

**PENGARUH ASAM STEARAT DAN PENAMBAHAN AROMA KEJU TERHADAP
SIFAT FISIK MEKANIK *EDIBLE FILM* WHEY DANGKE/PEKTIN**

*The Effect of Stearic Acid And The Addition of Cheese Aroma on To The Mechanical
Properties of The Whey Dangke and Pectin Based Edible Film*

OLEH

**RIA MANGALLA
G311 13 506**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**

HALAMAN PENGAJUAN

**PENGARUH ASAM STEARAT DAN PENAMBAHAN AROMA KEJU TERHADAP
SIFAT FISIK MEKANIK *EDIBLE FILM* WHEY DANGKE/PEKTIN**

Oleh:

RIA MANGALLA

G311 13 506

UNIVERSITAS HASANUDDIN

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Departemen Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

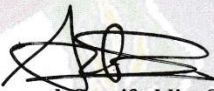
Judul : Pengaruh Asam Stearat dan Penambahan Aroma Keju terhadap Sifat Fisik Mekanik *Edible Film* Whey Dangka/Pektin
Nama : Ria Mangalla
Stambuk : G 311 13 506
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan

Disetujui

Tim Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Adiansyah Svarifuddin, STP., M.Si
NIP. 19770527 200312 1 001


Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS.
NIP. 19621231 198803 1 020

Mengetahui

Ketua Departemen Teknologi
Pertanian


Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta
NIP. 19660917 199112 2 001

Tanggal Lulus:

RIA MANGALLA. (G311 13 506). PENGARUH ASAM STEARAT DAN PENAMBAHAN AROMA KEJU TERHADAP SIFAT FISIK MEKANIK *EDIBLE FILM* WHEY DANGKE/PEKTIN

Dibawah Bimbingan : Adiansyah Svarifuddin dan Amran Laga

ABSTRAK

Edible film merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai penghalang, baik gas, minyak, dan dapat mengontrol transmisi uap air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam stearat dan penambahan aroma keju terhadap sifat edible film. Penelitian ini menggunakan desain faktorial tiga faktor. Faktor pertama, rasio whey dangke : pektin (1: 4 dan 2: 3). Faktor kedua, konsentrasi asam stearat (0,125% dan 0,825%). Faktor ketiga, penambahan aroma keju (1% dan 2%). Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Parameter uji yang dilakukan adalah kadar air, ketebalan, kelarutan air, laju transmisi uap air, kekuatan tarik dan elongasi. Rasio whey dangke dan pektin memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap sifat fisik mekanik dari kadar air dan ketebalan tetapi tidak mempengaruhi kelarutan air, tingkat transmisi uap air, kekuatan tarik dan persen pemanjangan. Penambahan asam stearat 0,125% dan 0,825% memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik fisik kadar air dan kelarutan air tetapi tidak mempengaruhi ketebalan, laju transmisi uap air, kekuatan tarik dan persen pemanjangan. Sedangkan penambahan aroma memiliki pengaruh yang sangat nyata tetapi tidak berbeda nyata dari sifat fisik mekanik kadar air, ketebalan, kelarutan air, laju transmisi uap air, kekuatan tarik, dan elongasi.

Kata kunci: edible film, whey danke, pektin, asam stearat, aroma keju

RIA MANGALLA. (G311 13 506). The Effect of Stearic Acid And The Addition of Cheese Aroma on To The Mechanical Properties of The Whey Dangke and Pectin Based Edible Film.

Supervised : Adiansyah Svarifuddin and Amran Laga

ABSTRACT

Edible film is a thin layer functions as a barrier, either gas, oil, and can control water vapor transmissiion. This study aims to determine the effect of stearic acid and the addition of cheese aroma to edible film properties. This study uses a three-factor factorial design. The first factor, the ratio of dangke whey : pectin (1:4 and 2:3), second factor, stearic acid concentration (0.125% and 0.825%). The third factor, the addition of cheese aroma (1% and 2%). Each treatment was carried out with 3 replications. Test parameters performed were water content, thickness, water solubility, water vapor transmission rate, tensile strength and elongation. The ratio of whey dangke and pectin has a very significant effect on the physical mechanical properties of water content and thickness but does not affect water solubility, water vapor transmission rate, tensile strength and elongation. Addition of stearic acid 0.125% and 0.825% have a significant effect on the physical mechanical properties of water content and water solubility but does not affect thickness, water vapor transmission rate, tensile strength and elongation. While the addition of aroma has a very real effect but not significantly different from the physical mechanical properties of water content, thickness, water solubility, water vapor transmission rate, tensile strength, and elongation.

Keywords: edible film, whey danke, pectin, stearic acid, cheese aroma

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa oleh karena berkat rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Asam Stearat dan Penambahan Aroma Keju terhadap Sifat Fisik Mekanik Edible Film Whey Dangke/Pektin”** yang disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian studi dan meraih gelar sarjana pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Dr. Adiansyah Syarifuddin, STP., M.Si** dan **Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS.** yang telah berkenan membimbing dan mengarahkan serta memberikan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Papa (**Yunus Lote**) dan Mama (**Yuliana Rupa**), serta kakak dan adik-adik yang selalu mendoakan, menyemangati, memberikan dukungan baik berupa material maupun non material.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Ibu **Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta** dan Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Bapak **Dr. rer-nat. Zainal, S.TP, M.FoodTech** yang banyak membantu selama proses perkuliahan, penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
2. Staf dosen beserta seluruh pegawai jurusan Teknologi Pertanian yang telah banyak memberikan pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
3. Ketua panitia seminar, Bapak **Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si.** atas bantuannya dalam penyelenggaraan seminar proposal dan seminar hasil.
4. Ketua panitia ujian sarjana, Bapak **Dr. Andi Dirpan., STP, M.Si.** atas bantuannya dalam penyelesaian berkas-berkas ujian sarjana dan dukungannya yang sangat luar biasa.
5. Semua pihak, termasuk laboran **Ibu Ati** dan **Kak Asmi** serta staf Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, **Ibu Mia** dan **Kak Nana** yang banyak terlibat dalam membantu dari awal penelitian hingga skripsi ini selesai ditulis.
6. Teman-teman seperjuangan **Teknologi Pertanian (Rantai) 2013** warga **KMD TP UH** dan terkhusus kepada **ITP 2013** yang selalu memberikan dukungan, semangat perjuangan serta pengalaman kebersamaan yang tak ternilai.

7. Senior-senior serta junior **UKM Resimen Mahasiswa** baik dilingkup **Satuan 701 UNHAS** maupun dalam lingkup **Resimen Mahasiswa Se-Wolter Mongisidi** yang telah banyak membantu, memberikan masukan serta saran dan arahan, dan juga memberikan banyak pengalaman serta motivasi yang sangat luar biasa.
8. Teman-teman serta kakak-kakak **Pondok 27** yang selalu mendukung, selalu memberikan motivasi selama penelitian, selalu memperhatikan dan selalu mendukung.
9. Sahabat-sahabat Geng Siburengan The Viruz, **Wahyuni STP dan Nur Fadilla Rahma Sari, STP.**, yang telah menemani dari awal masuk dunia perkuliahan hingga saat ini, selalu ada baik dalam keadaan suka maupun duka, selalu mendukung dan membantu hingga penulis menyelesaikan penelitian.
10. Sahabat-sahabat yang tergabung dalam Geng Kalomang, **Ainun Halisah, SKM, Andi Resky Amalia AS., SKM, Andi Tenri Putri Tariza Haryadi, dan Irna Fitria Marsyad**, yang selalu menemani dengan kegilaannya dan keseruannya, selalu menemani dan menyemangati, selalu mendengarkan semua keluh-kesah dari penulis, dan selalu memberikan dukungan.
11. Teman seperjuangan selama penelitian, **Pratiwi Hamsiohan**, yang selalu menemani selama penelitian, selalu menyemangati, tempat berbagi kesulitan selama penelitian hingga penusunan skripsi ini selesai.
12. Terakhir, ucapan terima kasih untuk teman/sahabat bahkan sudah lebih dari pada saudara, **Mustakin dan Irna Fitria Marsyad**, terima kasih sudah mau jalan beriringan dengan penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir, selalu menemani penulis ketika dalam kesusahan.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya dukungan serta motivasi dan doa dari semua pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan lancar sampai selesai. Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritikan yang membangun serta saran untuk memperbaiki skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan terkhusus kepada penulis sendiri, Aamiin.

Makassar, November 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Ria Mangalla. Dilahirkan di Kabupaten Tana Toraja tepatnya Wala, 30 September 1995 .Anak kedua dari delapan (8) bersaudara yang merupakan anak dari ayahanda Yunus Lote’ dengan ibunda Yuliana Rupa.

Riwayat pendidikan yang pernah dijalani penulis yaitu:

1. SD Negeri 130 Tokesan, Kab. Tana Toraja 2000 – 2007
 2. SMP Negeri 2 Sangalla, Kab. Tana Toaraja 2007 – 2010
 3. SMA Negeri 1 Sangalla, Kab. Tana Toraja 2010 – 2013
4. Tahun 2013 penulis diterima melalui jalur POSK di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Hasanuddin Program Strata Satu (S1) dan tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.

Berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, serta doa restu dari kedua orang tua serta berbagai pihak yang mendukung dalam penyusunan ini, maka penulis dapat menyelesaikan studi dengan menyusun Skripsi yang berjudul “Pengaruh Asam Stearat dan Penambahan Aroma Keju terhadap Sifat Fisik Mekanik *Edible Film* Whey Dangke/Pektin”.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 <i>Edible Film</i>	3
II.2 Bahan Baku <i>Edible Film</i>	4
II.3 <i>Whey Dangka</i>	6
II.4 Pektin.....	8
II.5 Asam Stearat.....	10
II.6 Gliserol sebagai <i>Plasticiser</i>	11
II.7 Sifat Fisik-Mekanik <i>Edible Film</i>	13
II.7.1. Ketebalan.....	13
II.7.2. <i>Tensile Strength</i> (Mpa)/Kuat Tarik (%) dan Persen Pemanjangan ...	14
II.7.3. Daya Larut (%).....	14
II.7.4. Kadar Air.....	15
II.7.5. Sifat Transmisi Uap Air.....	16
II.8. Tween 80 (Polysorbate) dan Span 80 (Sorbitan monooleat).....	16
II.9. Aroma.....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20
III.1 Waktu dan Tempat.....	20
III.2 Alat dan Bahan.....	20

III.3	Prosedur Pembuatan <i>Edible Film</i>	20
III.4	Desain Penelitian	21
III.4.1.	Faktor A Rasio <i>Whey</i> Dangke terhadap Pektin (b/b)	21
III.4.2.	Faktor B Konsentrasi Asam Stearat pada <i>Edible Fim</i> (%)	21
III.4.3.	Faktor C Penambahan Aroma (%)	21
III.5	Parameter Pengujian	21
III.5.1.	Ketebalan Film.....	21
III.5.2.	Kadar Air	21
III.5.3.	Laju Transmisi Uap Air	21
III.5.4.	Kuat Tarik dan Persen Pemanjangan	22
III.5.5.	Daya Larut Air	22
III.6	Rancangan Penelitian.....	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
IV.1	Kadar Air	27
IV.2	Ketebalan	30
IV.3.	Laju Transmisi Uap Air	32
IV.4.	Daya Larut Air.....	34
IV.5.	Kuat Tarik.....	37
IV.6.	Persen Pemanjangan	38
V.	PENUTUP	41
V. 1	Kesimpulan	41
V. 2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Whey Dangke.....	7
2.	Hasil Anova Kadar Air <i>Edible Film</i>	27
3.	Hasil Anova Ketebalan <i>Edible Film</i>	30
4.	Hasil Anova Laju Transmisi Uap Air <i>Edible Film</i>	32
5.	Hasil Anova Daya Larut Air <i>Edible Film</i>	34
6.	Hasil Anova Kuat Tarik <i>Edible Film</i>	37
7.	Hasil Anova Persen Pemanjangan <i>Edible Film</i>	38

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Diagram Alir <i>Edible Film</i> dengan Penambahan Asam Stearat	24
2.	Diagram Alir <i>Edible Film</i> dengan Penambahan Aroma Keju	25
3.	Pengaruh Rasio Terhadap Kadar Air	28
4.	Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat Terhadap Kadar Air	28
5.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Kadar Air	29
6.	Pengaruh Rasio Terhadap Ketebalan	30
7.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Ketebalan	31
8.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Laju Transmisi Uap Air	33
9.	Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat Terhadap Daya Larut Air	35
10.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Daya Larut Air	36
11.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Kuat Tarik	38
12.	Pengaruh Konsentrasi Aroma Terhadap Persen Pemanjangan	39

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Teks	Halaman
1.	Kadar Air	45
1a.	Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Kadar Air	45
1b.	Nilai Rata-Rata Rasio	45
1c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	45
1d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	46
1e.	Analisa Sidik Ragam Kadar Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma	46
1f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Kadar Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	46
2.	Ketebalan	47
2a.	Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat Dan Aroma terhadap Ketebalan	47
2b.	Nilai Rata-Rata Rasio	47
2c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	47
2d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	47
2e.	Analisa Sidik Ragam Ketebalan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma	48
2f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Ketebalan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma	48
3.	Laju Transmisi Uap Air	49
3a.	Nilai Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma Terhadap Laju Transmisi Uap Air	49
3b.	Nilai Rata-Rata Rasio	49
3c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	49
3d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	49
3e.	Analisa Sidik Ragam Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	50
3f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat Dan Aroma	50

No.	Teks	Halaman
4.	Daya Larut Air	51
4a.	Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma Terhadap Daya Larut Air	51
4b.	Nilai Rata-Rata Rasio	51
4c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	51
4d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	51
4e.	Analisa Sidik Ragam Daya Larut Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	52
4f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Daya Larut Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	52
5.	Kuat Tarik	53
5a.	Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma Terhadap Kuat Tarik	53
5b.	Nilai Rata-Rata Rasio	53
5c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	53
5d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	53
5e.	Analisa Sidik Ragam Kuat Tarik dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma	54
5f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Kuat Tarik dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	54
6.	Persen Pemanjangan	55
6a.	Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma Terhadap Persen Pemanjangan	55
6b.	Nilai Rata-Rata Rasio	55
6c.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat	55
6d.	Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma	55
6e.	Analisa Sidik Ragam Persen Pemanjangan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	56
6f.	Analisa Uji Lanjut Duncan Persen Pemanjangan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma	56

No.	Teks	Halaman
7.	Analisis Uji T Test.....	57
7a.	Analisis Uji T Test Kadar Air dengan Faktor Rasio.....	57
7b.	Analisis Uji T Test Kadar Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	57
7c.	Analisis Uji T Test Ketebalan dengan Faktor Rasio.....	57
7d.	Analisis Uji T Test Ketebalan dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	58
7e.	Analisis Uji T Test Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Rasio	58
7f.	Analisis Uji T Test Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	58
7g.	Analisis Uji T Test Daya Larut Air dengan Faktor Rasio	59
7h.	Analisis Uji T Test Daya Larut Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	59
7i.	Analisis Uji T Test Kuat Tarik dengan Faktor Rasio	59
7j.	Analisis Uji T Test Kuat Tarik dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	60
7k.	Analisis Uji T Test Persen Pemanjangan dengan Faktor Rasio.....	60
7l.	Analisis Uji T Test Persen Pemanjangan dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat	60
8.	Gambar Penelitian.....	61

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Secara umum *edible film* dapat didefinisikan sebagai lapis tipis yang melapisi suatu bahan pangan dan layak dimakan, digunakan pada makanan dengan cara pembungkusan atau diletakkan diantara komponen makanan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas makanan, memperpanjang masa simpan, meningkatkan efisiensi ekonomis, menghambat perpindahan uap air (Krochta, 1992). Bahan penyusun *edible film* dibagi menjadi tiga kategori yaitu hidrokoloid (protein dan karbohidrat), lemak, dan komposit dari dua atau tiga bahan (Yulianti dan Ginting, 2012). Hidrokoloid dapat berupa protein atau polisakarida. Hidrokoloid yang berasal dari polisakarida seperti pati, karagenan, sodium alginat, chitosan dan pektin, dan hidrokoloid yang berasal dari protein seperti kolagen, gelatin, protein jagung, protein gandum, protein kedelai, kasein, dan protein whey (Awwaly, dkk., 2010). *Edible film* belum dapat menggantikan kemasan sintetik secara total. Namun demikian *edible film* mempunyai potensi untuk mengurangi penggunaan kemasan sintetik.

Whey dangeke merupakan hasil samping pengolahan dangeke. Umumnya whey dangeke ini hanya dijadikan sebagai pakan ternak. Ditinjau dari nilai gizinya, whey masih bisa dimanfaatkan atau diolah menjadi produk yang bernilai. Whey mengandung laktosa, persenyawaan nitrogen (protein, peptida, dan asam amino), abu dan lemak. Whey dangeke merupakan *by-product* pengolahan dangeke, dan dapat dibuat *edible film*. Protein whey merupakan salah satu bahan pembentuk *edible film*. *Edible film* dari protein whey memiliki sifat yang baik sebagai pengemas yakni berbentuk transparan, lunak, tidak berbau dan memiliki kemampuan menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya (Awwaly dkk.,2010) dan (Sothornvit dan Krochta, 2000).

Asam stearat merupakan kelompok asam lemak, yang umumnya digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *edible film* karena mempunyai titik leleh yang tinggi dan bersifat hidrofobik (Hagenmaier dan Shaw, 1990). Asam stearat juga digunakan dalam banyak produk makanan karena bersifat stabil selama penyimpanan. Produk makanan seperti margarin, spread, dan shortening dikenal menggunakan senyawa ini. Meskipun termasuk dalam lemak jenuh, asam stearat memiliki sedikit efek pada kadar kolesterol dalam darah. Penyebab dari hal ini adalah fakta bahwa sebagian besar asam stearat diubah

menjadi asam oleat yang merupakan lemak tak jenuh tunggal. Kegunaan lain asam stearat adalah mencegah oksidasi.

Pembuatan *edible film* juga dilakukan penambahan asam stearat agar dapat menurunkan laju transmisi uap air karena adanya interaksi antara substansi hidrofobik dan emulsifikasi antara asam stearat dan hidrokoloid dalam emulsi *edible film*. Asam stearat memiliki karakteristik hidrofobik yang memberikan sifat *barrier* terhadap uap air. *Edible film* dengan penambahan asam stearat ditujukan untuk mengurangi sifat hidrofil dan meningkatkan sifat hidrofob *edible film* sehingga diharapkan dapat menurunkan laju transmisi uap air dan daya larut air pada film.

Penambahan aroma keju juga ditambahkan pada pembuatan *edible film* yang dibuat. Penambahan aroma keju diharapkan mampu memberikan aroma yang berasosiasi dengan asin atau rendah garam pada *edible film*. Sehingga *edible film* dengan aroma keju mampu mengubah persepsi panelis pada produk pangan rendah garam ketika dilapisi dengan *edible film* tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian ini yang untuk mengetahui sejauh mana penambahan rasio whey dangke dan pektin, asam stearat dan aroma dapat berpengaruh terhadap sifat fisik mekanik *edible film* yang dihasilkan.

I.2. Rumusan Masalah

Edible film yang terbuat dari senyawa hidrofilik memiliki sifat *carrier* dan *barrier* terhadap air dan gas yang rendah. Oleh karena itu, digunakan asam stearat untuk mengatasi hal tersebut.

I.3. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh rasio whey dangke dan pektin terhadap sifat fisik mekanik *edible film*.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan asam stearat terhadap sifat fisik mekanik *edible film*.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan aroma terhadap sifat fisik mekanik *edible film*.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi dan referensi ilmiah tentang sifat fisik mekanik *edible film* berbasis whey dangke dan pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. *Edible film*

Selama kurun waktu terakhir ini, bahan pengemas makanan yang berasal dari plastik banyak digunakan. Hal ini disebabkan karena plastik memiliki berbagai keunggulan seperti fleksibel, mudah dibentuk, transparan, tidak mudah pecah dan harganya yang relatif murah. Namun, polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan yaitu sifatnya yang tidak tahan panas, mudah robek dan yang paling penting adalah dapat menyebabkan kontaminasi melalui transmisi monomernya ke bahan yang dikemas. Kelemahan lainnya dari plastik adalah sifatnya yang tidak dapat dihancurkan secara alami (non-biodegradable), sehingga menyebabkan beban bagi lingkungan. Oleh karena itu, mulai dikembangkanlah pengemas bahan organik yang memiliki sifat mirip plastik namun bersifat *biodegradable*, dapat langsung dimakan misalnya pengemas makanan *edible* (Prasetyaningrum *et al.*, 2010).

Edible film merupakan lapisan tipis yang berfungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan yang sekaligus dapat dimakan bersama dengan produk yang dikemas. Selain berfungsi untuk memperpanjang masa simpan, *edible film* dapat digunakan sebagai pembawa komponen makanan, di antaranya vitamin, mineral, antioksidan, antimikroba, pengawet, bahan untuk memperbaiki rasa dan warna produk yang dikemas. Fungsi dari *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *edible film* relatif murah, mudah dirombak secara biologis (*biodegradable*), dan teknologi pembuatannya sederhana. Contoh penggunaan *edible film* antara lain sebagai pembungkus permen, sosis, buah, dan sup kering (Rodriguez *et al.*, 2005).

Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya. Bahan polimer penyusun *edible film* dibagi menjadi tiga kategori yaitu hidrokoloid, lemak, dan komposit keduanya. Salah satu bahan *edible film* dari golongan hidrokoloid adalah polisakarida yang memiliki beberapa kelebihan, di antaranya selektif terhadap oksigen dan karbon dioksida, penampilan tidak berminyak, dan kandungan kalornya rendah. Di antara jenis polisakarida, pati merupakan bahan baku yang potensial untuk pembuatan *edible film*

dengan karakteristik fisik yang mirip dengan plastik tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Lourdin *et al.* Dalam Thirathumthavornand Charoenrein, 2007).

Edible film membutuhkan *plasticizer* dengan berat molekul rendah untuk meningkatkan fleksibilitas dan ketahanannya, dengan cara menginterupsi interaksi rantai polimer dan menurunkan suhu *Transition Glass*. Menurut Winarno (1992) gliserol adalah senyawa alkohol polihidrat (*polyol*) dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul atau disebut alkohol trivalent. Rumus kimia gliserol adalah C_3H_8O , berat molekul gliserol 92,10 massa jenisnya $1,23g/cm^3$ dan titik didihnya $204^\circ C$. Gliserol mempunyai sifat mudah larut air, meningkatkan viskositas larutan, mengikat air dan menurunkan Aw (Lindsay,1985).

Baldwin (1994) dan Wong *et al.* (1994) mengatakan bahwa secara teoritis bahan *edible film* harus memiliki sifat-sifat seperti:

1. Menahan kehilangan air bahan pangan.
2. Memiliki permeabilitas selektif terhadap gas tertentu.
3. Mengendalikan perpindahan padatan terlarut untuk mempertahankan kualitas bahan pangan.
4. Menjadi pembawa bahan aditif seperti pewarna, pengawet, penambah aroma yang dapat memperbaiki mutu bahan pangan.

Film sebagai pengemasan (*edible packaging*) pada dasarnya dibagi atas tiga bentuk pengemasan yaitu:

1. *Edible film* merupakan bahan pengemas yang telah dibentuk terlebih dahulu berupa lapisan tipis (film) sebelum digunakan untuk mengemas produk pangan
2. *Edible coating* merupakan pengemas yang dibentuk langsung pada produk dan bahan pangan
3. Enkapsulasi yaitu suatu aplikasi yang ditujukan untuk membawa komponen-komponen bahan tambahan makanan tertentu untuk meningkatkan penanganan terhadap suatu produk pangan sesuai dengan yang diinginkan.

II.2. Bahan Baku *Edible film*

Umumnya film yang dibuat dari hidrokoloid memiliki sifat mekanis yang baik, namun tidak efisien sebagai penahan uap air karena bersifat hidrofilik. Untuk mengatasi hal tersebut pada pembuatan *edible film* sering ditambahkan bahan *plasticizer*. Plastik *edible* yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Selama waktu penyimpanan maupun penggunaannya,

plastik *edible* dapat mengalami perubahan sifat, dan tidak diharapkan berlangsung cepat. Sifat mekanik ini dipengaruhi oleh lama penyimpanan plastik *edible*. *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas polimer. *Plasticizer* yang digunakan dapat diambil dari golongan poliol. Sorbitol merupakan salah satu golongan poliol selain gliserol dan manitol. Sorbitol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik (Astuti, 2011). Komponen penyusun *edible film* 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 (Krochta *et al.*, 1994).

a) Hidrokoloid

Hidrokoloid adalah suatu polimer larut dalam air, yang mampu membentuk koloid dan mampu mengentalkan larutan atau mampu membentuk gel dari larutan tersebut. Akhir-akhir ini istilah hidrokoloid yang merupakan 7 kependekan dari koloid hidrofilik ini menggantikan istilah gum karena dinilai istilah gum tersebut terlalu luas artinya. Ada beberapa jenis hidrokoloid yang digunakan dalam industri pangan baik yang alami maupun sintetik. Jika ditinjau dari asalnya, hidrokoloid tersebut diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama, yaitu hidrokoloid utama, hidrokoloid utama termodifikasi, dan hidrokoloid sintetik. Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein atau karbohidrat. Film yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (seperti contoh alginat, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan film berbahan dasar protein antara lain dapat menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein jagung. Film yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak, serta memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga sangat baik digunakan untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur. Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Pemanfaatan dari senyawa yang berantai panjang ini sangat

penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah, dan bersifat nontoksik (Krochta *et al.*, 1994).

b) Lipida

Lipida adalah nama suatu golongan senyawa organik yang meliputi sejumlah senyawa yang terdapat di alam yang semuanya dapat larut dalam pelarut-pelarut organik tetapi sukar larut atau tidak larut dalam air. Pelarut organik yang dimaksud adalah pelarut organik nonpolar, seperti benzen, pentana, dietil eter, dan karbon tetraklorida. Dengan pelarut-pelarut tersebut lipid dapat diekstraksi dari sel dan jaringan tumbuhan ataupun hewan. Film yang berasal dari lipida sering digunakan sebagai penghambat uap air, atau bahan pelapis untuk meningkatkan kilap pada produk-produk kembang gula. Film yang terbuat dari lemak murni sangat terbatas dikarenakan menghasilkan kekuatan struktur film yang kurang baik (Krochta *et al.*, 1994). Karakteristik film yang dibentuk oleh lemak tergantung pada berat molekul dari fase hidrofilik dan fase hidrofobik, rantai cabang, dan polaritas. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin (*wax*) seperti parafin dan carnauba, kemudian asam lemak, monogliserida, dan resin (Hui, 2006). Jenis lilin yang masih digunakan hingga sekarang yaitu carnauba. Alasan mengapa lipida ditambahkan dalam *edible film* adalah untuk memberi sifat hidrofobik (Krochta *et al.*, 1994).

c) Komposit

Komposit film terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit film dapat dalam lapisan satu-satu (*bilayer*), dimana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan film. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Film gabungan antara lipida dan hidrokoloid ini dapat digunakan untuk melapisi buah-buahan dan sayuran yang telah diolah minimal (Krochta *et al.*, 1994)

II.3. Whey Dangke

Dangke merupakan produk olahan susu kerbau secara tradisional yang berasal dari Sulawesi Selatan. Daerah yang terkenal sebagai penghasil dangke di Sulawesi Selatan adalah kabupaten Enrekang kecamatan Baraka, Anggeraja dan Alla'. Dangke diolah dari susu sapi atau susu kerbau yang dipanaskan dengan api kecil sampai mendidih, kemudian ditambahkan koagulan berupa getah pepaya (*papain*) sehingga terjadi penggumpalan

(Ridwan, 2005). Pembuatan dangke dapat dibuat dengan bahan penggumpal alami seperti ekstrak buah pepaya yang mengandung papain (Anggraini *et al.*, 2013). Papain merupakan salah satu enzim proteolitik yang tergolong dalam protease sulfilhidrol (Winarno, 1995; Muchtadi *et al.*, 1992). Papain memutus ikatan peptida pada residu asparagin-glutamin, glutamat-alanin, leusin-valin dan penilalanin-tirosin. Enzim tersebut akan bekerja secara optimal tergantung dari konsentrasi yang diberikan (Rochem, 2011).

Whey merupakan hasil samping dari pembuatan keju, dangke, ataupun tahu susu. Whey dangke merupakan produk samping dari industri pembuatan dangke berupa cairan bening berwarna kuning kehijauan yang diperoleh dari penyaringan dan pengepresan *curd* selama proses pembuatan dangke. Whey mengandung sejumlah zat gizi seperti protein dan laktosa. Setiap produksi 1 kilogram keju dari 10 liter susu akan dihasilkan 8-9 liter whey (Jenie dan Rahayu, 1993). Karakteristik whey dangke dari produk samping pengolahan dangke susu sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Whey Dangke

Komponen	Nilai
Total Padatan (%)	6,95 ± 0,23
Asam Laktat (%)	0,1 ± 0,003
Lemak (%)	0,2 ± 0,05
Protein (%)	0,63 ± 0,009
Laktosa (%)	5,08 ± 0,009
pH (%)	6,31 ± 0,01
Viskositas (poise)	0,19 ± 0,004

Sumber : Fatma, (2012)

Berdasarkan Tabel 1, whey masih memiliki kandungan gizi yang bermanfaat. Potensi pangan dan energi whey akan hilang apabila tidak dimanfaatkan, mengingat whey mengandung sekitar 55% total nutrisi dari susu. Disamping itu menurut Almeida *et al.* (2008), pembuangan whey ke lingkungan dapat menyebabkan polusi lingkungan sekitar karena whey dapat menyebabkan pengaruh kuat terhadap lingkungan. Pengolahan whey dibutuhkan sebagai solusi terhadap pencegahan pencemaran lingkungan dan sekaligus dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesehatan manusia. Salah satu cara untuk mengatasi agar whey tidak terbuang percuma yang dapat menimbulkan polusi lingkungan maka whey seharusnya diolah menjadi produk yang bermanfaat serta bernilai ekonomis tinggi. Whey banyak mengandung protein jenis laktoglobulin sebagai bahan dasar yang baik dalam proses pembuatan *edible film*. *Edible film* dari protein whey memiliki sifat yang baik sebagai pengemas yakni film yang terbentuk transparan, lunak, tidak memiliki bau,

tidak berwarna dan memiliki kemampuan menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya (Awwaly *et al.*, 2010).

II.4. Pektin

Pektin adalah gabungan kompleks polisakarida yang menyusun sepertiga bagian dari substansi dinding sel tanaman tingkat tinggi. Proporsi pektin yang lebih rendah ditemukan dalam rerumpunan. Pektin terkonsentrasi dalam lamela tengah dinding sel, dan jumlahnya semakin menurun pada dinding sel yang berbatasan dengan membran plasma. Pektin sering digunakan sebagai bahan baku kemasan *edible* karena banyak terdapat pada bahan limbah pertanian yang tidak termanfaatkan lagi dan dapat dimodifikasi melalui demetilasi guna memperoleh kemampuan membentuk film yang baik. Seperti kebanyakan polisakarida lainnya, pektin bersifat polidispersi dan polimolekular, komposisinya bervariasi tergantung sumber dan kondisi yang diterapkan pada saat isolasi. Pektin secara utama tersusun oleh unit asam Dgalakturonat (GalA) dengan ikatan α -(1-4) glikosidik. Asam uronat ini memiliki grup karboksil, beberapa di antaranya secara natural berada dalam bentuk metil ester dan sisanya yang telah mengalami modifikasi dengan amonia menjadi grup karboksamide.

Pektin merupakan polimer yang dapat didegradasi sehingga bersifat aman dan ramah lingkungan (Mangiacapra *et al.* 2006). Salah satu komponen penyusun edible film adalah hidrokoloid sehingga pektin dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan edible film (Han and Gennadios 2005). Kemasan dari pektin sangat baik sebagai penghalang terhadap oksigen dan karbondioksida, tetapi kemasan dari pektin memiliki kelemahan seperti mudah rusak/sobek karena memiliki resistensi yang rendah terhadap air serta rendahnya sifat penghalang terhadap uap air yang dikarenakan sifat hidrofilik dari pektin. Semakin besar laju permeabilitas uap air maka produk akan semakin rentan terhadap pertumbuhan mikroba dan perubahan mutu. Selain itu, sifat mekanik lapisan film dari pektin juga kurang baik dikarenakan rendahnya elastisitas film sehingga diperlukan plasticizer untuk meningkatkan karakteristiknya.

Sifat penting pektin adalah kemampuannya membentuk gel. Pektin bermetoksil tinggi membentuk gel dengan gula dan asam, yaitu dengan konsentrasi gula 58-75 % dan pH 2.8-3.5 (Sharma *et al.*, 2006). Pembentukan gel terjadi melalui ikatan hidrogen diantara gugus karboksil bebas dan diantara gugus hidroksil. Pektin bermetoksil rendah tidak mampu membentuk gel dengan asam dan gula, tetapi membentuk gel dengan adanya ion-

ion kalsium. Viskositas gel larutan pektin dipengaruhi oleh derajat polimerisasi pektin, pH larutan, temperatur, adanya elektrolit, konsentrasi pektin, dan lain-lain.

Kualitas pektin dapat dilihat dari efektivitas proses ekstraksi dan kemampuannya membentuk gel pada saat direhidrasi. Pektin dapat membentuk gel dengan baik apabila pektin tersebut memiliki berat molekul, kadar metoksil, dan kadar poligalakturonat yang relatif tinggi. Pektin yang mempunyai kandungan metoksil tinggi dapat membentuk gel dengan gula dan asam. Sedangkan pektin yang memiliki kadar metoksil rendah membentuk gel diperlukan keberadaan ion-ion polivalen. Semakin rendah kadar metoksil pada pektin maka pektin akan sukar larut dalam air, demikian pula sebaliknya semakin tinggi kadar metoksil pada pektin, pektin akan mudah larut dalam air. Pektin teresterifikasi sempurna mengandung gugus metoksil sebesar 16%. Kelarutan pektin akan menurun jika molekulnya dengan adanya perlakuan pemanasan, penambahan gula, atau penambahan alkohol sebelum pektin ditambahkan dengan air (Kertesz, 1951)

Pektin diklasifikasi berdasarkan derajat esterifikasinya (DE). Jika derajat esterifikasi (DE) pektin lebih besar dari 50% maka pektin dikategorikan ke dalam derajat esterifikasi tinggi (*high methoxyl pectin*), sedangkan bila derajat esterifikasinya kurang dari 50% diklasifikasikan ke dalam derajat esterifikasi rendah (*low methoxyl pectin*). Kisaran nilai DE untuk pektin HM komersial adalah 60 -75% dan untuk pektin LM berkisar antara 20 - 40%. Karena kemampuan pektin untuk membentuk gel bergantung pada ukuran molekul dan derajat esterifikasi, pektin yang berasal dari sumber yang berbeda memiliki kemampuan membentuk gel yang berbeda pula. Pektin digunakan dalam makanan terutama karena kemampuan membentuk gel yang dipengaruhi oleh DE. Karakteristik pembentukan gel juga dikaitkan dengan ikatan rantai interpolimer dan pembentukan film yang lebih baik. Pektin akan membentuk film yang lebih baik ketika kondisi pembentukan gel dipenuhi. Berdasarkan DE, pektin HM yang memiliki DE lebih besar dari 69% disebut *rapid-set* (RS) pectin, pektin dengan DE 60-61% disebut *slow-set* (SS) pectin, dan pektin dengan DE 50-60% disebut *extra slow-set pectin*. Ketika kondisi untuk pembentukan gel dipenuhi, pektin RS akan membentuk gel pada suhu yang lebih tinggi, dan bergantung pada laju pendinginan pembentukan gel akan terjadi lebih cepat dibanding pektin SS. Dengan kata lain, pembentukan gel tidak hanya dipengaruhi oleh DE pektin, tetapi juga suhu dan waktu (Nieto, 2009).

Untuk pembentukan gel, pektin HM membutuhkan pH di bawah 3,5 dengan kisaran optimum 2,8-3,0 dan keberadaan padatan gula 60-65%, pemanasan juga diperlukan untuk sepenuhnya menghidrasi dan mengaktivasi molekul pektin. Pengaturan pH diperlukan

untuk protonasi unit asam galakturonat yang tidak teresterifikasi untuk mengurangi muatan negatif dan penolakan antar sesama molekul pektin. Kombinasi konsentrasi gula yang tinggi dan protonasi atau penetralan muatan negatif pada grup asam galakturonat menyebabkan asosiasi intermolekular dari rantai polimer melalui ikatan hidrogen, menghasilkan pembentukan gel. Pektin LM konvensional membutuhkan penambahan kalsium, gula berkisar 20-55% dan pH antara 3,0-5,0 untuk membentuk gel. Pembentukan gel pektin LM dengan jembatan kalsium di antara dua rantai heliks, membentuk struktur yang disebut dengan 'egg-box' *junction zone*. Dibutuhkan minimal 14-20 residu asam galakturonat untuk membentuk *junction zone*. Kekuatan gel meningkat seiring peningkatan Ca^{2+} , tetapi menurun dengan meningkatnya suhu dan keasaman atau penurunan pH di bawah 3,0. Pektin yang diamidasi, sebaliknya, hanya membutuhkan sumber kalsium dan pengaturan pH. Pektin amida ini dapat membentuk gel, baik dalam formula bebas gula maupun dalam formula gula tinggi yang mengandung gula hingga sebesar 80%. Gel yang dihasilkan oleh pektin LM bersifat *thermoreversible*, artinya gel tersebut dapat dicairkan dan dibentuk kembali saat pendinginan. Film dari pektin bersifat tidak terlalu kuat dibanding film dari polisakarida lainnya. Substitusi gugus metil (gugus yang lebih besar dibanding $-COOH$) dan keberadaan cabang pada rantai molekul pektin memberikan formasi yang kurang kompak (Nieto, 2009).

II.5. Asam Stearat

Asam lemak stearat merupakan asam lemak rantai panjang yang terdiri dari rantai hidrokarbon dengan gugus karboksil diujung struktur molekulnya. Struktur hidrokarbon molekul asam stearat yang panjang terdiri dari karbon dan hidrogen yang bersifat non polar tidak berikatan dengan air sehingga bersifat hidrofobik, sedangkan gugus karboksil bersifat polar yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air, sehingga mampu mengikat air dengan kuat bersifat hidrofilik. Apabila asam stearat dilarutkan dalam air, maka bagian molekul yang bersifat hidrofilik akan berikatan dengan air membentuk lapisan monolayer diatas permukaan air dengan bagian hidrofilik dalam air dan rantai hidrofobik berada di atas permukaan air. Adanya gugus hidrofobik pada asam stearat menurunkan nilai transmisi uap air film. Semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak maka semakin meningkat sifat hidrofobik asam lemak. Selanjutnya mobilitas rantai asam lemak juga membantu terjadinya transmisi uap air film, penurunan transmisi uap air terjadi apabila mobilitas rantai menurun. Asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C_{18}) sehingga mempunyai sifat yang paling hidrofobik dan mempunyai mobilitas

rantai yang paling rendah dibandingkan dengan asam laurat (C_{12}) dan asam palmitat (C_{16}). Dengan demikian penambahan asam stearat dalam pembuatan *edibel film* akan menghasilkan nilai transmisi uap air yang paling rendah dibandingkan dengan asam laurat dan asam palmitat (Ayranci dan Tunc, 2001).

Asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C_{18}) sehingga mempunyai sifat yang paling hidrofobik dan mempunyai mobilitas rantai yang paling rendah dibandingkan dengan asam laurat (C_{12}) dan asam palmitat (C_{16}). Dengan demikian penambahan asam stearat dalam pembuatan *edible coating* akan menghasilkan nilai transmisi uap air yang paling rendah dibandingkan dengan asam laurat dan asam palmitat. Asam stearat dikenal juga dengan nama *octadecanoic acid* dan merupakan salah satu asam lemak jenuh yang memiliki jumlah atom karbon (C) sebanyak 18 buah. Asam stearat mempunyai rumus molekul $CH_{36}O$, asam stearat terdapat pada minyak tengkawang dengan kandungan asam sebesar 40-45 %. Asam stearat memiliki titik leleh (*melting point*) pada suhu $70,1^{\circ}C$ dan titik didih (*boiling point*) pada suhu $184^{\circ}C$ (Ayranci dan Tunc, 2001). Hagenmaier dan Shaw (1990) berpendapat bahwa pada pembuatan *edible film* umumnya ditambahkan asam stearat karena asam stearat mempunyai titik leleh (*melting point*) yang tinggi dan bersifat hidrofobik..

II.6. Gliserol Sebagai *Plasticizer*

Plasticizer didefinisikan sebagai zat non volatil, bertitik didih tinggi, yang pada saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut. *Plasticizer* bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk. Pelapis *edible film* harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah, ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu, *plasticizer* dengan berat molekul kecil (nonvolatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan film hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas *edible film* tersebut seperti pati, pektin, gel, dan protein. *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).

Penambahan *plasticizer* penting dalam pembuatan biopolimer film karena *plasticizer* sangat berpengaruh terhadap sifat fisikokimia film. Tujuan utama penambahan *plasticizer* adalah untuk meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan kerapuhan film. Penambahan *plasticizer* mempunyai peranan penting untuk menurunkan gaya intermolekul sepanjang rantai polimer yang akan memperbaiki fleksibilitas dan juga memudahkan film untuk diangkat dari kaca. *Plasticizer* yang umumnya digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol, polietilen glikol 400 (PEG), sorbitol, propilen glikoldan etilen glikol (EG). dengan nama kimia 1,2,3-propanatriol.

Gliserol adalah alkohol terhidrik. Nama lain gliserol adalah gliserin atau 1,2,3-propanetriol dengan rumus kimia adalah C_2H_8O . Gliserol merupakan senyawa alkohol polihidrat dengan tiga buah gugus hidroksil dalam satu molekul yang umumnya disebut alkohol trivalen. Sifat fisik gliserol tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya liquid sirup, meleleh pada suhu $17,8^\circ C$, mendidih pada suhu $290^\circ C$ dan larut dalam air dan etanol. Gliserol bersifat higroskopis, seperti menyerap air dari udara, sifat ini yang membuat gliserol digunakan pelembab pada kosmetik. Gliserol terdapat dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan, lemak nabati dan minyak (Ningsih, 2015). Gliserol termasuk jenis *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, menambah sifat polar dan mudah larut dalam air (Huri dan Nisa, 2014 dalam Ningsih, 2015).

Berat molekul gliserol adalah 92.10 dan titik didih $204^\circ C$ (Winarno, 1992). Gliserol mempunyai sifat mudah larut dalam air, meningkatkan kekentalan larutan, mengikat air dan menurunkan aw. Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada hidrofilik film seperti pektin, gelatin, pati dan modifikasi pati, maupun pada pembuatan *edible film* berbasis protein. Penambahan gliserol akan menghasilkan film yang lebih fleksibel dan halus. Menurut Gontard *et al.* (1993) gliserol dapat meningkatkan permeabilitas film terhadap uap air karena sifat gliserol yang hidrofilik. Adanya gugus polar (-OH) pada rantai *plasticizer* diyakini menghasilkan ikatan hidrogen polimer-*plasticizer* menggantikan interaksi polimer-polimer dalam biopolimer film (Gennadios *et al.* 1993), dimana gugus polar dapat mengabsorpsi dan mengikat air. Ukuran molekul, susunan dan jumlah bilangan fungsional gugus hidroksil dari *plasticizer* dan juga kesesuaian *plasticizer* dengan polimer dapat berpengaruh terhadap interaksi polimer dan *plasticizer*.

Umumnya transmisi uap air melalui film hidrofilik tergantung pada difusifitas dan kelarutan molekul air dalam matriks film (Gontard dan Guilbert,1994). Bertambahnya ruang antar rantai disebabkan masuknya molekul gliserol diantara rantai polimer, menyebabkan meningkatnya difusifitas transmisi uap air melalui film sehingga

mempercepat transmisi uap air. Sifat hidrofilik yang tinggi pada molekul gliserol menyebabkan mudah mengadsorpsi molekul air yang berperan dalam peningkatan transmisi uap air film. *Plasticizer* larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer dan bekerja menurunkan suhu transisi gelas, suhu kristalisasi atau suhu pelelehan dari polimer. *Plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekuler di antara rantai polimer menjadi berkurang (Kester dan Fennema, 1986).

Selain sebagai *plasticizer*, gliserol juga memiliki berbagai fungsi sebagai antimikroba, pelarut, bahan pemanis dan humektan. Gliserol bersifat larut dalam eter, etil asetat, air, metanol dan etanol 95%, agak larut dalam aseton, tetapi praktis tidak larut dalam minyak, kloroform dan benzena (Rowe *et al.*, 2009). Film yang terplastisasi dengan gliserol memiliki struktur yang fleksibel dengan kekuatan tarik yang rendah tetapi menghasilkan WVP yang tinggi.

II.7. Sifat Fisik-Mekanik *Edible film*

II.7.1. Ketebalan *film*

Ketebalan film merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan film dan ukuran plat pencetak. Ketebalan film akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa volatil. Menurut McHugh dan Krochta (1994) ketebalan juga sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film*, seperti *tensile strength*, *elongation*, dan *watervapor transmission rate* (WVTR). Faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film* dan ukuran pelat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *film* akan meningkat. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang.

Edible film dengan gliserol sebagai *plasticizer* mempunyai ketebalan paling tipis jika dibandingkan dengan yang lain, berat molekulnya paling kecil, mempunyai konsentrasi padatan terlarut paling rendah. *Edible film* yang terlalu tebal dapat memberikan efek yang merugikan. Menurut Howard dan Dewi (1995) pelapis yang tebal dapat dapat membatasi pertukaran gas hasil respirasi, sehingga menyebabkan produk mengakumulasi etanol yang cukup tinggi dan meningkatkan *off-flavor*.

II.7.2. *Tensile strength* (MPa) / kuat tarik (%) dan persen pemanjangan

Sifat mekanik *edible film* dinyatakan sebagai kuat tarik dan persen pemanjangan. Kuat tarik (*tensile strength*) adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film sebelum film terputus. Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan film. Makin tinggi konsentrasi *plasticizer* maka makin kecil gaya stress yang dihasilkan sehingga semakin menurun nilai kuat tarik film (Harris, 1999). *Tensile Strength* adalah ukuran untuk kekuatan *film* secara spesifik, merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* tetap bertahan sebelum putus/sobek (Krochta and Mulder-johnston, 1997). Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *film*. Sifat *tensile strength* tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun *edible film* terutama sifat kohesi struktural.

Persen pemanjangan (*elongation*) adalah perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga film terputus. Pada umumnya makin tinggi konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan maka nilai persen pemanjangan suatu film meningkat lebih besar pula. Penambahan *plasticizer* kurang dari 10% tidak berpengaruh nyata pada peningkatan fleksibilitas film, namun penambahan *plasticizer* lebih dari 25% akan menyebabkan film yang terbentuk cenderung lengket. Nilai permeabilitas suatu film mencangkup dua hal, yaitu permeabilitas terhadap uap air dan permeabilitas terhadap berbagai gas. Faktor-faktor penting yang akan mempengaruhi permeabilitas film adalah sifat kimia polimer, struktur dasar polimer dan sifat komponen terserap. Komponen kimia alamiah juga mempunyai peranan penting dalam menentukan ketahanan film yang terbentuk. Misalnya, polimer dengan polaritas tinggi seperti polisakarida dan protein pada umumnya menghasilkan film dengan nilai permeabilitas terhadap uap air yang tinggi, sebaliknya nilai permeabilitas terhadap oksigen yang rendah. Hal ini disebabkan polimer dengan polaritas tinggi mempunyai ikatan hidrogen yang besar. Sebaliknya polimer kimia yang bersifat non polar seperti lipida mempunyai nilai permeabilitas terhadap uap air rendah, namun permeabilitas terhadap oksigen tinggi, sehingga menjadi penahan air yang baik tetapi tidak efektif dalam menahan gas (Callegarin *et al.*, 1997).

II.7.3. Daya larut (%)

Daya larut merupakan salah satu sifat fisik *edible film* yang menunjukkan persentase berat kering terlarut setelah dicelupkan dalam air selama 24 jam (Gontard *et al.*, 1993). Daya larut *film* sangat ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan *film*. *Edible film*

berbahan dasar pati tingkat kelarutannya dipengaruhi oleh ikatan gugus hidroksi pati. Makin lemah ikatan gugus hidroksil pati, makin tinggi kelarutan *film*. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi menunjukkan *film* tersebut mudah dikonsumsi. Kadang-kadang pati mengalami masalah terhadap kelarutannya, dalam hal ini setelah mengalami gelatinisasi. Kelarutan *edible film* juga dipengaruhi oleh gliserol, selain sebagai *plasticizer*.

II.7.4. Kadar Air

Kadar air ialah jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan yang dinyatakan dalam satuan persen atau perbedaan antara berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan. Kadar air suatu bahan dapat dinyatakan dalam dua cara yaitu berdasarkan bahan kering (*dry basis*) dan berdasarkan bahan basah (*wet basis*). Kadar air secara *dry basis* adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat keringnya. Bahan kering adalah berat bahan asal setelah dikurangi dengan berat airnya. Sedangkan kadar air secara *wet basis* adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat bahan mentah (Winarno, 2004). Kadar air merupakan karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air menyebabkan mudahnya bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Haryanto, 1992). Penentuan kadar air dalam bahan pangan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode-metode penentuan kadar air yaitu metode pengeringan (dengan oven biasa), metode distilasi, metode kimia, dan metode khusus seperti refraktometer (Anonim, 2009).

Penentuan kadar air sangat penting dalam banyak masalah industri, misalnya dalam evaluasi *materials balance* atau kehilangan selama pengolahan. Kita harus tahu kandungan air untuk pengolahan optimum. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105–110°C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Untuk bahan yang tidak tahan panas, seperti bahan berkadar gula tinggi, minyak, daging, kecap dan lain-lain pemanasan dilakukan dalam oven vakum dengan suhu yang lebih rendah. Kadang-kadang pengeringan dilakukan tanpa pemanasan, bahan dimasukkan ke dalam eksikator dengan H₂SO₄ pekat sebagai pengering, hingga mencapai berat yang konstan.

II.7.5. Sifat Transmisi Uap Air

Menurut Krochta *et al.* (1994), sifat permeabilitas O₂ film berhubungan dengan kelembaban udara dimana *edibel film* dari bahan baku protein mempunyai ketahanan terhadap gas O₂ yang baik pada kondisi RH yang rendah, akan tetapi jika RH naik maka permeabilitas O₂ juga meningkat. *Edibel film* dari polisakarida dapat menahan O₂ dengan baik pada RH rendah sedangkan dengan bahan baku lemak menunjukkan permeabilitas terhadap O₂ yang sangat tinggi.

Menurut ASTM E96-80, permeabilitas uap air (WVP) adalah kecepatan atau laju transmisi uap air melalui suatu unit luasan bahan yang permukaannya rata dengan ketebalan tertentu sebagai akibat dari suatu perbedaan unit tekanan uap antara dua permukaan tertentu pada kondisi suhu dan kelembaban tertentu. Permeabilitas menyangkut proses pemindahan larutan dan difusi, dimana larutan berpindah dari satu sisi film dan selanjutnya berdifusi ke sisi lainnya setelah menembus film tersebut. Transmisi uap air (WVTR) merupakan slope dari plot jumlah uap air yang hilang tiap waktu dibagi oleh luas film. Kecepatan ketahanan terhadap WVTR ditentukan dalam kondisi ketebalan, suhu dan tekanan gradient parsial uap air diketahui (McHugh dan Krochta, 1994). Menurut Krochta *et al.* (1994) definisi laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang melalui suatu permukaan film persatuan luas. Transmisi uap air terjadi melalui bagian *film* yang bersifat hidrofilik. Permeabilitas uap air juga tergantung pada perbandingan bahan yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik dalam formulasi film. *Edibel film* dari polisakarida mempunyai ketahanan yang rendah terhadap uap air sehingga dalam formulasi film edibel ditambahkan *plasticizer* untuk menurunkan laju transmisi uap air (Hernandez, 1994)

II.8. Tween 80 (Polysorbate) dan Span 80 (Sorbitan monooleat)

Surfaktan merupakan suatu molekul yang sekaligus memiliki gugus hidrofilik dan gugus lipofilik sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari air dan minyak. Aktifitas surfaktan diperoleh karena sifat ganda dari molekulnya. Molekul surfaktan memiliki bagian polar yang suka akan air (hidrofilik) dan bagian non polar yang suka akan minyak/lemak (lipofilik). Bagian polar molekul surfaktan dapat bermuatan positif, negatif atau netral. Sifat rangkap ini yang menyebabkan surfaktan dapat diadsorpsi pada antar muka udara-air, minyak-air dan zat padat-air, membentuk lapisan tunggal dimana gugus hidrofilik berada pada fase air dan rantai hidrokarbon ke udara, dalam kontak dengan zat padat ataupun terendam dalam fase minyak.

Gugus hidrofilik pada surfaktan bersifat polar dan mudah bersenyawa dengan air, sedangkan gugus lipofilik bersifat non polar dan mudah bersenyawa dengan minyak. Di dalam molekul surfaktan, salah satu gugus harus lebih dominan jumlahnya. Bila gugus polarnya yang lebih dominan, maka molekul-molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh air dibandingkan dengan minyak. Akibatnya tegangan permukaan air menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu. Demikian pula sebaliknya, bila gugus non polarnya lebih dominan, maka molekul-molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh minyak dibandingkan dengan air. Akibatnya tegangan permukaan minyak menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu.

Salah satu sifat penting dari surfaktan adalah kemampuan untuk meningkatkan kelarutan bahan yang tidak larut atau sedikit larut dalam medium dispersi. Surfaktan pada konsentrasi rendah, menurunkan tegangan permukaan dan menaikkan laju kelarutan obat (Martinet *et al.*, 1993). Sedangkan pada kadar yang lebih tinggi surfaktan akan berkumpul membentuk agregat yang disebut misel (Shargel *et al.*, 1999). Tween 80 atau Polysorbate 80 merupakan ester oleat dari sorbitol di mana tiap molekul anhidrida sorbitolnya berkopolimerisasi dengan 20 molekul etilenoksida. Tween 80 berupa cairan kental berwarna kuning dan agak pahit. *Polysorbate* digunakan sebagai *emulsifying agent* pada emulsi topikal tipe minyak dalam air, dikombinasikan dengan *emulsifier* hidrofilik pada emulsi minyak dalam air, dan untuk menaikkan kemampuan menahan air pada salep, dengan konsentrasi 1-15% sebagai *solubilizer*. Tween 80 larut dalam air dan etanol (95%), namun tidak larut dalam *mineral oil* dan *vegetable oil*. Aktivitas anti mikroba dari pengawet golongan paraben dapat mengurangi jumlah *polysorbate* (Rowe *et al.*, 2009).

Tween 80 dapat menurunkan tegangan antarmuka antara obat dan medium sekaligus membentuk misel sehingga molekul obat akan terbawa oleh misel larut ke dalam medium (Martinet *et al.*, 1993). Penggunaan surfaktan pada kadar yang lebih tinggi akan berkumpul membentuk agregat yang disebut misel. Selain itu pada pemakaiannya dengan kadar tinggi sampai *Critical Micelle Concentration* (CMC) surfaktan diasumsikan mampu berinteraksi kompleks dengan obat tertentu selanjutnya dapat pula mempengaruhi permeabilitas membran tempat absorpsi obat karena surfaktan dan membran mengandung komponen penyusun yang sama (Attwood & Florence, 1985; Sudjaswadi, 1991).

Span 80 mempunyai nama lain sorbitan monooleat. Pemerianaanya berupa warna kuning gading, cairan seperti minyak kental, bau khas tajam, terasa lunak. Kelarutannya tidak larut tetapi terdispersi dalam air, bercampur dengan alkohol, tidak larut dalam

propilen glikol, larut dalam hampir semua minyak mineral dan nabati, sedikit larut dalam eter. Berat jenis pada 20°C adalah 1 gram. Nilai HLB 4,3. Viskositas pada 25°C adalah 1000 cps (Smolinske, 1992). Span 80 dapat dimasukkan dalam basis tipe parafin untuk membentuk basis tipe anhidrat yang mampu menyerap sejumlah besar air (Anonim, 1988). Ester sorbitan secara luas digunakan dalam kosmetik, produk makanan, dan formulasi sebagai surfaktan nonionik lipofilik. Ester sorbitan secara umum dalam formulasi berfungsi sebagai *emulsifying agent* dalam pembuatan krim, emulsi, dan salep untuk penggunaan topikal. Ketika digunakan sebagai *emulsi fying agent* tunggal, ester sorbitan menghasilkan emulsi air dalam minyak yang stabil dan mikro emulsi, namun ester sorbitan lebih sering digunakan dalam kombinasi bersama bermacam-macam proporsi *polysorbate* untuk menghasilkan emulsi atau krim, baik tipe M/A atau A/M (Rowe *et al.*, 2009).

II.9. Aroma

Aroma adalah rasa dan bau yang sangat subyektif serta sulit diukur, karena setiap orang mempunyai sensitifitas dan kesukaan yang berbeda. Meskipun mereka dapat mendeteksi, tetapi setiap individu memiliki kesukaan yang berlainan (Meilgaard *et al.*, 2000). Banyak sekali jenis aroma yang dapat diterima oleh alat penciuman. Kepekaan pembauan diperlukan dalam jumlah yang lebih rendah daripada indera pengecap/lidah. Dalam banyak hal, enakness makanan ditentukan oleh aroma/bau makanan tersebut. Dalam industri pangan, uji bau sangat penting karena dapat dengan cepat memberikan hasil penilaian penerimaan konsumen terhadap produksi yang dihasilkan.

Senyawa aroma adalah senyawa kimia yang memiliki aroma atau bau. Sebuah senyawa kimia memiliki aroma atau bau ketika dua kondisi terpenuhi yaitu:

1. senyawa tersebut bersifat volatil, sehingga mudah mencapai sistem penciuman di bagian atas hidung, dan
2. perlu konsentrasi yang cukup untuk dapat berinteraksi dengan satu atau lebih reseptor penciuman.

Senyawa aroma dapat ditemukan dalam makanan, anggur, rempah-rempah, parfum, minyak wangi, dan minyak esensial. Disamping itu senyawa aroma memainkan peran penting dalam produksi penyedap, yang digunakan di industri jasa makanan, untuk meningkatkan rasa dan umumnya meningkatkan daya tarik produk makanan tersebut. Flavour dan aroma adalah sensasi yang kompleks dan saling berkaitan. Flavour melibatkan rasa, bau, tekstur, temperatur dan pH. Evaluasi bau dan rasa sangat tergantung pada panel citarasa dan flavour pada makanan selama pengolahan (Lawrie, 1995).

Flavor atau *Essence* adalah kesan sensorik dari makanan atau minuman yang di proses secara kimia (sintetis) agar menyerupai rasa dari bahan alaminya, dan biasanya rasa dari sebuah agen flavor/*essence* ditentukan oleh indera perasa dari penampakan, rasa dan baunya. Indera perasa yang mendeteksi rasa di mulut dan tenggorokan serta suhu dan tekstur dari sebuah flavorist, juga sangat penting dalam menentukan keseluruhan kualitas rasa dari sebuah flavor/*essence* tersebut, dengan demikian, rasa dari sebuah bahan alami dapat diubah menjadi bahan buatan atau bahan sintetis (proses kimia) yang mampu menciptakan kesan rasa yang hampir sama dengan bahan alaminya.

Kebanyakan rasa buatan adalah campuran khusus dan sering terdiri dari senyawa kompleks tunggal dari rasa alami yang digabungkan bersama-sama baik meniru atau meningkatkan rasa dari bahan alaminya. Campuran ini dirumuskan untuk memberikan rasa yang unik dari suatu produk makanan/minuman dan untuk menjaga konsistensi rasa antara *batch* produk yang berbeda atau setelah perubahan resep agar kualitasnya terjaga, berbagai macam senyawa kimia yang dapat dijadikan sebagai flavor/*essence* dari bahan alaminya. Reaksi esterifikasi merupakan reaksi pembentukan ester dengan reaksi langsung antara suatu asam karboksilat dengan suatu alkohol. Suatu reaksi pemadatan untuk membentuk suatu ester disebut esterifikasi. Esterifikasi dapat dikatalis oleh kehadiran ion H^+ . Asam belerang sering digunakan sebagai sebagai suatu katalisator untuk reaksi ini. Pada skala industri, etil asetat di produksi dari reaksi esterifikasi antara asam asetat (CH_3COOH) dan etanol (C_2H_5OH) dengan bantuan katalis berupa asam sulfat (H_2SO_4).

III. METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai Juli 2018 bertempat di Laboratorium Pengolahan Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar, sebagai tempat untuk melakukan penelitian serta beberapa pengujian seperti pengujian ketebalan, kadar air, laju transmisi uap air, serta daya larut air. Sedangkan pengujian lainnya seperti kuat tarik dan persen pemanjangan dilakukan di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan, Makassar.

III.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah termometer, hot plate, cawan petri berdiameter 10 cm, *magnetik stirrer*, batang pengaduk, oven, desikator, gelas piala, timbangan analitik, stopwatch, *ultra-turrax* 24.000 rpm.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquades, *whey* dangke, pektin, gliserol, asam stearat, span dan tween 80, aroma keju.

III.3. Prosedur Pembuatan *Edible Film*

Whey dangke sebanyak 0,9 gram dicampur dengan aquades hingga 100 ml larutan. Larutan tersebut dipanaskan dengan hot plate stirrer dengan suhu 40°C selama 15 menit. Setelah itu, pektin dimasukkan sebanyak 3,6 gram dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit. Larutan tersebut kemudian ditambahkan gliserol sebanyak 1,35 gram (30%) dari total berat kering campuran antara *whey* dangke dan pektin. Dimasukkan asam stearat sesuai perlakuan (0,825% dan 0,125%) lalu diaduk pada suhu 60°C selama 15 menit pada skala yang sama. Setelah itu, tuangkan 20 ml ke dalam cawan petri lalu dikeringkan pada oven suhu 60°C selama 1 hari. Setelah kering, film lalu dilepaskan dan diukur sifat fisik mekanik. Untuk perlakuan penambahan aroma dilakukan pada tahap terakhir setelah semua penyusun *edible film* ditambahkan ke dalam larutan. Penambahan span dan tween 80 masing-masing 0,4 gram dan 0,6 gram juga dilakukan sebelum penambahan aroma. Aroma keju yang ditambahkan pada larutan sebanyak 1% dan 2%. Larutan kemudian dihomogenisasi menggunakan Ultra-Turrax selama 2 menit pada kecepatan 24.000 rpm. Setelah itu, dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 20 ml dan dikeringkan pada oven selama 1 hari pada suhu 60°C. Setelah itu, dilakukan pengujian sifat fisik mekanik *edible film* *whey* dangke/pektin.

III.4. Desain Penelitian

Adapun desain penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi bahan yang digunakan yaitu whey dan ke dan pektin ditambahkan dengan asam stearat dan penambahan aroma sebagai perlakuan penelitian adalah sebagai berikut:

III.4.1. Faktor A Rasio Whey Dan Ke Terhadap Pektin (b/b)

A1 = 1:4

A2 = 2:3

III.4.2. Faktor B Konsentrasi Hidrofob pada *Edible film* (%)

B1 = 0,125

B2 = 0,825

III.4.3. Faktor C Penambahan Aroma (%)

C1 = tanpa penambahan aroma

C2 = penambahan aroma 1%

C3 = penambahan aroma 2%

III.5. Parameter Pengujian

Parameter pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu ketebalan film, kadar air, laju transmisi uap air, kuat tarik dan persen pemanjangan, serta daya larut air.

III.5.1. Ketebalan Film

Ketebalan *edible film* diukur dengan menggunakan *digital caliper* (KRISBOW KW06-422) dengan cara menempatkan film diantara rahang *digital caliper* (ketelitian 200 mm x 8" and 0.01 mm). Setiap sampel film yang akan diuji, ketebalan film akan diukur pada lima titik yang berbeda lalu dihitung reratanya.

III.5.2. Kadar air (AOAC, 1995)

Sampel film ditimbang sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan aluminium (w_1) dikeringkan pada suhu 105°C hingga berat konstan, kemudian ditimbang kembali (w_2). Kadar air dihitung sebagai persentase bobot film yang hilang selama pengeringan.

$$KA = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat konstan}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

III.5.3. Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air ditentukan secara gravimetrik modifikasi dari metode Sukkunta (2005). Sebuah cawan (diameter 0,1075 m²) dan slika gel yang berfungsi sebagai penyerap air ditempatkan dalam cawan sedemikian rupa sehingga permukaan berjarak 3

mm dari film yang diuji, film yang diletakkan kedalam tepi cawan dan disekat dengan menggunakan lilin mainan dengan sedemikian rupa sehingga film tersebut tidak terdapat celah pada tepinya, selanjutnya cawan ditimbang kemudian masukkan kedalam desikator yang berisi garam NaCl sebanyak 200 gram dalam 1 liter air, kemudian ditutup dengan rapat. Kemudian pertambahan berat yang diperoleh oleh cawan diukur setiap interval waktu 0 jam, 8 jam, 24 jam, 32 jam, 48 jam, 56 jam, dan 72 jam untuk menentukan tingkat perpindahan uap air. Nilai laju transmisi uap air dinyatakan dalam g/mm².jam dan dihitung menggunakan rumus menurut Sukkunta (2005).

Nilai WVTR dihitung dengan rumus :

$$WTVR = \frac{\text{Slope (g/jam)}}{\text{Luas Sampel (m}^2\text{)}}$$

III.5.4. Kuat Tarik dan Persentase Pemanjangan

Persen pemanjangan adalah perubahan panjang maksimum yang dapat dialami bahan pada saat mengalami peregangan atau ditarik sampai sebelum bahan itu putus, sedangkan kuat tarik merupakan gaya maksimum yang dapat ditahan *edible film* hingga terputus. Perubahan panjang dapat terlihat apabila *edible film* putus. Persen pemanjangan dan kuat tarik diukur dengan menggunakan alat menggunakan *Universal Testing Machine* (Hung Ta, HT-2010). Sebelum dilakukan pengukuran, film dengan ukuran 2 cm x 10 cm, dengan kedua ujung film dilapisi dengan lakban dan dijepi pada masing-masing pegangan (jarak 60 mm) dengan kecepatan tarikan rendah. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum pada saat film pecah (F) dibagi dengan luas area film (A). Persen pemanjangan ditentukan dengan membagi pemanjangan film pada saat putus (b) dengan panjang awal film (a) dan dikalikan 100.

Kuat tarik dan persentase pemanjangan diukur dengan

$$\text{Kuat Tarik} = \frac{F}{A} \qquad \% \text{ Pemanjangan} = \frac{b}{a} \times 100$$

III.5.5. Daya Larut Air

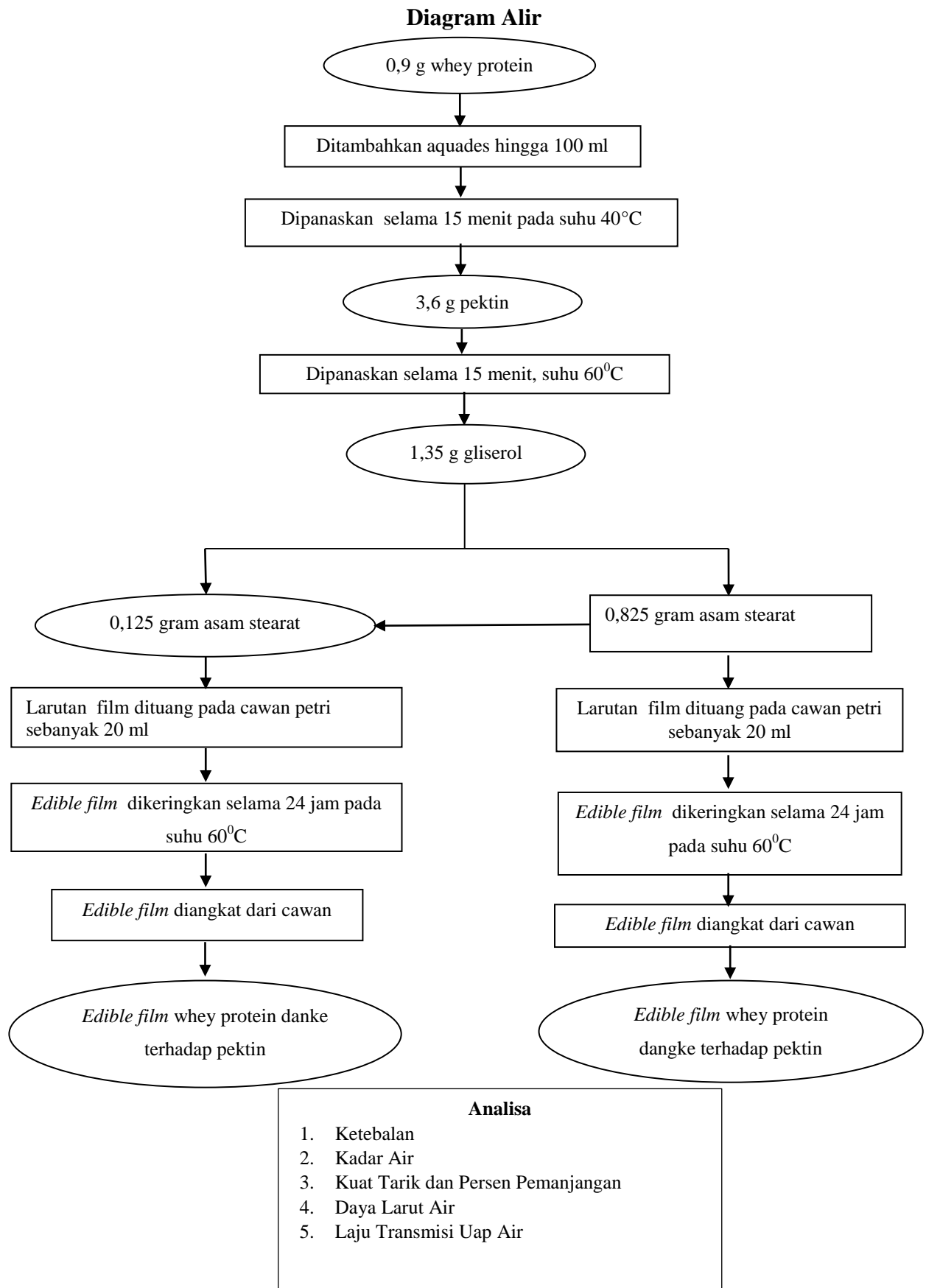
Kelarutan film dalam air diukur sebagai persen berat kering film yang telah dilarutkan dalam air selama 24 jam (Bertuzzi dkk., 2007). Kelarutan film ditentukan menggunakan metode Colla dkk. (2006) yang dimodifikasi dalam Chiumarelli dan Hubinger (2012). Pengujian daya larut dilakukan dengan sampel dipotong ukuran 2 x 2 cm. Sampel dengan kertas saring dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Timbang kertas saring dan sampel secara terpisah lalu tentukan beratnya sebagai berat awal (W1).

Masukkan sampel ke dalam 50 ml. Perendaman dilakukan selama 24 jam, diaduk perlahan-lahan secara periodik. Lakukan penyaringan, kemudian kertas saring dan film tidak larut dikeringkan 105°C selama 24 jam, setelah itu sampel ditimbang (W_2) untuk menentukan bahan kering yang tidak larut dalam air. Nilai daya larut air dapat dihitung dengan rumus:

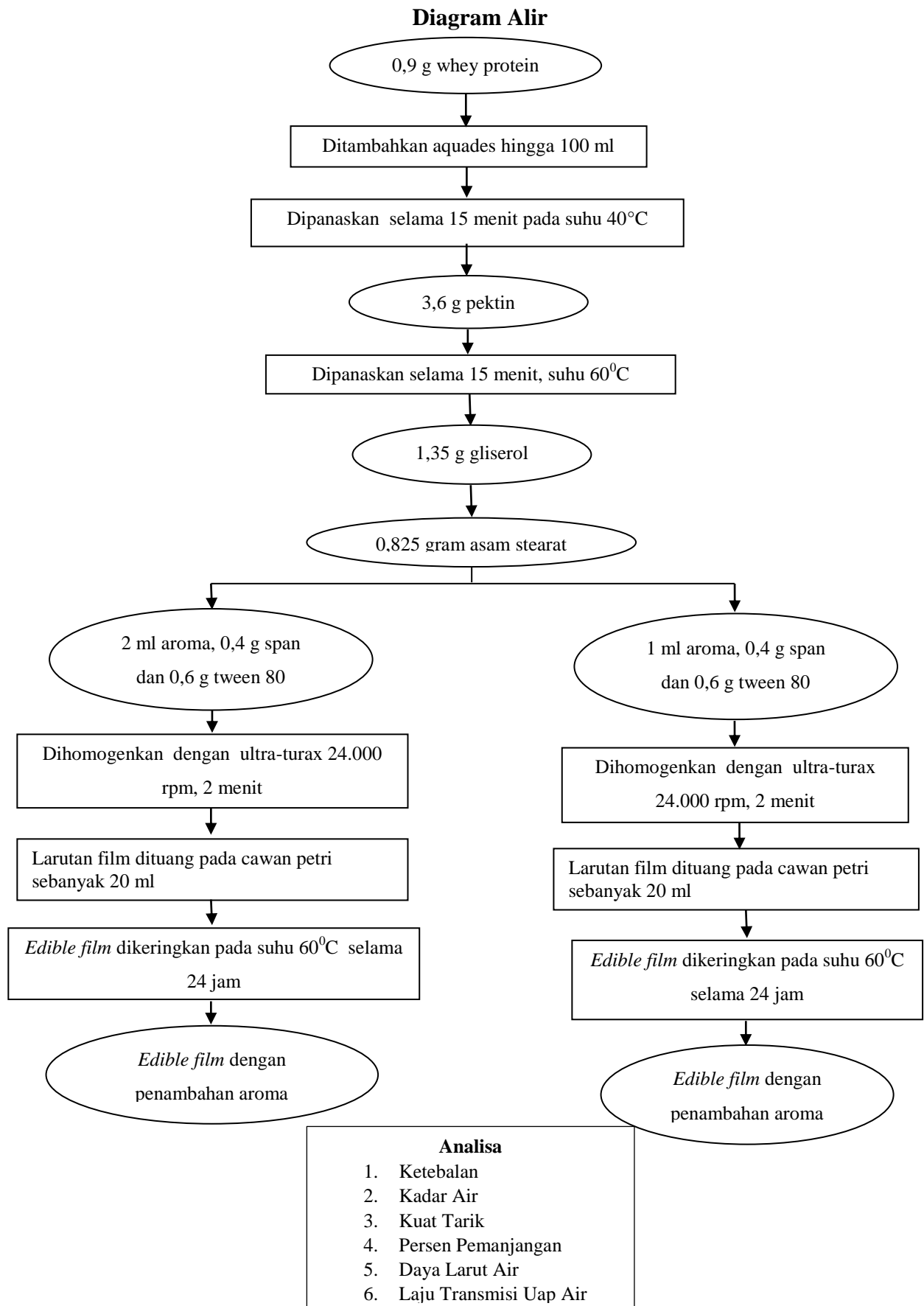
$$\text{Daya Larut Air (\%)} : \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

III.6. Rancangan Penelitian

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Full Factorial Design* dengan 3 faktor yaitu faktor A (rasio whey danke terhadap pektin), faktor B (konsentrasi asam stearat), dan faktor C (penambahan aroma) dengan 3 kali ulangan. Apabila berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk mengetahui faktor yang berbeda nyata. Kemudian analisis data menggunakan program SPSS 16.0 (*For Windows*) untuk melihat pengaruh peran hidrofob (asam stearate) dan ratio konsentrasi whey protein terhadap pektin.



Gambar 01. Diagram Alir *Edible Film* dengan Penambahan Asam Stearat



Gambar 02. Diagram Alir *Edible Film* dengan Penambahan Aroma Keju

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Edible film yang sudah banyak beredar umumnya berasal dari bahan protein, misalnya film dari kolagen, gelatin, protein jagung (*corn zein*), protein gandum (wheat gluten), protein kedelai (soy protein), kasein, dan film dari protein whey. Film dengan bahan dasar protein biasanya diperoleh dari pencetakan dan pengeringan. *Edible film* berpotensi untuk mengontrol perpindahan massa sehingga dapat mempertahankan kualitas makanan dan memperpanjang masa simpan makanan (Guilbert, 1986). *Edible film* yang disintesis pada penelitian ini menggunakan bahan dari whey dan ke dan pektin. Whey dan ke merupakan hasil samping pengolahan dan ke yang belum dimanfaatkan dengan baik. Whey dan ke memiliki kandungan laktosa $\pm 5,08\%$, protein $\pm 0,63\%$ dan lemak $\pm 0,2\%$ (Fatma, 2012). Kandungan nutrisi whey cukup tinggi sehingga telah banyak dilakukan penelitian pemanfaatan whey. Salah satu upaya pemanfaatan whey dan ke yaitu dijadikan salah satu bahan dasar dalam pembuatan *edible film*. Selain whey dan ke, bahan lain yang digunakan dalam pembuatan *edible* ini adalah pektin karena sifat permeabilitasnya yang selektif dari polimer tersebut terhadap oksigen dan karbondioksida. Dan untuk memperkecil permeabilitasnya, terhadap uap air maka dalam polimer sering ditambahkan asam lemak, seperti yang digunakan pada penelitian ini yaitu asam stearat. Asam stearat merupakan asam lemak rantai panjang yang terdiri dari rantai hidrokarbon dengan gugus karboksil diujung struktur molekulnya. Struktur hidrokarbon molekul asam stearat yang panjang terdiri dari karbon dan hidrogen yang bersifat nonpolar tidak berikatan dengan air, sehingga bersifat hidrofobik. Sedangkan gugus karboksil bersifat polar yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air, sehingga mampu mengikat air dengan kuat bersifat hidrofilik. Apabila asam stearat dilarutkan dalam air, maka bagian molekul yang bersifat hidrofilik akan berikatan dengan air membentuk lapisan monolayer di atas permukaan air dengan bagian hidrofilik dalam air dan rantai hidrofobik berada di atas permukaan air. Adanya gugus hidrofobik pada asam stearat menurunkan nilai transmisi uap air film. Untuk memperbaiki sifat plastik maka ditambahkan berbagai jenis tambahan atau aditif. Bahan tambahan ini sengaja ditambahkan dan berupa komponen bukan plastik yang diantaranya berfungsi sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan tambahan yang diberikan pada waktu proses agar plastik lebih halus dan luwes. Fungsinya untuk memisahkan bagian-bagian dari rantai molekul yang panjang. Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada film hidrofilik, seperti pektin, pati, gel, dan modifikasi pati, maupun pembuatan *edible*

film berbasis protein. Gliserol merupakan suatu molekul hidrofilik yang relatif kecil dan mudah disisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amida dan protein gluten. Hal ini berakibat pada penurunan interaksi langsung dan kedekatan antar rantai protein. Selain itu, laju transmisi uap air yang melewati film gluten yang dilaporkan meningkat seiring dengan peningkatan kadar gliserol dalam film akibat dari penurunan kerapatan jenis protein.

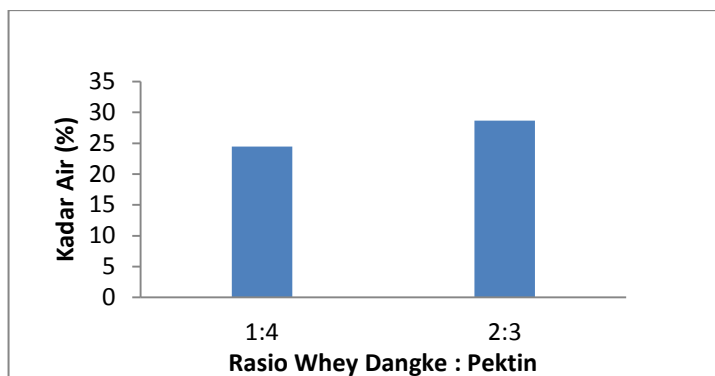
IV.1. Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100 persen (Syarif dan Halid, 1993). Kandungan air dalam bahan pangan sangat berperan sebagai pelarut dalam bahan pangan itu sendiri. Kadar air suatu bahan pangan juga sangat berperan dalam menentukan kualitas dan masa simpan bahan pangan. Air sering berperan dalam sebagai pelarut dalam bahan pangan, kadar air diharapkan dari *edible film* yang dihasilkan dari penelitian adalah kadar air yang rendah. Semakin tinggi nilai kadar air *edible film* maka kesempatan untuk melindungi bahan pangan akan semakin rendah. Begitupun sebaliknya, semakin rendah nilai kadar air maka kesempatan untuk melindungi bahan pangan akan semakin tinggi. Oleh karena itu, dalam pembuatan *edible film* ini pun diharapkan dapat diperoleh hasil kadar air yang rendah. Pada pengukuran kadar air bahan pangan, air yang terukur adalah air bebas dan air teradsorpsi (Legowo, 2004). Kadar air ini berpengaruh terhadap daya simpan, hal ini dikarenakan ada kaitannya dengan aktivitas metabolisme selama *edible film* disimpan.

Tabel 02 menunjukkan hasil analisis ANOVA kadar air *edible film* whey dangke/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju :

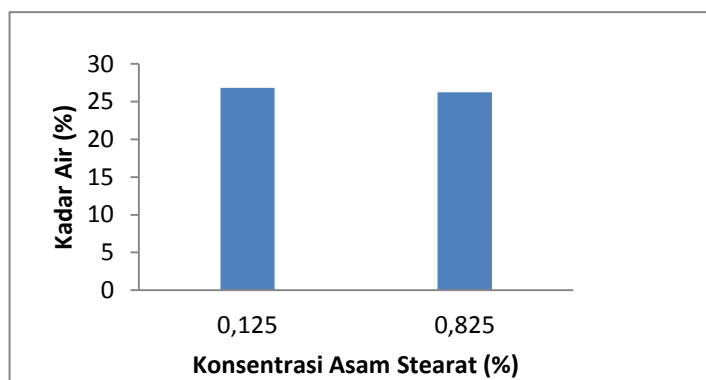
Tabel 02. Hasil ANOVA Kadar Air *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikasi
Rasio	80,482	93,887	0,000
Asam Stearat	21,525	25,110	0,000
Aroma	18,973	22,133	0,000
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	23,932	27,918	0,000



Grafik 01. Pengaruh Rasio terhadap Kadar Air.

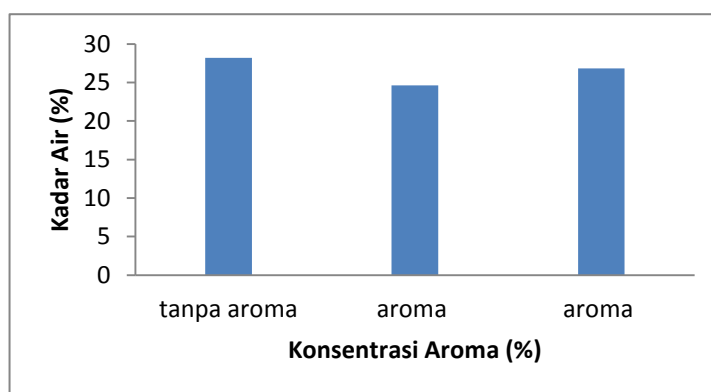
Berdasarkan hasil analisis ANOVA (tabel 02) menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan rasio whey dangke dan pektin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air dan berdasarkan uji T Test menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$), dimana hasil kadar air *edible film* pada rasio whey dangke terhadap pektin 2:3 lebih tinggi dengan nilai rata-rata 28,64% dibandingkan dengan rasio whey danke terhadap pektin 1:4 dengan nilai rata-rata 24,46% (grafik 01). Ini disebabkan karena bahan dasar penyusun *edible film* yaitu whey dangke dan pektin sebagai bahan dasar membawa padatan terlarut dalam larutan pembuatan *edible film* yang menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen antar molekul penyusun *edible film* (Rangel-Marron *et al.*, 2013). Selain itu, hal tersebut diduga terjadi karena sifat dari molekul whey dangke dan pektin yang hidrofilik sehingga makin tinggi konsentrasi bahan yang ditambahkan makin tinggi pula kadar air dari *edible film*. Air dalam *edible film* akan terperangkap oleh ikatan polimer yang terbentuk, semakin besar kadar bahan yang digunakan, semakin kuat pula ikatan polimer untuk merangkap air dalam *edible film*.



Grafik 02. Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat Terhadap Kadar Air.

Penambahan konsentrasi asam stearat pada *edible film* whey dangke dan pektin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air *edible film* (Tabel 02), namun pada uji T

Test menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). *Edible film* dengan konsentrasi asam stearat 0,825% memiliki kandungan air yang lebih rendah dengan nilai rata-rata 26,25% dibandingkan penambahan asam stearat dengan konsentrasi 0,125% yang memiliki nilai rata-rata 26,84% (grafik 01). Peningkatan konsentrasi asam stearat pada pembuatan *edible film* cenderung menurunkan kadar air *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena struktur hidrokarbon molekul asam stearat yang panjang terdiri dari karbon dan hidrogen yang bersifat non polar tidak berikatan dengan air sehingga bersifat hidrofobik, sedangkan gugus karboksil bersifat polar yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air, sehingga mampu mengikat air dengan kuat bersifat hidrofilik. Apabila asam stearat dilarutkan dalam air, maka bagian molekul yang bersifat hidrofilik akan berikatan dengan air membentuk lapisan monolayer di atas permukaan air dengan bagian hidrofilik dalam air dan rantai hidrofobik berada di atas permukaan air. Ayranci dan Tunc (2001) melaporkan bahwa semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak maka semakin meningkat sifat hidrofobik asam lemak.



Grafik 03. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Kadar Air.

Hasil analisis ANOVA juga menunjukkan bahwa perlakuan penambahan aroma keju pada *edible film* yang dihasilkan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air. Namun, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata perlakuan tanpa aroma dan konsentrasi aroma 2% tetapi berbeda nyata pada konsentrasi 1%. Hal ini disebabkan karena aroma yang digunakan bersifat hidrofilik sehingga aroma tersebut mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen yang kuat sehingga mengurangi jumlah air bebas pada film. Penambahan aroma akan meningkatkan jumlah polimer yang akan menyusun matriks film. Semakin besar polimer yang menyusun matriks film menyebabkan jumlah air yang tertinggal didalam jaringan film akan semakin rendah.

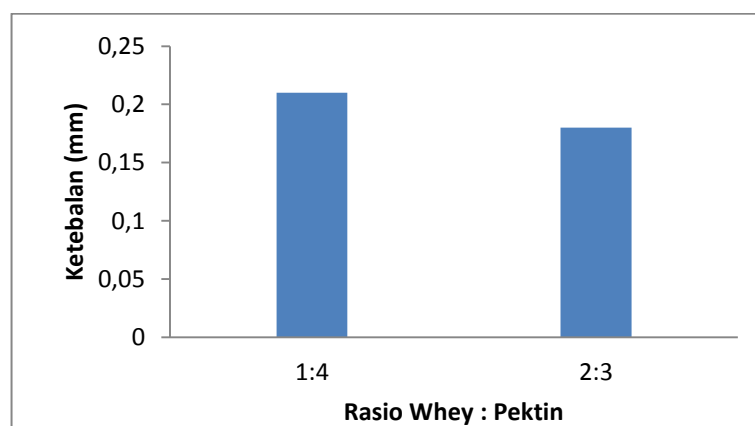
IV.2. Ketebalan

Ketebalan adalah tebalnya *edible film* yang dihasilkan setelah pengeringan. Ketebalan dapat mempengaruhi laju transmisi uap air *edible film* sedangkan nilai ketebalan dapat dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi penyusun *edible film*, jumlah larutan yang dituang pada cetakan dan juga alat cetakan *edible film* yang digunakan. Menurut Dewi (1995), faktor yang dapat mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk film dan ukuran pelat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan film akan meningkat. Sebagai kemasam, semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Sifat fisik ketebalan *edible film* dipengaruhi konsentrasi larutan dan plat kaca pencetak yang digunakan.

Tabel 03 menunjukkan hasil analisis ANOVA ketebalan *edible film* whey dangke/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju :

Tabel 03. Hasil ANOVA Ketebalan *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikasi
Rasio	0,006	22,453	0,000
Asam Stearat	5,444E-6	0,019	0,891
Aroma	0,003	9,347	0,001
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	0,002	5,335	0,012

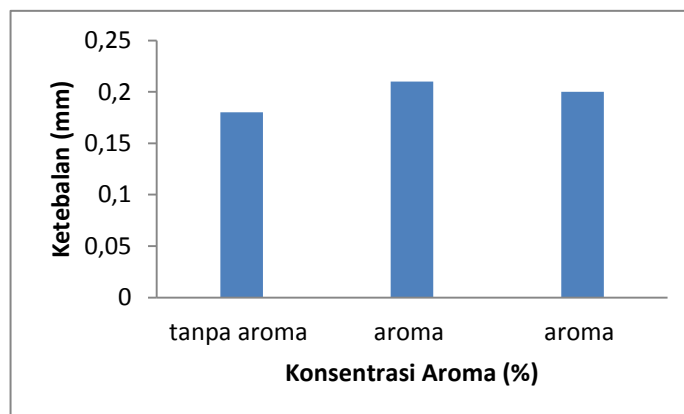


Grafik 04. Pengaruh Rasio terhadap Ketebalan.

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan rasio whey dangke dan pektin berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap *edible film*, dan berdasarkan uji T Test menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Grafik 04 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air rasio 1:4 lebih tinggi dengan nilai rata-rata 0,21 mm dibandingkan dengan rasio 2:3 dengan nilai

rata-rata 0,18 mm. Ini disebabkan karena ketebalan dapat dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi penyusun *edible film*. Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Adanya bahan penyusun polimer matriks film akan meningkatkan total padatan terlarut dalam larutan film, sehingga *edible film* yang diperoleh akan semakin besar. Ningsih (2011), menyatakan bahwa jumlah padatan yang meningkat dalam larutan menjadikan polimer-polimer semakin banyak, dimana polimer-polimer tersebut adalah penyusun *edible film*.

Analisis ANOVA juga menunjukkan bahwa perlakuan penambahan asam stearat tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap ketebalan *edible film*. Namun apabila asam stearat dilarutkan dalam air, maka bagian molekul yang bersifat hidrofilik akan berikatan dengan air membentuk lapisan monolayer di atas permukaan air dengan bagian hidrofilik dalam air dan rantai hidrofobik berada di atas permukaan air. Senyawa hidrofobik seperti asam stearat bisa membentuk *edible film* yang lebih tebal (Taqi *et al.* 2011). Selain itu, ketebalan *edible film* juga dipengaruhi oleh sifat kekentalan (viskositas). Adanya sifat penyerapan air oleh bahan-bahan mempengaruhi kekentalan larutan *edible film* sehingga juga meningkatkan ketebalan *edible film*.



Grafik 05. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Ketebalan.

Hasil analisis ANOVA yang tersaji pada Tabel 03 juga menunjukkan bahwa perlakuan penambahan aroma berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap ketebalan *edible film*. Namun, hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata pada perlakuan konsentrasi aroma 1% dan 2% tidak berbeda nyata tetapi berbeda nyata pada perlakuan tanpa aroma. Hal ini disebabkan karena campuran *edible film* yang berisi komposisi bahan yang maksimal, maka akan didapatkan larutan yang sangat kental dan memiliki ketebalan

yang lebih dari pada komposisi yang lain, sehingga dengan adanya penambahan aroma pada pembuatan *edible film* menyebabkan meningkatnya padatan terlarut pada larutan pembentuk *edible film* yang mengakibatkan ketebalan *edible film* yang dihasilkan juga semakin meningkat. Serta adanya sifat penyerapan air oleh bahan-bahan juga mempengaruhi ketebalan *edible film*. Selain pengaruh total padatan, ketebalan *edible film* juga dipengaruhi oleh sifat kekentalan (viskositas) serta penyusun dari polimer tersebut.

IV.3. Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air adalah jumlah uap air yang melalui suatu permukaan film persatuan luas. Transmisi uap air terjadi melalui bagian film yang bersifat hidrofilik. Permeabilitas uap air juga tergantung pada perbandingan bahan yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik dalam formulasi film. *Edible film* dari polisakarida mempunyai ketahanan yang rendah terhadap uap air sehingga dalam formulasi film edibel ditambahkan *plasticizer* untuk menurunkan laju transmisi uap air (Hernandez, 1994). Perpindahan uap air dalam pangan dapat memberi pengaruh yang merugikan pada tekstur, nilai nutrisi, daya jual, dan higienitas pangan. *Edible film* diharapkan dapat digunakan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang merugikan tersebut. Oleh sebab itu, nilai laju transmisi uap air yang diharapkan dari *edible film* yang dihasilkan adalah yang bernilai rendah. Whey dangke dan pektin merupakan salah satu bahan dalam pembuatan *edible film* yang tergolong polisakarida dan umumnya merupakan bahan yang buruk daya tahannya terhadap uap air. Sifat whey dangke yang hidrofilik menyebabkan *edible film* yang dihasilkan dapat dengan mudah menyerap uap air, maka dari itu dibutuhkan senyawa hidrofob atau minyak untuk menurunkan tingginya permeabilitas uap air pada *edible film*.

Tabel 04 menunjukkan hasil analisis ANOVA laju transmisi uap air *edible film* whey dangke/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju

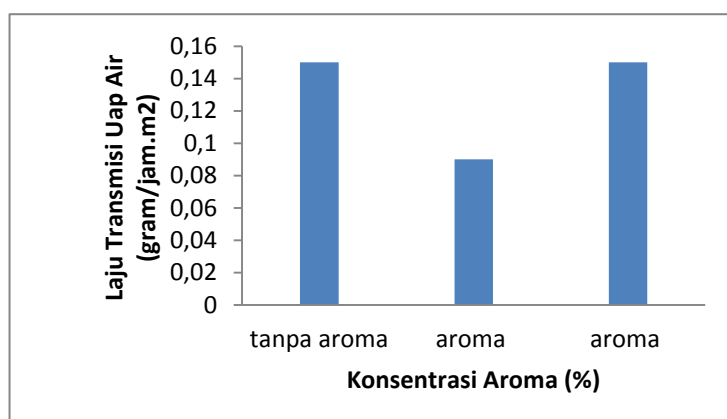
Tabel 04. Hasil Analisis ANOVA Laju Transmisi Uap Air *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikasi
Rasio	2,500E-9	0,038	0,848
Asam Stearat	2,500E-9	0,037	0,848
Aroma	1,608E-6	24,117	0,000
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	1,444E-8	0,217	0,807

Hasil analisis ANOVA pada tabel 04 menunjukkan bahwa perlakuan rasio whey dangke dan pektin tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap laju transmisi uap air *edible*

film. Hal ini disebabkan karena film dari pektin bersifat tidak terlalu kuat dibanding film dari polisakarida lainnya. Substitusi gugus metil (gugus yang lebih besar dibanding –COOH) dan keberadaan cabang pada rantai molekul pektin memberikan formasi yang kurang kompak sehingga memperbesar rongga dalam gel yang terbentuk. Semakin besar matriks film yang terbentuk akan meningkatkan laju transmisi uap air karena akan mudah untuk ditembus uap air.

Analisis ANOVA menunjukkan perlakuan penambahan asam stearat tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap transmisi uap air *edible film*. Hal ini dikarenakan apabila asam stearat dilarutkan dalam air, maka bagian molekul yang bersifat hidrofilik akan berikatan dengan air membentuk lapisan monolayer di atas permukaan air dengan bagian hidrofilik dalam air dan rantai hidrofobik berada di atas permukaan air. Transmisi uap air terjadi melalui bagian *film* yang bersifat hidrofilik. Permeabilitas uap air juga tergantung pada perbandingan bahan yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik dalam formulasi.



Grafik 06. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Laju Transmisi Uap Air.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan aroma keju berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Namun uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata pada perlakuan tanpa aroma dan konsentrasi aroma 2% tetapi berbeda nyata pada konsentrasi aroma 1%. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah polimer pembentuk film dengan meningkatkan total padatan dan jumlah polimer yang meningkat, akan memperkecil rongga dalam gel yang terbentuk, sehingga dapat terbentuk *edible film* yang tebal. Semakin tebal dan rapat matriks film yang terbentuk akan mengurangi laju transmisi uap air karena sulit untuk ditembus uap air.

IV.4. Daya Larut Air

Kelarutan merupakan tolak ukur untuk suatu film dapat larut ketika akan dikonsumsi dan juga untuk menentukan *edible film* ketika akan dijadikan atau digunakan untuk pengemasan. Kelarutan *edible film* untuk menunjukkan integritas *edible film* dalam lingkungan cair. Persentase kelarutan suatu *edible film* bisa digunakan sebagai indikator untuk mengukur ketahanan air, integritas film dan kemampuan *biodegradable* dari *edible film* tersebut ketika digunakan sebagai bahan pengemas. *Edible film* dengan kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa ketahanan film terhadap air lebih rendah, serta menunjukkan sifat hidrofilisitas *edible film* tersebut. Kelarutan *edible film* sangat ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan *edible film*. Kelarutan dalam air merupakan indikasi dari hidrofilisitas suatu *edible film* (Ma *et al.* 2012). Whey dan ke/pektin memiliki sifat yang hidrofilik. Kelarutan whey dan ke/pektin dalam air juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya temperatur, pH, kehadiran jenis ion tandingan dan zat-zat terlarut lainnya (Imeson 2010). Keberadaan asam stearat dengan konsentrasi tertentu dapat menurunkan kelarutan *edible film* dalam air, karena sifatnya yang hidrofobik. Keberadaan *plasticizer* juga berpengaruh terhadap kelarutan dari *edible film*, dimana *plasticizer* yang bersifat hidrofilik bisa meningkatkan kelarutan *edible film* dalam air. *Plasticizer* gliserol dapat meningkatkan kelarutan dari *edible film*, hal ini selain dikarenakan sifatnya yang hidrofilik, gliserol juga memiliki berat molekul yang lebih kecil (dibandingkan dengan sorbitol) sehingga memungkinkan untuk interaksi yang lebih mudah dengan rantai polimer, yang menyebabkan peningkatan afinitas terhadap air (Mali *et al.* 2005; Tong *et al.* 2013).

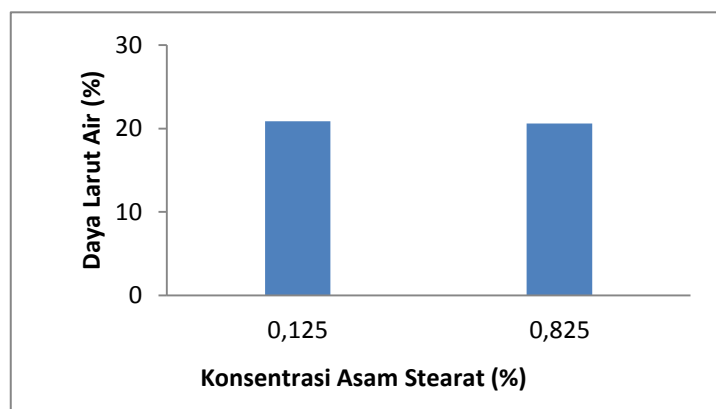
Tabel 05 menunjukkan hasil analisis ANOVA daya larut air *edible film* whey dan ke/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju :

Tabel 05. Hasil Analisis ANOVA Daya Larut Air *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikansi
Rasio	13,345	0,107	0,747
Asam Stearat	633,517	5,066	0,034
Aroma	8514,226	68,084	0,000
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	18,744	0,150	0,862

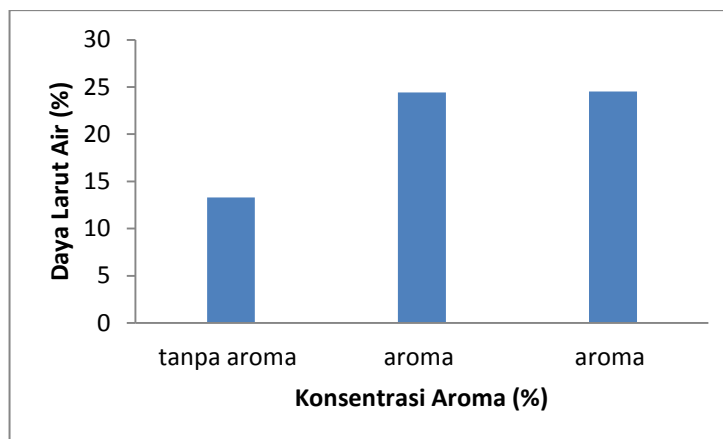
Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan rasio whey dan ke/pektin tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap daya larut air. Komponen penyusun *edible film* yaitu whey dan ke/pektin bersifat hidrofilik yang memiliki kemampuan untuk larut dalam air, dan akan mudah membentuk interaksi yang kuat dengan air dengan membentuk

ikatan hidrogen. Sehingga mengakibatkan persentase kelarutan semakin tinggi dengan adanya komponen hidrofilik penyusun matriks *edible film*. Selain itu, penyusun lain dari pembuatan *edible film* adalah gliserol. Menurut Cuq *et al.* (1997), pengaruh penambahan *plasticizer* seperti gliserol pada rantai protein memungkinkan terjadinya pembentukan interaksi baru atau ikatan baru pada rantai protein dengan berat molekul rendah dan mempengaruhi jaringan protein dengan menurunnya kandungan rantai bebas. Selain itu, bahan *plasticizer* umumnya banyak mengandung komponen yang bersifat hidrofilik sehingga menyebabkan sifat film menjadi berubah. Bahan *plasticizer* seperti gliserol semakin banyak yang ditambahkan akan meningkatkan keregangkan dan fleksibilitas tetapi menurunkan elastisitas dan sifat pertahanan film (Galiotta *et al.*, 1998).



Grafik 07. Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat terhadap Daya Larut Air.

Analisis ANOVA juga menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam stearat berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya larut air *edible film*, namun pada uji T Test menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Nilai rata-rata pada grafik 07 menunjukkan bahwa *edible film* dengan konsentrasi 0,825% memiliki kelarutan yang rendah dengan nilai rata-rata 20,61% dibandingkan dengan konsentrasi 0,125% dengan nilai rata-rata 20,87%. Penambahan asam stearat secara nyata mampu menurunkan kelarutan *edible film*. Hal ini disebabkan keberadaan asam stearat dapat menurunkan kelarutan *edible film* dalam air, karena sifatnya yang hidrofobik tidak mudah larut dalam air. Oleh karena itu, semakin tinggi sifat hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya juga akan semakin tinggi. Sehingga dengan adanya penambahan asam stearat yang bersifat hidrofobik menghasilkan kelarutan yang rendah.



Grafik 08. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Daya Larut Air *Edible film*.

Berdasarkan analisis ANOVA penambahan aroma pada pembuatan *edible film* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya larut air. Namun uji lanjut Duncan menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan konsentrasi aroma 1% dan 2% tetapi berbeda nyata pada perlakuan tanpa aroma. Hal ini disebabkan karena aroma yang ditambahkan memiliki sifat hidrofilik yang sama dengan sifat bahan penyusun lainnya. Komponen aroma yang bersifat hidrofilik memiliki kemampuan untuk larut dalam air, sehingga akan mudah membentuk interaksi yang kuat dengan air dengan membentuk ikatan hidrogen, yang menyebabkan persentase kelarutan semakin tinggi seiring meningkatnya komponen hidrofilik penyusun matriks *edible film*. Sehingga dengan adanya penambahan aroma pada *edible film* yang dibuat, daya larut air yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan *edible film* tanpa penambahan aroma.

IV.5. Kuat Tarik

Kuat tarik (tensile strength) didefinisikan sebagai kekuatan maksimum bahan yang diberikan gaya tarik/tegangan hingga bahan tersebut mengalami perubahan bentuk (deformasi). Pengukuran kuat regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang. Hasil pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan jumlah senyawa hidrofob yang ditambahkan pada proses pembuatan *edible film*. Penambahan senyawa hidrofob akan menghasilkan *edible film* dengan kuat tarik yang lebih rendah (Layuk, Djagal dan Haryadi, 2002). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi penambahan asam stearat maka nilai kuat tarik *edible film* akan semakin menurun.

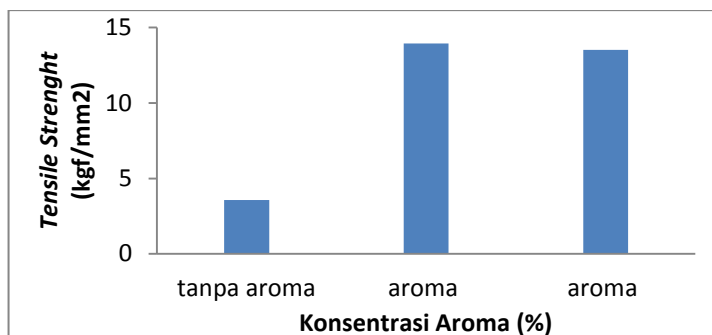
Tabel 06 menunjukkan hasil analisis ANOVA kuat tarik *edible film* whey danke/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju :

Tabel 06. Hasil Analisis ANOVA Kuat Tarik *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikasi
Rasio	63,638	3,525	0,073
Asam Stearat	38,767	2,147	0,156
Aroma	196,521	10,886	0,000
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	15,698	0,870	0,432

Berdasarkan tabel 06 menunjukkan bahwa rasio penambahan whey danke dan pektin tidak pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena komponen penyusun matriks film termasuk komponen hidrofilik yang menyebabkan terbentuknya ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hidrogen. Bahan penyusun matriks film akan meningkatkan nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan karena akan meningkatkan kekuatan gel sehingga matriks film akan semakin kompak dan menghasilkan kuat tarik *edible film* yang besar. Sifat fleksibilitas *edible film* juga dapat dipengaruhi oleh polaritas senyawa pembentuknya. Senyawa yang bersifat polar menyebabkan terjadinya ikatan antar air-polimer, sehingga ikatan antar polimer menjadi berkurang dan fleksibilitas meningkat.

Berdasarkan analisis ANOVA menunjukkan bahwa penambahan asam stearat tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kuat tarik *edible film*. Hal ini karena asam stearat menyebabkan film menjadi keruh dan lebih rapuh, sehingga dengan gaya tarik yang kecil telah dapat memutuskan film. Sesuai dengan Prasetyaningrum dkk., (2010) yang menyatakan bahwa penambahan lipid semakin tinggi menurunkan kuat tarik, hal ini disebabkan lipid tidak memiliki kelarutan yang baik terhadap air pada saat pembuatan larutan *edible film*. Sifat lipid non polar tidak dapat larut dengan baik pada pelatut air yang bersifat polar. Sehingga ikatan yang terjadi tidak terbentuk dengan baik dan menurunkan kuat tarik.



Grafik 09. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Kuat Tarik *Edible film*.

Berdasarkan analisis ANOVA menunjukkan bahwa dalam penelitian ini perlakuan penambahan aroma berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kuat tarik *edible film* yang dihasilkan. Namun, uji lanjut Duncan menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan konsentrasi aroma 1% dan 2% tetapi berbeda nyata dengan perlakuan tanpa aroma. Hal ini disebabkan karena aroma yang digunakan memiliki sifat hidrofilik. Karena sifatnya yang hidrofilik sehingga mampu meningkatkan ikatan hidrogen antara aroma dengan polimer bahan dasar penyusun *edible film* yang digunakan. Meningkatnya ikatan hidrogen dalam larutan juga dapat meningkatkan struktur *edible film* yang dihasilkan sehingga kuat tarik pun semakin meningkat.

IV.6. Persen Pemanjangan (*Elongation*)

Elongation merupakan penambahan panjang bahan materi film dari panjang awal pada saat mengalami penarikan hingga putus (Krochta dan de Mulder Johnston, 1997). Persen pemanjangan merupakan sifat mekanik yang erat hubungannya dengan sifat fisik film. Elongasi menunjukkan perubahan panjang maksimum film saat memperoleh gaya tarik hingga film terputus (Krisna, 2011). *Elongation* menunjukkan perubahan panjang film maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai film putus dibandingkan dengan panjang awalnya. *Elongation* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Krochta dan De Muller-Johnson, 1997).

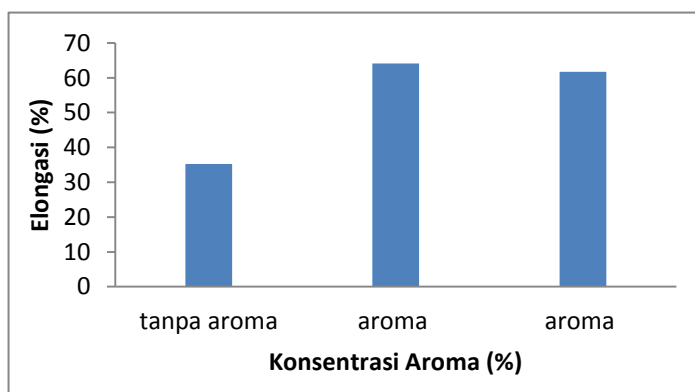
Tabel 07 menunjukkan hasil analisis ANOVA persen pemanjangan *edible film* whey dange/pektin dengan penambahan asam stearat dan aroma keju :

Tabel 07. Hasil Analisis ANOVA Persen Pemanjangan *Edible Film*

Sumber	Kuadrat Rata-rata	F _{hitung}	Signifikasi
Rasio	81,800	1,605	0,217
Asam Stearat	137,609	2,701	0,113
Aroma	15651,745	307,167	0,000
Interaksi Rasio*Asam Stearat*Aroma	112,996	2,218	0,131

Dilihat dari hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan rasio tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap persen pemanjangan *edible film*. Hal ini disebabkan karena komponen penyusun matriks film termasuk komponen hidrofilik yang menyebabkan terbentuknya ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hidrogen. Sifat fleksibilitas *edible film* dapat dipengaruhi oleh polaritas senyawa pembentuknya. Senyawa yang bersifat polar menyebabkan terjadinya ikatan antar air-polimer, sehingga ikatan antar polimer menjadi berkurang dan fleksibilitas meningkat. Selain itu, gliserol yang ditambahkan dalam larutan *edible film* berfungsi sebagai *plasticizer* mampu mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul yang akan diisi oleh gliserol, sehingga menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas film konsentrasi lipid yang terkandung pada whey dan ke yang merupakan bahan dalam pembuatan *edible film* berpengaruh terhadap pemanjangan film.

Berdasarkan analisis sidik ragam, dapat dilihat bahwa konsentrasi asam stearat tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap persen pemanjangan *edible film*. Penambahan asam stearat dapat menurunkan persen pemanjangan karena mempunyai efek anti plastisizer, sehingga film keras, kaku dan tidak fleksibel. Makin tinggi kekuatan tarik film edibel cenderung menghasilkan film edibel yang makin mampu menahan peregangan. Asam stearat adalah suatu golongan senyawa organik yang meliputi sejumlah senyawa yang terdapat di alam yang semuanya dapat larut dalam pelarut-pelarut organik tetapi sukar larut atau tidak larut dalam air. Film yang berasal dari lipida seperti asam stearat menghasilkan kekuatan struktur film yang kurang baik (Krochta et al., 1994). Hal ini karena asam stearat menyebabkan film menjadi keruh dan lebih rapuh, sehingga dengan gaya tarik yang kecil telah dapat memutuskan film. Krochta dan Johnston (1997) menyatakan bahwa karakteristik *edible film* dengan nilai pemanjangan yang rendah mengindikasikan bahwa film tersebut kaku dan mudah patah.



Grafik 10. Pengaruh Konsentrasi Aroma terhadap Persen Pemanjangan *Edible film*.

Analisis ANOVA juga menunjukkan bahwa dalam penelitian ini perlakuan penambahan aroma berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap persen pemanjangan (*elongasi edible film*) yang dihasilkan. Namun, uji lanjut Duncan menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan konsentrasi aroma 1% dan 2% tetapi berbenyata nyata pada perlakuan tanpa aroma. Hal ini disebabkan karena aroma yang digunakan memiliki sifat hidrofilik. Karena sifatnya yang hidrofilik sehingga mampu meningkatkan ikatan hidrogen antara aroma dengan polimer bahan dasar penyusun *edible film* yang digunakan yaitu whey danke dan pektin. Meningkatnya ikatan hidrogen dalam larutan juga dapat meningkatkan struktur edible film yang dihasilkan sehingga *elongasi* pun semakin meningkat.

V. PENUTUP

V.1. Kesimpulan

1. Perlakuan rasio 1:4 menghasilkan *edible film* dengan karakteristik terbaik yaitu kadar air 24,46%, ketebalan 0,21 mm, laju transmisi uap air 0,13 gram/jam.m², daya larut air 20,625%, 11,90 Mpa, dan persen pemanjangan 43,54%.
2. Konsentrasi asam stearat 0,125% menghasilkan *edible film* dengan karakteristik terbaik yaitu kadar air 26,84%, ketebalan 0,20 mm, laju transmisi uap air 0,13 gram/jam.m², daya larut air 20,87%, kuat tarik 11,51 Mpa, dan persen pemanjangan 43,99%.
3. Konsentrasi aroma 1% menghasilkan *edible film* dengan karakteristik terbaik yaitu kadar air 24,62%, ketebalan 0,21 mm, laju transmisi uap air 0,09 gram/jam.m², daya larut air 24,43%, kuat tarik 13,94 Mpa, dan persen pemanjangan 64,07%.

V.2. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini yaitu perlu diadakannya pengujian senyawa volatil pada aroma yang digunakan serta perlu adanya pengaplikasian terhadap bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, K.E., A.Y. Tamime, dan M.N. Oliveira. (2008). *Acidification rates of probiotic bacteria in Mimas frescal cheese whey*. LWT-Food Science and Technology 41: 311-316.
- Anonim, 1988, Emulgator dalam Bidang Farmasi, 70-71, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th ed. AOAC, Inc. Arlington Virginia.
- Awwaly, K.U, A. Manab dan E. Wahyuni. 2010. *Pembuatan edible film protein whey: kajian rasio protein dan gliserol terhadap sifat fisik dan kimia*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak, 5(1): 45-56.
- Ayranci E, S. Tunc . 2001. *The effect of fatty acid content on water vapour and carbon dioxide transmissions of cellulose-based edible films*. J.Food Chem. 72:231-236
- Baldwin EA, Carriedo MON, Baker RA. 1994. *Edible coating for lightly processed fruits and vegetables*. J.Hort. Science 30:35-37.
- Bertuzzi, M.A., M. Armada, dan J. C. Gottifredi. (2007). *Physicochemical characterization of starch based films*. Journal of Food Engineering 82: 17-25.
- Callegarin F, Gallo JQ, F. Debeaufort , A. Voilley. 1997. *Lipids and biopackaging*. JAOACS 74:1183-1192.
- Chiumarelli, M. dan M. D. Hubinger. (2012). *Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch-Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples*. Food Hydrocolloids 28: 59-67.
- Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J. L., dan Guilbert, S., 1997. *Selected Functional of Fish Myofibrillar Protein-Based Films as Affected by Hydrophilic Plasticizer*. Dalam
- Galiotta, G., Di Gioia, L., Guilbert, S., dan Cuq, B., 1998. *Mechanical and Thermomechanical Properties of Films Based on Whey Proteins as Affected by Plasticizer and Crosslinking Agents*. J. Dairy Sci, Vol 81: 3123-3130.
- Fatma 2012 *Potensi dan Pengembangan Whey Dangke sebagai Minuman Fungsional*. Disertasi. Program Pascasarjana Ilmu Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Galiotta, Di Gioia, Guilbert dan Cuq. 1998. *Mechanical and thermomechanical properties of films based on whey proteins as affects by plasticizer and crosslinking agents*, Journal of Dairy Science, 81, 3123 – 3130.
- Gaudin, S., Lourdin, D., Le Botlan, D., Ilari, J,L., dan Colonna, P. 1999. *Plasticization and mobility in starch sorbitol films*. Jurnal of cereal Science, 29(3), 273-284.
- Gennadios, A., T.H. McHugh., C.L. Weller dan J.M. Krochta. 1993. *Edible Coating and Film Based on Proteins* Krochta, J.M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos Carriedo. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvania.

- Gontard, N., S. Guilbert, dan J.L. Cuq. 1993. *Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film*. J. Food Sci. 58 : 206–211.
- Gontard, N., S. Guilbert dan J. L Cuq. 1993. *Edible wheat film: Influence of the main process variables on film properties of an edible wheat gluten film*. J. Food Science 58 (1): 206-211.
- Guilbert S. 1986. *Technology and application of edible protective films*. Di dalam: Mathlouthi M, editor. Food Packaging and Preservation: Theory and Practice. London: Elsevier Appl Sci Publis. Co.
- Guilbert, S., N. Gontard, dan L.G.M. Gorris. 1994. *Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings*. Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie, 29 : 10–17
- Hagenmaier RD, Shaw PE. 1990. *Moisture permeability of edible films made with fatty acid and hydroxy propylmethyl cellulose*. J. Agri. Food Chem. 38: 1799-1803.
- Han JH, Gennadios A. 2005. *Edible films and coatings: a review*. In J Han Innovation in Food Packag. 239-259.
- Harris, H. 2001. *Kemungkinan Penggunaan Edible film Dari Pati Tapioka Untuk Pengemas Lempuk*. Jurnal Ilmu-Ilmu pertanian Indonesia 3 (2) : 99-106.
- Hernandez E. 1994. *Edible coating for lipids and resins*. Di dalam: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, editor. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Lancaster: Technomic Publ. Co. Inc.
- Howard. L. R., T. Dewi. 1995. *Sensory Microbiological and Chemical Quality of Minipeeled Carrots As Affected by Edible Penyalut Treatment*, J. Food. Sci., 60 (1); 142-144
- 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.
- Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agent*. United Kingdom: Willey Blackwell Publishing Ltd.
- Kester JJ, Fennema O. 1986. *Edible film and coating : A review*. Food Technol. 40: 47-59.
- Krisna, D. 2011. *Pengaruh regelatinisasi dan modifikasi hidrotermal terhadap sifat fisik pada pembuatan edible film dari pati kacang merah (Vigna Angularis Sp.)*. (Tesis). Magister teknik kimia. Universitas Diponegoro. 65 Hlm.
- Krochta, J, M, E, A, Baldwin, dan M, O, Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coating and Film Food Quality*, Technomic Public, Co, Inc., Lancaster, Pennsylvania.
- Krochta JM, De-Mulder-Johnston C. 1997. *Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities*. Scientific status summary. J. Food Technol. 51: 61-72.
- Layuk, P., Djagal, W.M. Haryadi. 2002. *Karakteristik Komposit Film Edible Pektin Daging Buah Pala (Myristica fragrans Houtt) dan Tapioka*. Jurnal Teknol dan Industri Pangan: XIII (2).
- Legowo AM, Nurwantoro. 2004. *Analisis Pangan. Program Teknologi Hasil Ternak*. [Diktat Kuliah]. Fakultas Peternakan. Universitas diponegoro. Semarang.

- Lindsay RC. 1985. *Food Additives*. Di dalam: Fennema OR, editor. *Food Chemistry*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Mangiacapra P, Gorras G, Sorrentino A, Vittoria V. 2006. Biodegradable nanocomposites obtained by ball milling of pectin and montmorillonites. *Carbohydrate Polym.* 64: 516-523.
- McHugh TH, Krochta JM. 1994. *Permeability properties of edible films*. Di dalam: Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, editor. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Lancaster: Technomic Publ. Co. Inc.
- Ningsih, Sri Hastuti. 2015. *Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible film Campuran Whey Dan Agar*, Skripsi.
- Prasetyaningrum, A., N. Rokhati, D. N. Kinasih dan F. D. N. Wardhani. 2010. *Karakterisasi bioactive edible film dari komposit alginat dan lilin lebah sebagai bahan pengemas makanan biodegradable*. Seminar rekayasa kimia dan proses, 02: 1411-4216.
- Rangel-Marrón M, Montalvo-Paquini C, Palou E, López-Malo A. 2013. *Optimization of the moisture content, thickness, water solubility and water vapor permeability of sodium alginate edible films*. Prosiding. Recent Advances in Chemical Engineering, Biochemistry and Computational Chemistry. Paris, Perancis, 29-31 Oktober 2013.
- Rodriguez, M, J, Oses, K, Ziani, dan J, I, Mate. 2006. *Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films*. *Food Res. Int.* 39: 840-846.
- Rowe, R.C., P. J. Sheskey, dan M. E. Quinn. 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th edition, 580-584, Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association 2009, Washington D.C.
- Smolinske, S.C., 1992. *Handbook of Food, Drug and Cosmetic Excipient*, 295-296, CRC Press, USA
- Sothornvit, R, dan J. M. Krochta. 2000. *Water vapor permeability and solubility of film from hydrolyzed whey protein*. *J. Food Sci.*, 65(4): 700-703.
- Sukkunta, S. 2005. *Physical and Mechanical Properties of Chitosan-Gelatin Based Film*. Thesis. Department Technology of Environmental Management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Thailand.
- Syarif dan Halid, 1993. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Arcan : Denpasar
- Taqi A, Askar KA, Nagy K, Mutihac L, Stamatina I. 2011. *Effect of different concentrations of olive oil and oleic acid on the mechanical properties of albumen (egg white) Edible films*. *African Journal of Biotechnology*. 10(60): 12963-12972.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Wong, D.W.S, S.J. Tillin, J.S. Hudson dan A.E. Pavlath. 1994. *Gas exchanged in cut apples with bilayer coatings*. *J. Agric. Food Chem.*, 42 (10) : 2278-2285.
- Yulianti, R., dan Ginting, E. 2012. *Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-umbian yang Dibuat dengan Penambahan Plasticizer*. Malang: Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. Vol. 31, No. 2

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kadar Air

Lampiran 1a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Kadar Air

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	26,2761	26,461	26,416	26,38
A1B1C2	25,4616	25,1587	25,0673	25,23
A1B1C3	25,4385	24,7077	25,8629	25,34
A1B2C1	25,195	24,9995	28,9692	26,39
A1B2C2	19,5421	22,6321	20,0285	20,73
A1B2C3	23,4103	21,8644	22,711	22,66
A2B1C1	31,3822	31,4171	31,3972	31,40
A2B1C2	28,4639	26,0941	27,8659	27,47
A2B1C3	25,4449	24,8767	25,351	25,22
A2B2C1	28,6373	28,1931	28,9176	28,58
A2B2C2	25,5373	24,4721	25,1807	25,06
A2B2C3	33,3913	33,0129	35,8971	34,10

Ket:
A1= Rasio 1:4
A2 = Rasio 2:3
B1 = Asam Stearat 0,125%
B2 = Asam Stearat 0,825%
C1 = Tanpa Aroma
C2 = Aroma 1%
C3 = Aroma 2%

Lampiran 1b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	26,38	31,4	28,89
B1C2	25,23	27,47	26,35
B1C3	25,34	25,22	25,28
B2C1	26,39	28,58	27,485
B2C2	20,73	25,06	22,895
B2C3	22,66	34,1	28,38
RATA-RATA	24,46	28,64	

Lampiran 1c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	26,38	26,39	26,39
A1C2	25,23	20,73	22,98
A1C3	25,34	22,66	24
A2C1	31,4	28,58	29,99
A2C2	27,47	25,06	26,27
A2C3	25,22	34,1	29,66
RATA-RATA	26,84	26,25	

Lampiran 1d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	26,38	25,23	25,34	25,65
A1B2	26,39	22,98	24	24,46
A2B1	31,4	27,47	25,22	28,03
A2B2	28,58	25,06	34,1	29,25
RATA-RATA	28,19	25,19	27,17	

Lampiran 1e. Analisa Sidik Ragam Kadar Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F	Sig.
Corrected Model	275,126 ^a	11	25,011	29,177	,000
Intercept	26527,647	1	26527,647	30945,990	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	80,482	1	80,482	93,887	,000
Faktor_Asam_Stearat	21,525	1	21,525	25,110	,000
Faktor_Aroma	37,946	2	18,973	22,133	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	21,544	1	21,544	25,132	,000
Faktor_Asam_Stearat					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	17,900	2	8,950	10,441	,001
Faktor_Asam_Stearat *	47,865	2	23,933	27,919	,000
Faktor_Aroma					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	47,864	2	23,932	27,918	,000
Faktor_Asam_Stearat *					
Faktor_Aroma					
Error	20,573	24	,857		
Total	26823,346	36			
Corrected Total	295,700	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 1f. Analisa Uji Lanjut Duncan Kadar Air dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Aroma 1%	12	25,749100	
Aroma 2%	12		27,499342
Tanpa Aroma	12		28,188108
Sig.		1,000	,081

Lampiran 2. Ketebalan

Lampiran 2a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Ketebalan

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	0,148	0,148	0,144	0,15
A1B1C2	0,252	0,22	0,228	0,23
A1B1C3	0,216	0,22	0,234	0,22
A1B2C1	0,2	0,204	0,204	0,20
A1B2C2	0,244	0,206	0,21	0,22
A1B2C3	0,252	0,196	0,218	0,22
A2B1C1	0,164	0,16	0,16	0,16
A2B1C2	0,238	0,212	0,236	0,23
A2B1C3	0,198	0,168	0,166	0,18
A2B2C1	0,2	0,2	0,2	0,20
A2B2C2	0,116	0,168	0,126	0,14
A2B2C3	0,206	0,186	0,162	0,18

Ket:
A1= Rasio 1:4
A2 = Rasio 2:3
B1 = Asam Stearat 0,125%
B2 = Asam Stearat 0,825%
C1 = Tanpa Aroma
C2 = Aroma 1%
C3 = Aroma 2%

Lampiran 2b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	0,15	0,16	0,16
B1C2	0,23	0,23	0,23
B1C3	0,22	0,18	0,2
B2C1	0,2	0,2	0,2
B2C2	0,22	0,14	0,18
B2C3	0,22	0,18	0,2
RATA-RATA	0,21	0,18	

Lampiran 2c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	0,15	0,2	0,18
A1C2	0,23	0,22	0,23
A1C3	0,22	0,22	0,22
A2C1	0,16	0,2	0,18
A2C2	0,23	0,14	0,19
A2C3	0,18	0,18	0,18
RATA-RATA	0,20	0,19	

Lampiran 2d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	0,15	0,23	0,22	0,2
A1B2	0,2	0,22	0,22	0,21
A2B1	0,16	0,23	0,18	0,19
A2B2	0,2	0,14	0,18	0,17
RATA-RATA	0,18	0,21	0,2	

Lampiran 2e. Analisa Sidik Ragam Ketebalan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F	Sig.
Corrected Model	,036 ^a	11	,003	11,707	,000
Intercept	1,365	1	1,365	4829,019	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	,006	1	,006	22,453	,000
Faktor_Asam_Stearat	5,444E-6	1	5,444E-6	,019	,891
Faktor_Aroma	,005	2	,003	9,347	,001
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	,002	1	,002	6,746	,016
Faktor_Asam_Stearat					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	,005	2	,002	8,451	,002
Faktor_Asam_Stearat *	,015	2	,008	26,647	,000
Faktor_Aroma					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *					
Faktor_Asam_Stearat *	,003	2	,002	5,335	,012
Faktor_Aroma					
Error	,007	24	,000		
Total	1,408	36			
Corrected Total	,043	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 2f. Analisa Uji Lanjut Duncan Ketebalan dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Tanpa Aroma	12	,1777	
Aroma 2%	12		,2018
Aroma 1%	12		,2047
Sig.		1,000	,683

Lampiran 3. Laju Transmisi Uap Air

Lampiran 3a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Laju Transmisi Uap Air

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	0,1126	0,1191	0,146	0,1259
A1B1C2	0,0614	0,1023	0,0781	0,0806
A1B1C3	0,1833	0,1572	0,1674	0,1693
A1B2C1	0,1479	0,1433	0,1935	0,1616
A1B2C2	0,0967	0,0484	0,0753	0,0735
A1B2C3	0,1842	0,1535	0,1488	0,1622
A2B1C1	0,1786	0,1665	0,1377	0,1609
A2B1C2	0,0847	0,0856	0,0874	0,0859
A2B1C3	0,134	0,133	0,134	0,1337
A2B2C1	0,093	0,1972	0,1516	0,1473
A2B2C2	0,1051	0,1051	0,1042	0,1048
A2B2C3	0,1684	0,1767	0,0986	0,1479

Ket:

A1= Rasio 1:4

A2 = Rasio 2:3

B1 = Asam Stearat 0,125%

B2 = Asam Stearat 0,825%

C1 = Tanpa Aroma

C2 = Aroma 1%

C3 = Aroma 2%

Lampiran 3b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	0,1259	0,1609	0,1434
B1C2	0,0806	0,0859	0,0833
B1C3	0,1693	0,1337	0,1515
B2C1	0,1616	0,1473	0,1545
B2C2	0,0735	0,1048	0,0892
B2C3	0,1622	0,1048	0,1335
RATA-RATA	0,13	0,12	

Lampiran 3c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	0,1259	0,1616	0,1438
A1C2	0,0806	0,0735	0,0771
A1C3	0,1693	0,1622	0,1658
A2C1	0,1609	0,1473	0,1541
A2C2	0,0859	0,1048	0,0954
A2C3	0,1337	0,1479	0,1408
RATA-RATA	0,13	0,13	

Lampiran 3d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	0,1259	0,0806	0,1693	0,13
A1B2	0,1616	0,0735	0,1622	0,13
A2B1	0,1609	0,0859	0,1337	0,13
A2B2	0,1473	0,1048	0,1479	0,13
RATA-RATA	0,15	0,09	0,15	

Lampiran 3e. Analisa Sidik Ragam Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.040 ^a	11	.004	5.732	.000
Intercept	.603	1	.603	946.692	.000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	1.394E-5	1	1.394E-5	.022	.884
Faktor_Asam_Stearat	.000	1	.000	.655	.426
Faktor_Aroma	.034	2	.017	26.522	.000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Asam_Stearat	9.344E-7	1	9.344E-7	.001	.970
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	.003	2	.002	2.497	.103
Faktor_Asam_Stearat * Faktor_Aroma	8.713E-5	2	4.356E-5	.068	.934
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Asam_Stearat * Faktor_Aroma	.003	2	.001	2.099	.145
Error	.015	24	.001		
Total	.659	36			
Corrected Total	.055	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 3f. Analisa Uji Lanjut Duncan Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Aroma 1%	12	.086192	
Tanpa Aroma	12		.148917
Aroma 2%	12		.153258
Sig.		1.000	.677

Lampiran 4. Daya Larut Air

Lampiran 4a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Daya Larut Air

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	18,345	16,729	18,911	18,00
A1B1C2	25,2124	26,2291	23,4073	24,95
A1B1C3	19,1576	20,9191	20,1788	20,09
A1B2C1	10,664	14,196	14,255	13,04
A1B2C2	22,7733	21,6795	22,432	22,29
A1B2C3	25,7335	25,0734	25,3227	25,38
A2B1C1	10,549	15,529	10,193	12,09
A2B1C2	29,8874	28,4957	28,2121	28,87
A2B1C3	21,5873	20,7233	21,2447	21,19
A2B2C1	8,815	12,293	8,862	9,99
A2B2C2	22,5605	19,6792	22,5897	21,61
A2B2C3	31,3292	31,5183	31,2201	31,36

Ket:

A1= Rasio 1:4

A2 = Rasio 2:3

B1 = Asam Stearat 0,125%

B2 = Asam Stearat 0,825%

C1 = Tanpa Aroma

C2 = Aroma 1%

C3 = Aroma 2%

Lampiran 4b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	18	12,09	15,045
B1C2	24,95	28,87	26,91
B1C3	20,09	21,19	20,64
B2C1	13,04	9,99	11,515
B2C2	22,29	21,61	21,95
B2C3	25,38	31,36	28,37
RATA-RATA	20,625	20,852	

Lampiran 4c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	18	13,04	15,52
A1C2	24,95	22,29	23,62
A1C3	20,09	25,38	22,74
A2C1	12,09	9,99	11,04
A2C2	28,87	21,61	25,24
A2C3	21,19	31,36	26,28
RATA-RATA	20,87	20,61	

Lampiran 4d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	18	24,95	20,09	21,01
A1B2	13,04	22,29	25,38	20,24
A2B1	12,09	28,87	21,19	20,72
A2B2	9,99	21,61	31,36	20,99
RATA-RATA	13,28	24,43	24,51	

Lampiran 4e. Analisa Sidik Ragam daya Larut Air dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F	Sig.
Corrected Model	18876,873 ^a	11	1716,079	13,723	,000
Intercept	57151,612	1	57151,612	457,013	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	13,345	1	13,345	,107	,747
Faktor_Asam_Stearat	633,517	1	633,517	5,066	,034
Faktor_Aroma	17028,452	2	8514,226	68,084	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	1,362	1	1,362	,011	,918
Faktor_Asam_Stearat					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	38,833	2	19,416	,155	,857
Faktor_Asam_Stearat *	1123,875	2	561,938	4,494	,022
Faktor_Aroma					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *					
Faktor_Asam_Stearat *	37,488	2	18,744	,150	,862
Faktor_Aroma					
Error	3001,310	24	125,055		
Total	79029,795	36			
Corrected Total	21878,183	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 4f. Analisa Uji Lanjut Duncan Daya Larut Air dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Aroma 1%	12	24,429850	
Aroma 2%	12	24,500667	
Tanpa Aroma	12		70,601500
Sig.		,988	1,000

Lampiran 5. Kuat Tarik

Lampiran 5a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Kuat Tarik

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	2,108	3,824	1,765	2,57
A1B1C2	10,5275	21,5056	31,8097	21,28
A1B1C3	13,1301	19,0597	17,6923	16,63
A1B2C1	1,795	2,108	1,667	1,86
A1B2C2	11,6849	11,1642	16,4522	13,10
A1B2C3	13,5067	22,4562	11,885	15,95
A2B1C1	5,884	4,315	5,757	5,32
A2B1C2	6,9309	9,1654	17,7784	11,29
A2B1C3	11,7537	11,2412	12,8563	11,95
A2B2C1	3,923	3,923	5,884	4,58
A2B2C2	11,4503	12,077	6,7233	10,08
A2B2C3	7,2475	13,2291	8,1876	9,55

Ket:

A1= Rasio 1:4

A2 = Rasio 2:3

B1 = Asam Stearat 0,125%

B2 = Asam Stearat 0,825%

C1 = Tanpa Aroma

C2 = Aroma 1%

C3 = Aroma 2%

Lampiran 5b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	2,57	5,32	3,945
B1C2	21,28	11,29	16,285
B1C3	16,63	11,95	14,29
B2C1	1,86	4,58	3,22
B2C2	13,1	10,08	11,59
B2C3	15,95	9,55	12,75
RATA-RATA	11,89833	8,795	

Lampiran 5c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	2,57	1,86	2,22
A1C2	21,28	13,1	17,19
A1C3	16,63	15,95	16,29
A2C1	5,32	4,58	4,95
A2C2	11,29	10,08	10,69
A2C3	11,95	9,55	10,75
RATA-RATA	11,51	9,19	

Lampiran 5d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	2,57	21,28	16,63	13,49333
A1B2	1,86	13,1	15,95	10,30333
A2B1	5,32	11,29	11,95	9,52
A2B2	4,58	10,08	9,55	8,07
RATA-RATA	3,58	13,94	13,52	

Lampiran 5e. Analisa Sidik Ragam Kuat Tarik dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F	Sig.
Corrected Model	773,232 ^a	11	70,294	3,894	,003
Intercept	4675,637	1	4675,637	258,999	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	63,638	1	63,638	3,525	,073
Faktor_Asam_Stearat	38,767	1	38,767	2,147	,156
Faktor_Aroma	393,042	2	196,521	10,886	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	7,295	1	7,295	,404	,531
Faktor_Asam_Stearat					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	204,664	2	102,332	5,668	,010
Faktor_Asam_Stearat *	34,429	2	17,215	,954	,399
Faktor_Aroma					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	31,396	2	15,698	,870	,432
Faktor_Asam_Stearat *					
Faktor_Aroma					
Error	433,266	24	18,053		
Total	5882,135	36			
Corrected Total	1206,498	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 5f. Analisa Uji Lanjut Duncan Kuat Tarik dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Tanpa Aroma	12	6,7298	
Aroma 2%	12		13,5204
Aroma 1%	12		13,9391
Sig.		1,000	,811

Lampiran 6. Persen Pemanjangan

Lampiran 6a. Nilai Rata-Rata Pengaruh Rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma terhadap Persen Pemanjangan

PERLAKUAN	ULANGAN			RATA-RATA
	1	2	3	
A1B1C1	0,215	0,23	0,18	0,21
A1B1C2	66,7	73,7	77,8	72,73
A1B1C3	50,5	59,5	69	59,67
A1B2C1	0,183	0,215	0,17	0,19
A1B2C2	65,5	56	62,8	61,43
A1B2C3	60,8	69,5	70,7	67,00
A2B1C1	0,6	0,44	0,587	0,54
A2B1C2	64,5	63,3	66,7	64,83
A2B1C3	59,8	68,8	69,2	65,93
A2B2C1	0,4	0,4	0,6	0,47
A2B2C2	45,7	61,8	64,3	57,27
A2B2C3	41,8	46,3	74,2	54,10

Ket:

A1= Rasio 1:4

A2 = Rasio 2:3

B1 = Asam Stearat 0,125%

B2 = Asam Stearat 0,825%

C1 = Tanpa Aroma

C2 = Aroma 1%

C3 = Aroma 2%

Lampiran 6b. Nilai Rata-Rata Rasio

PERLAKUAN	A1	A2	RATA-RATA
B1C1	0,21	0,54	0,375
B1C2	72,73	64,83	68,78
B1C3	59,67	65,93	62,8
B2C1	0,19	0,47	0,33
B2C2	61,43	57,27	59,35
B2C3	67	54,1	60,55
RATA-RATA	43,54	40,52	

Lampiran 6c. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Asam Stearat

PERLAKUAN	B1	B2	RATA-RATA
A1C1	0,21	0,19	0,2
A1C2	72,73	61,43	67,08
A1C3	59,67	67	63,34
A2C1	0,54	0,47	0,505
A2C2	64,83	57,27	61,05
A2C3	65,93	54,1	60,02
RATA-RATA	43,99	40,08	

Lampiran 6d. Nilai Rata-Rata Konsentrasi Aroma

PERLAKUAN	C1	C2	C3	RATA-RATA
A1B1	0,21	72,73	59,67	44,20
A1B2	0,19	61,43	67	42,87
A2B1	0,54	64,83	65,93	43,77
A2B2	0,47	57,27	54,1	37,28
RATA-RATA	0,35	64,07	61,68	

Lampiran 6e. Analisa Sidik Ragam Persen Pemanjangan dengan Faktor Rasio, Konsentrasi Asam Stearat, dan Aroma.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F	Sig.
Corrected Model	32014,109 ^a	11	2910,374	57,116	,000
Intercept	63598,115	1	63598,115	1248,118	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin	81,800	1	81,800	1,605	,217
Faktor_Asam_Stearat	137,609	1	137,609	2,701	,113
Faktor_Aroma	31303,490	2	15651,745	307,167	,000
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	59,985	1	59,985	1,177	,289
Faktor_Asam_Stearat					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin * Faktor_Aroma	60,684	2	30,342	,595	,559
Faktor_Asam_Stearat *	144,549	2	72,275	1,418	,262
Faktor_Aroma					
Faktor_Whey_Dangke_Pektin *	225,992	2	112,996	2,218	,131
Faktor_Asam_Stearat *					
Faktor_Aroma					
Error	1222,925	24	50,955		
Total	96835,148	36			
Corrected Total	33237,033	35			

Keterangan : ^{tn}) Tidak Nyata *) Nyata **) Sangat Nyata

Jika sig < 0.01 = berpengaruh sangat nyata

Jika 0.01 < sig < 0.05 = berpengaruh nyata

Jika sig > 0.05 = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 6f. Analisa Uji Lanjut Duncan Persen Pemanjangan dengan Faktor rasio, Konsentrasi Asam Stearat dan Aroma

Volume Aroma	N	Subset	
		1	2
Tanpa Aroma	12	,3517	
Aroma 2%	12		61,6750
Aroma 1%	12		64,0667
Sig.		1,000	,420

Lampiran 7. Analisa Uji T Test

Lampiran 7a. Analisa Uji T Test Kadar Air dengan Faktor Rasio

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Kadar Air	2.797	.104	-4.270	34	.000	-4.1853056	.9800898	-6.1770876	-2.1935235
			-4.270	30.247	.000	-4.1853056	.9800898	-6.1862313	-2.1843798

Lampiran 7b. Analisa Uji T Test Kadar Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Kadar Air	7.514	.010	.484	34	.631	.5864056	1.2106451	-1.8739213	3.0467325
			.484	25.088	.632	.5864056	1.2106451	-1.9065230	3.0793341

Lampiran 7c. Analisa Uji T Test Ketebalan dengan Faktor Rasio

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Ketebalan	.235	.631	2.420	34	.021	.02656	.01097	.00426	.04885
			2.420	33.997	.021	.02656	.01097	.00426	.04885

Lampiran 7d. Analisa Uji T Test Ketebalan dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Ketebalan	Equal variances assumed	2.378	.132	.065	34	.948	.00078	.01188	-.02336	.02492
	Equal variances not assumed			.065	33.768	.948	.00078	.01188	-.02337	.02492

Lampiran 7e. Analisa Uji T Test Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Rasio

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
LTUA	Equal variances assumed	1.023	.319	-.092	34	.927	-.0012444	.0134630	-.0286045	.0261156
	Equal variances not assumed			-.092	32.845	.927	-.0012444	.0134630	-.0286400	.0261511

Lampiran 7f. Analisa Uji T Test Laju Transmisi Uap Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
LTUA	Equal variances assumed	1.036	.316	-.508	34	.615	-.0068111	.0134139	-.0340714	.0204492
	Equal variances not assumed			-.508	33.170	.615	-.0068111	.0134139	-.0340966	.0204743

Lampiran 7g. Analisa Uji T Test Daya Larut Air dengan Faktor Rasio

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Daya Larut Air Equal variances assumed	.150	.701	-.144	34	.886	-1.2177111	8.4530300	-18.3963350	15.9609127	
Equal variances not assumed			-.144	33.962	.886	-1.2177111	8.4530300	-18.3970352	15.9616130	

Lampiran 7h. Analisa Uji T Test Daya Larut Air dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Daya Larut Air Equal variances assumed	5.473	.025	1.007	34	.321	8.3899222	8.3322873	-8.5433229	25.3231673	
Equal variances not assumed			1.007	28.382	.322	8.3899222	8.3322873	-8.6676511	25.4474956	

Lampiran 7i. Analisa Uji T Test Kuat Tarik dengan Faktor Rasio

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Kuat Tarik Equal variances assumed	10.545	.003	1.376	34	.178	2.65912	1.93257	-1.26834	6.58658	
Equal variances not assumed			1.376	21.358	.183	2.65912	1.93257	-1.35578	6.67403	

Lampiran 7j. Analisa Uji T Test Kuat Tarik dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kuat Tarik	Equal variances assumed	2.079	.159	1.062	34	.296	2.07543	1.95349	-1.89453	6.04540
	Equal variances not assumed			1.062	29.061	.297	2.07543	1.95349	-1.91953	6.07040

Lampiran 7k. Analisa Uji T Test Persen Pemanjangan dengan Faktor Rasio

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Persen Pemanjangan	Equal variances assumed	.282	.599	.290	34	.774	3.01478	10.40915	-18.13916	24.16872
	Equal variances not assumed			.290	33.881	.774	3.01478	10.40915	-18.14190	24.17145

Lampiran 7l. Analisa Uji T Test Persen Pemanjangan dengan Faktor Konsentrasi Asam Stearat

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Persen Pemanjangan	Equal variances assumed	.387	.538	.376	34	.709	3.91022	10.40039	-17.22591	25.04635
	Equal variances not assumed			.376	33.844	.709	3.91022	10.40039	-17.22950	25.04995

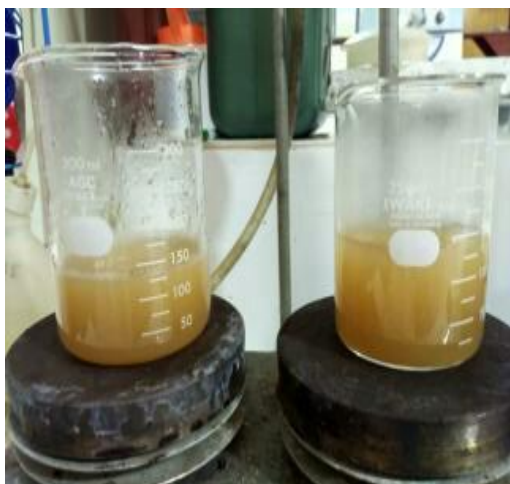
Lampiran 8. Gambar Penelitian

1. Bahan-bahan



2. Pembuatan larutan edible film





3. Edible film





4. Pengujian ltua



5. Pengujian daya larut air

