DC: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association 2009.
- Sanjaya, Fony. 2008. Karakterisasi Edible film Berantioksidan dari Ubi Jalar Merah Var. Genjah Rante Serta Aplikasinya Pada Permen Susu. *Skripsi*. Malang. Fakultas Teknologi Pertanian. Univeristas Brawijaya.
- Santoso, U., K. Kazuhiro., O. Toru., T.Tadahir, dan A.Maekawa. 1996. Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera L.*). *Journal Food Chemistry*. 57: 299-3004.
- Santoso, Budi, Filli Pratama, Basuni Hamzah, dan Rindit Pambayun. 2010. *Pengembangan Edible Film dengan Menggunakn Pati Ganyong Termodifikasi Ikatan Silang*. Palembang. Teknologi Industri Pertanian Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya
- Septianingrum, Faradila, Ekafitri, Murtini, dan Perwatasari. 2009. *Kadar Fenol dan Aktivitas Antioksidan Pada Teh Hijau Dan Teh Hitam Komersial*. Bogor: Badan Penrbit Institut Pertanian Bogor.
- Shabrina, A., S. Budi., A. Hintono., Y. Pratama. 2017. Sifat Fisik Edible Film yang Terbuat dari Tepung Pati Umbi Garut dan Minyak Sawit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan volume 6 (3)*. Semarang: Universitas Diponegoro
- Sinaga, Loisa Lorensia, Rejekina S, Melisa Seri, Sinaga, Mersi Suriani. 2013. *Karakteristik Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan*. Medan. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Su, J.F., Huang, Z., Yuan, X.Y., Wang, X.Y. dan Li, M. 2010. Structure and properties of carboxymethyl cellulose/ soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions. *Carbohydrate Polymers* **79** (1): 145-153.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Sulistyo J., H, Nurdiana, dan Elizar. 2003. Pengembangan Kerja Sama Riset, Teknologi Produksi, dan Pemasaran Produk Hilir Teh. *Prosiding Simposium Teh Nasional 2003*. Bandung: Pusat Penelitian Teh Kina Gambung.

- Taggart, P. 2004. Starch as an ingredient: manufacture and application. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, And Application*. CRC press, Boca Raton, Florida.
- Tri Radiyati dan Augusto, W.M. 1990. Tepung Tapioka (Perbaikan). Subang: BPTTG Puslitbang Fisika Terapan – LIPI. Hal. 10-13.
- Wahyu, Maulana Karnawidjaja. 2008-2009. Pemanfaatan Pati Singkong Sebagai Bahan Baku *Edible Film*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.
- Wang J.G., Staessen J.A., Fagard RH et al., 2001. *Prognostic Significance of Serum Creatinin and Uric Acid in Older Chinese Patients with Isolated Hypertension*; 37: 1069
- Warkoyo, Budi R., Djagal W.M., Joko N.W. 2014. *Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (Xanthosoma sagittifolium) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat*. *Agritech*, vol.34, no.1. Yogyakarta: FTP Universitas Gadjah Mada
- Widiatmoko, M.C. dan J.A. Hartomo. 1993. *Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Winarno, F.G. 2007. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarti. 2006. *Komposisi dan potensi dari biji durian*. Surakarta: FKIP Universitas Muhammadiyah.
- Winarti, Christina. 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemasan Edible Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Litbang Pertanian*. Volume 31. Nomor 3.
- Wu, D. W., X. Chen, X. Yang, Z. X. Leng, P. S. Yan, dan Y. M. Zhou. 2014. *Effects of heat treatment of soy protein isolat on the growth performance and immune function of broiler chickens*. *Poult sci* 2 : 326-234.
- Wurzburg, O.B. 1989. *Modified Starches: Properties and Uses*. CRC press, Boca Raton, Florida.
- Yulianti, Rahmi dan Ginting. 2012. *Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer*.
- Yuwono H, Biomed M. 2010. *Pandemi Resistensi Antimikroba*: Belajar dari MRSA; (1):2837–50.
- Ziani, K., Fang, Y. dan McClements, D.J. 2012. Fabrication and stability of colloidal delivery systems for flavor oils: Effect of composition and storage conditions. *Food Research International* 46: 209-216.

## LAMPIRAN

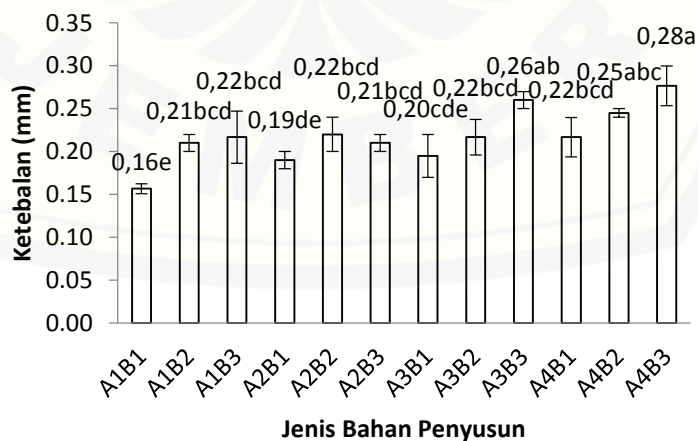
Lampiran A. Hasil Analisis Ketebalan *Edible Plastik*A.1 Hasil Pengukuran Ketebalan *Edible Plastik*

Sampel	Ulangan			rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	0,15	0,16	0,16	0,157	0,01
A1B2	0,20	0,21	0,22	0,210	0,01
A1B3	0,19	0,25	0,21	0,217	0,03
A2B1	0,19	0,18	0,20	0,190	0,01
A2B2	0,20	0,22	0,24	0,220	0,02
A2B3	0,21	0,22	0,20	0,210	0,01
A3B1	0,20	0,17	0,22	0,195	0,03
A3B2	0,24	0,20	0,21	0,217	0,02
A3B3	0,27	0,25	0,26	0,260	0,01
A4B1	0,23	0,19	0,23	0,217	0,02
A4B2	0,25	0,24	0,25	0,245	0,01
A4B3	0,29	0,25	0,29	0,277	0,02

A.2 Hasil Uji ANOVA Ketebalan *Edible Plastik*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Mikroemulsi	3	0,013572	0,004524	13,86	0,000
biji durian	2	0,016235	0,008117	24,87	0,000
mikroemulsi*biji durian	6	0,003632	0,000605	1,85	0,131
Error	24	0,007833	0,000326		
Total	35	0,041272			

S = 0,0180662 R-sq = 81,29% R-sq(adj) = 72,32% R-sq(pred) = 57,30%



## Lampiran B. Hasil Analisis Kuat Tarik *Edible* Plastik

### B.1 Hasil Pengukuran Kuat Tarik *Edible* Plastik

sampel	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3	rata-rata	stdev	notasi
A1B1	0.50	0.45	0.50	0.48	0.03	bcde
A1B2	0.78	0.75	0.69	0.74	0.04	ab
A1B3	0.82	0.75	0.72	0.76	0.05	a
A2B1	0.86	0.93	0.83	0.87	0.05	ab
A2B2	1.02	0.93	0.93	0.96	0.05	abc
A2B3	0.79	0.74	0.81	0.78	0.04	a
A3B1	0.82	0.91	0.80	0.84	0.06	abcd
A3B2	0.41	0.49	0.44	0.45	0.04	cde
A3B3	0.25	0.19	0.22	0.22	0.03	e
A4B1	0.28	0.39	0.36	0.34	0.05	cde
A4B2	0.27	0.27	0.33	0.29	0.03	de
A4B3	0.15	0.21	0.21	0.19	0.04	e

### B.2 Hasil Uji ANOVA Kuat Tarik *Edible* Plastik

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Mikroemulsi	3	1774253	591418	30,55	0,000
biji durian	2	21356	10678	0,55	0,583
mikroemulsi*biji durian	6	745262	124210	6,42	0,000
Error	24	464660	19361		
Total	35	3005532			

S = 139,143 R-sq = 84,54% R-sq(adj) = 77,45% R-sq(pred) = 65,21%

Lampiran C. Hasil Analisis Perpanjangan/*Elongation Edible Plastik*C.1 Hasil Pengukuran Perpanjangan *Edible Plastik*

sampel	Ulangan			rata-rata	stdev	notasi
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3			
A1B1	70,37	71,70	70,59	70,89	0,71	a
A1B2	64,71	63,46	64,81	64,33	0,75	b
A1B3	41,18	43,14	42,31	42,21	0,98	e
A2B1	38,46	39,62	39,22	39,10	0,59	f
A2B2	43,14	44,23	44,00	43,79	0,58	de
A2B3	33,33	34,00	32,69	33,34	0,65	g
A3B1	54,72	54,90	54,90	54,84	0,11	c
A3B2	45,10	45,10	46,15	45,45	0,61	d
A3B3	22,00	21,15	21,57	21,57	0,42	i
A4B1	27,45	28,00	28,00	27,82	0,32	h
A4B2	20,00	21,57	21,15	20,91	0,81	i
A4B3	15,38	16,00	15,69	15,69	0,31	j

C.2 Hasil uji ANOVA Perpanjangan/*Elongation Edible Plastik*

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
mikroemulsi	3	6404,47	2134,82	5610,86	0,000
biji durian	2	2626,22	1313,11	3451,19	0,000
mikroemulsi*biji durian	6	879,73	146,62	385,36	0,000
Error	24	9,13	0,38		
Total	35	9919,55			

S = 0,616831 R-sq = 9991% R-sq(adj) = 99,87% R-sq(pred) = 99,79%



**Lampiran D. Hasil Analisis Warna (Kecerahan/lightness) Edible Plastik****D.1 Hasil Pengukuran Warna (Kecerahan/lightness) Edible Plastik**

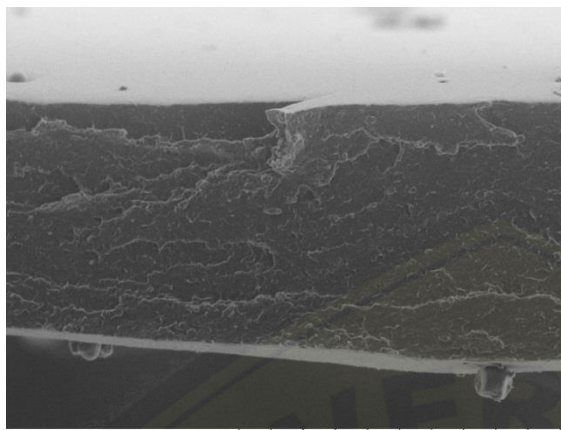
Sampel	Ulangan			rata-rata (L)	STDEV
	1	2	3		
A1B1	75,8	76	75,8	75,87	0,12
A1B2	68,3	67,8	68,7	68,27	0,45
A1B3	70	69,3	69,5	69,60	0,36
A2B1	75,6	73,9	75,3	74,93	0,91
A2B2	72,4	70,5	71,9	71,60	0,98
A2B3	66	66,5	67,7	66,73	0,87
A3B1	74,5	76,2	74,8	75,17	0,91
A3B2	67,6	68,2	69,2	68,33	0,81
A3B3	70,4	71	70,2	70,53	0,42
A4B1	70,8	72	72,4	71,73	0,83
A4B2	70,3	70,5	69,6	70,13	0,47
A4B3	62,9	63,3	64,2	63,47	0,67

**D.2 Hasil Uji ANOVA Warna (Kecerahan/lightness) Edible Plastik**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Mikroemulsi	3	52,52	17,507	35,53	0,000
biji durian	2	297,00	148,500	301,35	0,000
mikroemulsi*biji durian	6	92,19	15,365	31,18	0,000
Error	24	11,83	0,493		
Total	35	453,54			

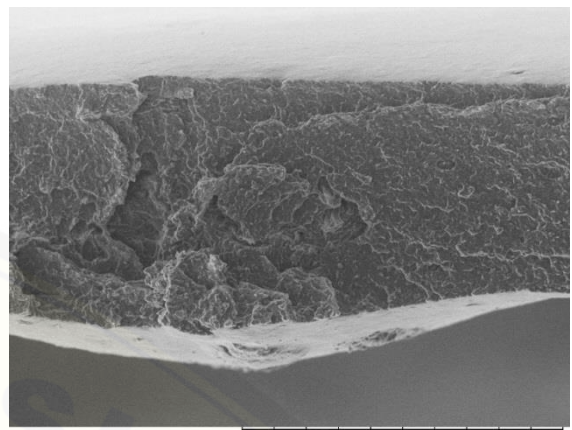
S = 0,701981 R-sq = 97,39% R-sq(adj) = 96,20% R-sq(pred) = 94,13%

Lampiran E. Hasil uji Scanning Electron Microscopy (SEM)



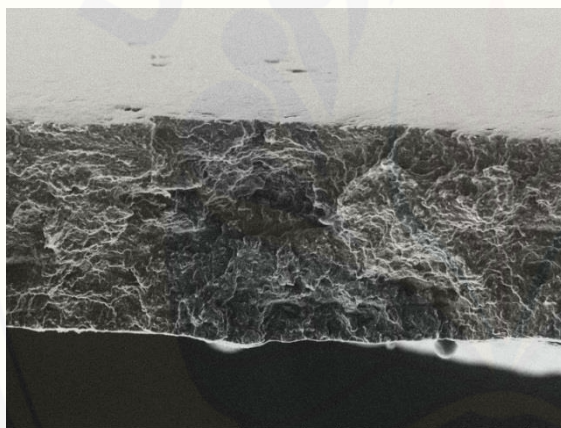
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A1B1



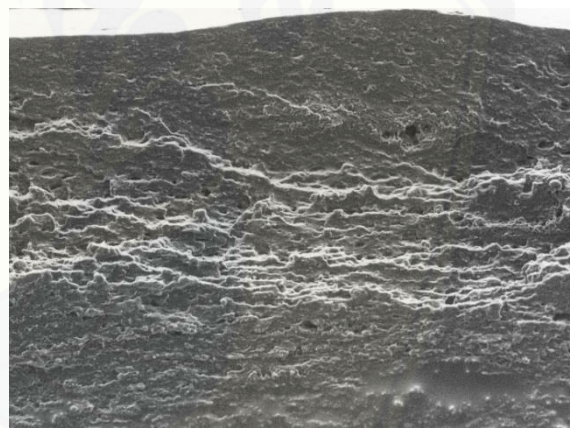
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A1B2



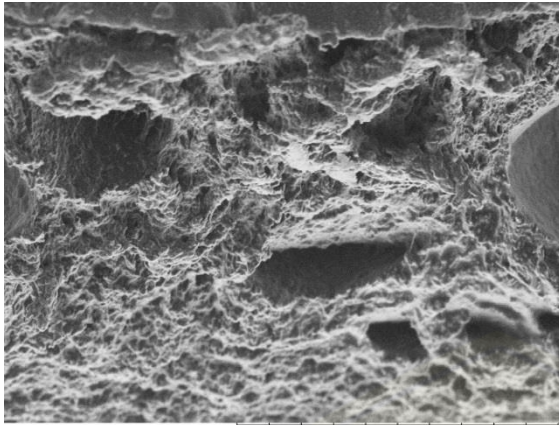
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A1B3



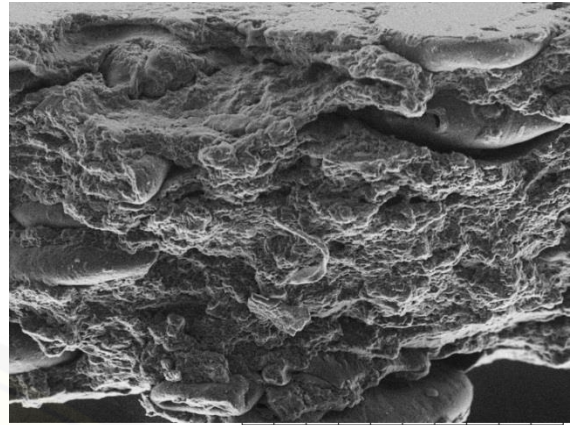
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A2B1



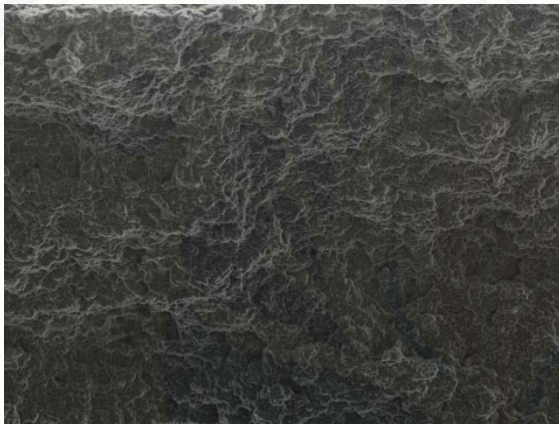
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A3B1



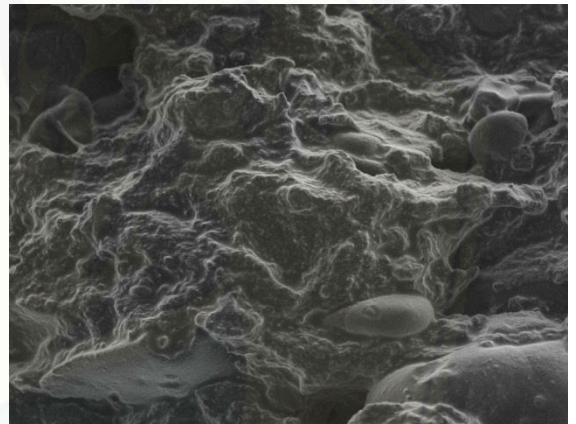
TM3030Plus 2019/05/14 I L U x1,0k 100 ?m

A3B3



TM3030Plus 2019/07/31 I L U x1,0k 100 ?m

A4B1



TM3030Plus 2019/07/31 I L U x1,0k 100 ?m

A4B3



Lampiran F. Dokumentasi

