

**PERBANDINGAN PATI GARUT DENGAN KARAGENAN SERTA  
KONSENTRASI *LIPID COCOA BUTTER* TERHADAP PEMBUATAN  
*EDIBLE FILM* KOMPOSIT**

---

**ARTIKEL**

---

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Tugas Akhir  
Program Studi Teknologi Pangan

**Oleh:**

**Mochamad Fitriani Wiriyana**  
**12.302.0128**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2016**

## PERBANDINGAN PATI GARUT DENGAN KARAGENAN SERTA KONSENTRASI *LIPID COCOA BUTTER* TERHADAP PEMBUATAN *EDIBLE FILM* KOMPOSIT

Mochamad Fitriyan Wiriyana<sup>\*)</sup>,  
Dr. Tantan Widiyantara, ST., MT.<sup>\*\*)</sup>, dan Nok Afifah, ST., MT.<sup>\*\*\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bandung  
<sup>\*\*)</sup>Dosen Pembimbing Utama, <sup>\*\*\*)</sup>Dosen Pembimbing Pendamping

### ABSTRACT

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui dan mempelajari pengaruh perbandingan pati garut-karagenan dan konsentrasi *lipid cocoa butter* terhadap pembuatan *edible film* komposit.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah pola faktorial (3x3) dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan. Rancangan perlakuan yang akan dilakukan pada penelitian ini terdiri dari dua faktor yaitu faktor perbandingan pati garut dengan karagenan (X) yang terdiri dari 3 taraf yaitu X<sub>1</sub> (perbandingan pati garut 1,5% + karagenan 0,5%), X<sub>2</sub> (perbandingan pati garut 1,25% + karagenan 0,75%) dan X<sub>3</sub> (perbandingan pati garut 1% + karagenan 1%) dan faktor penambahan konsentrasi *cocoa butter* (Y) yang terdiri dari 3 taraf yaitu Y<sub>1</sub> (konsentrasi *cocoa butter* 0,1%), Y<sub>2</sub> (konsentrasi *cocoa butter* 0,2%), dan Y<sub>3</sub> (konsentrasi *cocoa butter* 0,3%).

Respon kimia yang dilakukan adalah Kadar air metode Gravimetri, dan kelarutan dari *edible film* komposit. Respon fisik yang dilakukan adalah pengujian ketebalan, kuat tarik, elongasi, *water vapor transmission rate* (WVTR), dan analisis warna dari *edible film* komposit. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh dari perbandingan pati garut dengan karagenan, dan penambahan konsentrasi *cocoa butter* terhadap karakteristik *edible film* komposit.

**Key Word:** Edible Film, Karakteristik Fisik dan Kimia, Komposit.

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Dari sisi "*food safety*" kemasan makanan bukan sekedar bungkus tetapi juga sebagai pelindung agar makanan aman dikonsumsi. Kemasan pada makanan juga mempunyai fungsi kesehatan, pengawetan, kemudahan, penyeragaman, promosi dan informasi. Namun tidak semua kemasan makanan aman bagi makanan yang dikemasnya. Kemasan yang paling sering kita jumpai saat ini adalah plastik (Nurminah, M. 2002).

Plastik merupakan bagian dari kehidupan manusia. Dalam dua dasawarsa terakhir, kemasan plastik telah merebut pangsa pasar kemasan dunia, menggantikan kemasan kaleng

dan gelas. Penggunaan kemasan plastik sintesis saat ini masih diminati karena sifatnya fleksibel, ekonomis, kuat, tidak mudah pecah, dan mempunyai kemampuan tinggi sebagai penahan transmisi gas. Konsumsi plastik di Indonesia diproyeksikan mencapai 1,9 juta ton (Kementerian Perindustrian. 2013). Namun kemasan plastik ini, jumlahnya akan semakin terbatas dan bersifat tidak mudah didegradasi, akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini salah satunya dengan menggunakan kemasan plastik yang ramah lingkungan.

Meningkatnya kesadaran manusia akan masalah ini dan tuntutan kepraktisan, maka dikembangkanlah *edible packaging* yang merupakan jenis

kemasan dari bahan organik, bersifat terbarukan, dan dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. *Edible packaging* adalah jenis bahan yang digunakan untuk mengemas berbagai makanan untuk memperpanjang umur simpan produk yang dapat dimakan bersama-sama dengan makanan tersebut (Pavlath dan Orts, 2009). Ada 2 jenis *edible packaging*, yaitu yang berbentuk lapisan (*edible coating*) dan lembaran (*edible film*) (Krochta, 1992). Lapisan atau lembaran film (*edible film*) ini berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas.

*Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carrier* bahan makanan atau aditif dan untuk meningkatkan penanganan makanan (Krochta dkk, 1994). Fungsi dan penampilan *edible film* bergantung pada sifat mekaniknya yang ditentukan oleh komposisi bahan di samping proses pembuatan dan metode aplikasinya (Rodriguez dkk, 2006). *Edible film* dapat dibuat dari bahan hidrokoloid dan lemak atau campuran keduanya. *Edible film* yang dibuat dari hidrokoloid memiliki keunggulan dalam sifat mekanis dan kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid. Namun kurang bagus dalam menahan migrasi uap air (Falguera dkk, 2011). *Edible film* dari lipid mempunyai kelebihan yaitu baik digunakan untuk melindungi penguapan air. *Edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan lipid) dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan lipid serta

mengurangi kelemahannya (Danhowe dan Fennema, 1994).

Karagenan dan pati termasuk salah satu bahan hidrokoloid. Menurut Abdaou dan Sorour (2014) *edible film* dari karagenan dapat diformulasikan dengan hidrokoloid lain seperti pati untuk meningkatkan sifat mekanik *film*. Amilosa dalam pati umumnya digunakan untuk membuat *film* dan gel yang kuat. Penggunaan pati didasarkan pada biaya yang relatif murah dibandingkan dengan bahan lain seperti protein, kelimpahan bahan, dapat dimakan (*edible*) dan sifat termoplastiknya (Mali, dkk., 2005).

Pati merupakan senyawa yang tersusun dari polisakarida (karbohidrat), polipeptida (protein) dan lipida. Ketiga komponen penyusun pati tersebut memiliki sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak sebagai *film* kemasan. Salah satu keunggulan bahan polimer ini adalah bahannya yang berasal dari sumber terbaru yang dapat dihancurkan secara alami atau biodegradable (Rahardiyanto dan Agustini, 2013).

Salah satu tanaman yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan *edible film* adalah umbi garut. Umbi garut (*maranta arundinacea L*) memiliki kandungan pati antara 8-16% (Koswara, 2013). Umbi Garut secara turun-temurun telah dikonsumsi oleh masyarakat di beberapa daerah di Indonesia namun pengolahannya menjadi pangan fungsional masih terbatas. *Edible film* dari komposit (gabungan hidrokoloid dan lipid) dapat meningkatkan kelebihan dari *film* hidrokoloid dan lipid serta mengurangi kelemahannya (Danhowe dan Fennema, 1994).

Sangat banyak lipid yang dapat digunakan dalam formulasi *edible packaging* tergantung target aplikasinya. Lilin adalah zat yang paling efisien untuk mengurangi permeabilitas kelembaban, karena hidrofobitasnya

yang tinggi, disebabkan oleh kandungan yang tinggi dari *fatty alcohol* rantai panjang dan alkana, diikuti oleh stearil alkohol, *acetyl acyl glycerol*, trigliserida (seperti tristearin), dan *fatty acid* (seperti *cocoa butter*).

Santoso, dkk. (2012) menyatakan standar dalam pembuatan *edible film* merujuk JIS Z 1707: 1975, *Plastic film for food packaging* sebagai standar dalam pembuatan *edible film* dengan nilai WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*) maksimal 10 g/m<sup>2</sup>/hari, kuat tekan minimal 50 gf, dan nilai elongasi minimal 70%. Damarjana, dkk (2015) melaporkan bahwa karakteristik *edible film* berbasis karagenan dan beeswax yang baik dihasilkan pada karagenan 2%, beeswax 0,1%, gliserol 1%, tween 80 0,2% dan fruktosa 1% dengan nilai WVTR 23,86 g/m<sup>2</sup>/hari, kuat tarik 24,13 mPa dan elongasi 30,95%. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh *edible film* komposit mendekati standar merujuk JIZ. Pada penelitian ini akan ditambahkan *cocoa butter* untuk menurunkan *water vapor transmission rate* dan pati garut untuk memperbaiki sifat mekanik pada *edible film*.

#### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah:

- (1) Penelitian ini dapat memberikan perkembangan pada penelitian di bidang *edible film*.
- (2) Penelitian ini dapat menghasilkan plastik yang dapat digunakan sebagai pembungkus makanan yang ramah lingkungan.
- (3) Pemanfaatan rumput laut (karagenan) dan pati garut sebagai material pengemas.
- (4) Menghasilkan formulasi *edible film* dari perbandingan pati garut, karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* pada pembuatan *edible film* komposit.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah pati garut yang di dapat dari Bogor, karagenan, *cocoa butter*, beeswax, gliserol, tween 80, fruktosa, dan *aquadest*.

Bahan yang digunakan dalam analisis diantaranya adalah *aquadest*, kertas saring, silika gel, MgNO<sub>3</sub> dan *double tip*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya adalah timbangan analitik (ohaus), gelas kimia (Pyrex), labu ukur (Pyrex), *hot platemagnetic stir* (Pyro-Mag Stir), batang pengaduk, corong (Pyrex), plat akrilik (20cm × 20cm), termometer (Herma), dan cabinet dryer.

Alat yang digunakan dalam analisis diantaranya adalah mikrometer sekrup, oven (hemmert), tang krus, cawan porselen, cawan petri, eksikator, batang pengaduk, *colorimeter*, timbangan analitik (ohaus) dan *Universal Testing Machine*.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui dan mempelajari pengaruh perbandingan pati garut dengan karagenan serta konsentrasi *lipid cocoa butter* terhadap pembuatan *edible film* komposit.

### Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan penelitian yaitu melakukan pembuatan *edible film* komposit dengan konsentrasi komposit berbasis pati garut dengan karagenan serta konsentrasi lipid (*cocoa butter*). Adapun konsentrasi komposit berbasis pati yang digunakan yakni pati-karagenan dengan perbandingan 1,5%:0,5%; 1,25%:0,75%; 1%:1%. Sedangkan konsentrasi lipid yang digunakan yakni 1% beeswax dengan variasi

konsentrasi *cocoa butter* 0,1%, 0,2% dan 0,3%.

Rancangan perlakuan yang dilakukan yaitu Faktor (X) Perbandingan Pati Garut-Karagenan terdiri dari 3 taraf yaitu:

- $x_1$  = Pati 1,5% + karagenan 0,5%
- $x_2$  = Pati 1,25% + karagenan 0,75%
- $x_3$  = Pati 1% + karagenan 1%

Faktor (Y) konsentrasi *lipid cocoa butter* terdiri dari 3 taraf yaitu:

- $y_1$  = 0,1%
- $y_2$  = 0,2%
- $y_3$  = 0,3%

Kombinasi yang dilaksanakan ada 9, setiap kombinasi diulang 3 kali, sehingga jumlah kombinasi 27 satuan percobaan.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari konsentrasi pati garut-karagenan yang terdiri atas 3 taraf dan juga konsentrasi lipid (*cocoa butter*) yang terdiri atas 3 taraf.

Model matematika untuk rancangan ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + X_j + Y_k + (XY)_{jk} + C_{ijk}$$

Dimana:

$Y_{ijk}$  = hasil pengamatan dari kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-I dari faktor (X) dan taraf j dari faktor (Y)

$\mu$  = rata-rata umum yang sebenarnya

$\beta_i$  = pengaruh kelompok ulangan ke-i

$X_j$  = pengaruh dari faktor (X) pada perlakuan ke-j

$Y_k$  = pengaruh faktor (Y) ke-k

$(XY)_{jk}$  = pengaruh interaksi antara taraf ke-j faktor X dari taraf ke-k faktor Y

$C_{ijk}$  = pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-i yang

memperoleh taraf ke-j faktor a, dan taraf ke-k faktor b

Tabel 1. Model Eksperimen Interaksi Pola Faktorial (3x3) dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 3 kali ulangan

Perbandingan Pati Garut-Karagenan (X)	Konsentrasi Lipid Cocoa Butter (Y)	Ulangan		
		I	II	III
$x_1$ = Pati 1,5% + karagenan 0,5%	$y_1$ = 0,1%	$x_1y_1$	$x_1y_1$	$x_1y_1$
	$y_2$ = 0,2%	$x_1y_2$	$x_1y_2$	$x_1y_2$
	$y_3$ = 0,3%	$x_1y_3$	$x_1y_3$	$x_1y_3$
$x_2$ = Pati 1,25% + karagenan 0,75%	$y_1$ = 0,1%	$x_2y_1$	$x_2y_1$	$x_2y_1$
	$y_2$ = 0,2%	$x_2y_2$	$x_2y_2$	$x_2y_2$
	$y_3$ = 0,3%	$x_2y_3$	$x_2y_3$	$x_2y_3$
$x_3$ = Pati 1% + karagenan 1%	$y_1$ = 0,1%	$x_3y_1$	$x_3y_1$	$x_3y_1$
	$y_2$ = 0,2%	$x_3y_2$	$x_3y_2$	$x_3y_2$
	$y_3$ = 0,3%	$x_3y_3$	$x_3y_3$	$x_3y_3$

Berdasarkan rancangan diatas dapat dibuat denah (layout) percobaan yang dapat dilihat sebagai berikut:

#### Kelompok ulangan I

$x_3y_3$	$x_1y_3$	$x_3y_2$	$x_1y_2$	$x_2y_3$	$x_2y_1$	$x_3y_1$	$x_2y_2$	$x_1y_1$
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

#### Kelompok ulangan II

$x_2y_1$	$x_2y_2$	$x_3y_1$	$x_2y_3$	$x_1y_1$	$x_3y_2$	$x_1y_2$	$x_1y_3$	$x_3y_3$
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

#### Kelompok ulangan III

$x_3y_1$	$x_3y_3$	$x_2y_3$	$x_3y_2$	$x_1y_3$	$x_1y_2$	$x_1y_1$	$x_2y_2$	$x_2y_1$
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Berdasarkan rancangan diatas maka dapat dibuat analisis variansi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan. Hipotesis variansi percobaan dengan RAK dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Variansi Percobaan dengan RAK

Sumber Variansi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK		
Faktor X	$x - 1$	JK(X)	KT(X)	KT(X)/ KTG	
Faktor Y	$y - 1$	JK(Y)	KT(Y)	KT(Y)/ KTG	
Interaksi XY	$(x-1)(y-1)$	JK (XxY)	KT(XxY)	KT(XxY)/ KTG	
Galat	$l(xy-1)$	JKG	KTG		
Total	$rx-1$	JKT			

(Sumber: Gasparez, 1995).

Selanjutnya ditentukan daerah penolakan hipotesis, yaitu:

- 1) Jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  pada taraf 5% maka tidak ada pengaruh antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh terhadap pembuatan *edible film* komposit maka hipotesis ditolak.
- 2) Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , pada taraf 5% maka adanya pengaruh antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap pembuatan *edible film* komposit yang dihasilkan, maka hipotesis diterima dan selanjutnya dilakukan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

### Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

- 1) Respon Kimia  
Respon kimia yang digunakan untuk *edible film* komposit adalah sebagai berikut: Kadar air metode Gravimetri (AOAC,2007), dan kelarutan.

### 2) Respon Fisik

Respon fisik yang dianalisis meliputi pengujian ketebalan *edible film* yang cara pengujiannya dapat dilihat pada lampiran 2. Ketebalan diukur dengan menggunakan *micrometer sekrup*. Pengujian kuat tarik dan elongasi, cara pengujian dapat dilihat pada lampiran 5, kuat tarik dan elongasi diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine*. Laju Trasmisi Uap Air metode Gravimetri (ASTM E-96-99) dan Pengujian warna.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui perbandingan pati garut dengan karagenan serta konsentrasi *lipid cocoa butter* terhadap pembuatan *edible film* komposit. Respon yang diuji pada penelitian utama adalah analisis kimia yaitu analisis kadar air, dan kelarutan, analisis fisika yaitu analisa ketebalan, kuat tarik dan elongasi, *water vapor transmission rate* (WVTR), dan pengujian warna.

#### 1. Respon Kimia

##### a) Kadar Air

Kadar air adalah presentasi kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*). Pengaruh kadar air sangat penting dalam pembentukan daya awet dari bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik atau adanya perubahan-perubahan kimia, serta terjadinya pembusukan oleh

adanya aktivitas mikroorganismenya (Bukle, 1987).

Hasil uji kadar air dengan menggunakan metode gravimetri berdasarkan analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan pati garut - karagenan yang digunakan dan konsentrasi *cocoa butter* dan interaksi antara perbandingan pati garut - karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* tidak berpengaruh nyata yang ditandai dengan  $f_{hitung} \leq f_{tabel}$  5%. Hal tersebut dikarenakan perbandingan pati garut dengan karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* yang digunakan masih belum sesuai sehingga tidak menimbulkan pengaruh nyata dan interaksi dari kedua faktor tersebut, seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Anava Analisis Kadar Air Edible Film Komposit

Hasil Anava	F Hitung
Taraf X	2,270 tn
Taraf Y	1,113 tn
Inetraksi XY	0,670 tn

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Menurut pernyataan (Haris, 2001) pati memiliki kemampuan menyerap air karena memiliki gugus hidroksil. Molekul pati mengandung gugus hidroksil yang sangat besar sehingga kemampuan menyerap airnya juga sangat besar. Sehingga seharusnya semakin tinggi perbandingan pati garut dengan karagenan semakin besar pula kemampuan menyerap airnya. Pencampuran pati dengan karagenan dapat membentuk sifat mekanik pada

*edible film* menjadi lebih bagus (Abdou,2014).

Granula pati bersifat higroskopis, mudah menyerap air, lembab dan diikuti dengan peningkatan diameter granula. Dalam proses pembentukan jendalan pati, pati yang kandungan amilosanya tinggi akan lebih cepat dan banyak menyerap air, hasil jendalannya bervolume lebih mengembang dan kurang lekat. Sedangkan pati yang kadar amilosanya rendah lebih sedikit menyerap air dan jendalannya kurang mengembang tetapi lebih lekat (Haryadi, 1992).

Penambahan tingkat konsentrasi lipid (*cocoa butter*) yang lebih tinggi dapat menurunkan nilai kadar air, sehingga diduga lipid bekerja dengan baik sebagai hidrofob pada *edible film*. Wahyu (2009), menyebutkan bahwa penggabungan lipid dan hirokoloid digunakan untuk mengambil keuntungan dari kedua komponen tersebut dimana lipid dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hirokoloid memberikan daya tahan. Menurut Banerjee dan Chen (1995), penambahan lipid pada larutan *edible film* menyebabkan kandungan air yang dimiliki lebih rendah bila dibandingkan dengan *edible film* tanpa penambahan lipid.

#### b) Kelarutan

*Edible film* merupakan suatu lapisan yang dapat dimakan, sehingga salah satu syarat *edible film* adalah memiliki nilai kelarutan yg sesuai dengan aplikasi dari *edible film* tersebut.

Hasil uji kelarutan berdasarkan analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan pati garut - karagenan yang digunakan terdapat pengaruh yang ditandai dengan  $f_{hitung} \geq$  dari pada  $f_{tabel}$  5% atau berbeda nyata, sedangkan konsentrasi *cocoa butter* dan interaksi antara perbandingan pati garut - karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* tidak berpengaruh nyata yang ditandai dengan  $f_{hitung} \leq f_{tabel}$

5%. seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Perbandingan Pati Garut dengan Karagenan (X) Terhadap Kelarutan *Edible film* Komposit.

Perlakuan	Data Asli	Hasil Anava
1,5 : 0,5 ( $x_1$ )	73,5	b
1,25 : 0,7 ( $x_2$ )	48,2	a
1,00 : 1,00 ( $x_3$ )	66,7	a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Berdasarkan hasil analisis kelarutan, penelitian ini menunjukkan perbandingan pati garut dengan karagenan sebesar 1,5 : 0,5 ( $x_1$ ) terjadi peningkatan kelarutan yang nyata terhadap perbandingan pati garut sebesar 1,25 : 0,75 ( $x_2$ ) dan 1,00 : 1,00 ( $x_3$ ). Tingkat kelarutan yang paling sedikit terjadi pada perbandingan pati garut dengan karagenan 1,25 : 0,75 ( $x_2$ ) yaitu sebesar 48,2 %, sedangkan tingkat kelarutan yang banyak yaitu pada perbandingan pati garut dengan karagenan 1,5 : 0,5 ( $x_1$ ) dengan nilai persen kelarutan sebesar 73,5 %.

Kelarutan *edible film* merupakan faktor yang sangat penting pada bahan pengemas. Kelarutan dipengaruhi oleh komponen hidrofilik dan hidrofob. Komponen hidrofilik adalah komponen yang suka air atau larut dalam air, dalam penelitian ini pati garut dan karagenan adalah komponen yang larut dalam air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho (2013) semakin tinggi nilai hidrofilik suatu bahan maka kelarutannya akan semakin tinggi. Semakin tinggi kelarutan maka biodegradabilitasnya juga akan tinggi,

hal ini disebabkan karena ada komponen hidrofilik didalam air dan tanah. Kelarutan dipengaruhi oleh perbedaan kandungan amilosa dan amilopektin pati. Nilai kelarutan yang rendah pada biodegradable film sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas (Feris, 2008).

Menurut Thirathumthavorn dan Charoenrein (2006), menurunnya daya larut disebabkan karena amilosa dengan gugus substituen membentuk ikatan yang sangat kuat sehingga menyebabkan terjadi pemerangkapan molekul air di dalam molekul pati, yang mengakibatkan *swelling power* meningkat dan mencegah molekul amilosa untuk terlarut dalam sistem yang menyebabkan daya larut pati menurun.

Menurut Hettiarachchy dan Ziegler (1994), penambahan lipid dalam pembuatan *edible film* menyebabkan pembentukan larutan *edible film* menjadi lebih efektif. Wahyu (2009) menambahkan bahwa hidrokoloid berfungsi untuk membentuk struktur *edible film* agar tidak mudah hancur.

## 2. Respon Fisik

### a) Pengujian Ketebalan

Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan dan ketebalan cetakan. Dengan cetakan yang sama, film yang terbentuk akan lebih tebal jika volume yang dituangkan kedalam cetakan lebih banyak. Demikian juga dengan total padatan yang akan membuat film menjadi lebih tebal dengan jumlah yang lebih banyak.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik menunjukkan perbandingan pati garut dengan karagenan (X) memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film* sedangkan konsentrasi *cocoa butter* (Y), dan interaksinya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film* komposit, seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Perbandingan Pati Garut dengan Karagenan (X) Terhadap Ketebalan *Edible film* Komposit.

Perlakuan	Data Asli	Taraf Nyata
1,5 : 0,5 ( $x_1$ )	0,0721	a
1,25 : 0,75 ( $x_2$ )	0,0839	b
1 : 1 ( $x_3$ )	0,0747	a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel uji berjarak duncan menunjukan bahwa perbandingan yang berbeda, yaitu pada perbandingan pati garut dengan karagenan 1,5 : 0,5 ( $x_1$ ) menunjukan perbedaan nyata terhadap ketebalan dari *edible film* pada perbandingan pati garut dengan karagenan 1,25 : 0,75 ( $x_2$ ), dan tidak berpengaruh nyata pada perbandingan pati garut dengan karagenan 1,00 : 1,00 ( $x_3$ ) terhadap ketebalan dari *edible film* komposit.

Berdasarkan hasil percobaan perbandingan pati garut dengan karagenan 1,25 : 0,75 ( $x_2$ ) menghasilkan tingkat ketebalan *edible film* yang paling tebal yaitu 0,0839 mm dan perbandingan pati garut dengan karagenan 1,25 : 0,75 ( $x_1$ ) menghasilkan tingkat ketebalan *edible film* yang cenderung paling rendah yaitu 0,0721 mm.

Ketebalan *edible film* cenderung mengalami peningkatan dengan meningkatnya penambahan konsentrasi lipid yang digunakan. Menurut Mc Haugh, dkk. (1994), ketebalan yang semakin meningkat maka kemampuan penahannya akan semakin baik, sehingga umur simpan produk semakin panjang. Tanaka, dkk.(2001), menambahkan bahwa asam lemak jenuh

yang digunakan ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh dapat menurunkan ketebalan molekul lipid pada struktur komposisi *edible film*.

#### b) Pengujian Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan salah satu pengukuran yang dilakukan terhadap sifat mekanik *edible film*. Kekuatan tarik dan elongasi merupakan sifat mekanik yang penting bagi *edible film*. Kekuatan tarik merupakan sifat mekanik yang menyatakan kemampuan lapisan *edible film* untuk menahan beban maksimum ketika ditekan. Kuat tarik menyatakan tekanan yang bisa ditahan oleh *edible film* sampai sobek.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik menunjukkan perbandingan pati garut dengan karagenan (X) dan konsentrasi *cocoa butter* (Y) dan interaksinya (XY) memberikan pengaruh nyata terhadap kuat tarik *edible film* komposit, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Interaksi Perbandingan Pati Garut dengan Karagenan (X) dan Konsentrasi Cocoa Butter (Y) Terhadap Kuat Tarik *Edible film* Komposit.

Perbandingan Pati garut Dengan Karagenan (X)	Konsentrasi Cocoa Butter		
	Y <sub>1</sub> (0,1%)	Y <sub>2</sub> (0,2%)	Y <sub>3</sub> (0,3%)
X <sub>1</sub> (1,5 : 0,5)	A 4.584 a	A 4.196 A	B 4.643 a
X <sub>2</sub> (1,25 : 0,75)	A 3.455 a	A 3.852 A	A 2.817 a
X <sub>3</sub> (1,0 : 1,0)	B 6.549 a	A 5.242 Ab	B 4.957 b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dan notasi huruf yang berbeda

menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Tabel 6. menunjukkan bahwa dengan konsentrasi *cocoa butter* yang semakin meningkat pada  $X_1$ ,  $X_2$  tidak terjadi peningkatan atau penurunan kuat tarik yang nyata. Sedangkan pada  $X_3$  terjadi penurunan kuat tarik yang signifikan pada konsentrasi *cocoa butter* 0,1% ( $Y_1$ ) terhadap konsentrasi *cocoa butter* 0,3% ( $Y_3$ ).

Hasil kekuatan tarik yang dilakukan oleh Abdou (2014) menunjukkan bahwa kekuatan tarik signifikan meningkat dengan meningkatnya kandungan karagenan dalam campuran *edible film*. Hal tersebut terbukti pada hasil percobaan kuat tarik pada *edible film* komposit, dimana semakin tinggi perbandingan karagenan yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kuat tarik yang dihasilkan.

Kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat peregangan dan tekanan semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik, hal ini sesuai dengan pernyataan Kester dan Fennema (1989), polisakarida salah satunya pati dalam formula *edible film* berfungsi sebagai pembentuk matriks dan pemberi sifat kohesi. Jenis bahan pembentuk dan sifat kohesi struktural menentukan kekuatan mekanik *edible film* (Gontard, dkk., 1993). Kohesi struktural yaitu kemampuan polimer untuk membentuk kuat tidaknya ikatan molekul rantai polimer.

Penambahan karagenan akan meningkatkan nilai kuat tarik *edible film*, karena karagenan mampu membentuk matriks polimer yang kuat dan menjadikan kekuatan tarik intermolekul semakin kuat pada *edible film* (Krochta dan Johnston 1997).

Sifat lipid yang non polar tidak dapat larut dengan baik pada pelarut air yang bersifat polar. Sehingga ikatan yang terjadi tidak terbentuk dengan baik dan menurunkan kadar kuat tarik atau *tensile strength* (Prasetyaningrum dkk, 2010). Hasil ini sama dengan penelitian (Haq, Hasnain, and Azam 2014) yaitu penambahan lilin lebah membuat film kurang kompak dan terputus-putus. Lilin lebah adalah non - polar dan memiliki interaksi yang sangat rendah dengan biopolimer gum cordia, yang mengakibatkan kuat tarik lemah.

#### c) Pengujian Elongasi

Pengukuran kuat tarik film biasanya diikuti dengan pengukuran persentasi pemanjangan atau persen elongasi yaitu penambahan panjang bahan materi film dari panjang awal pada saat mengalami penarikan hingga putus.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik uji berjarak duncan menunjukkan bahwa perbandingan pati garut dengan karagenan, dan konsentrasi *cocoa butter* dan interaksinya menunjukkan bahwa perbandingan, konsentrasi serta interaksi tersebut tidak berbeda nyata terhadap elongasi *edible film* komposit. Hal tersebut dikarenakan perbandingan pati garut dengan karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* yang digunakan masih belum sesuai sehingga tidak menimbulkan pengaruh nyata dan interaksi dari kedua faktor tersebut. Hasil perhitungan statistik pengujian elongasi pada *edible film* komposit dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Anava Pengujian Elongasi Edible Film Komposit.

Hasil Anava	F Hitung
Taraf X	2,270 tn
Taraf Y	1,113 tn
Inetraksi XY	0,670 tn

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Semakin bertambah konsentrasi karagenin yang larut dalam tiap-tiap rantai polimer *edible film* maka semua ruang akan terisi sehingga mengurangi gerakan molekul polimer yang akan menaikkan suhu transisi gelas. Polimer yang terbentuk akan semakin kaku jika suhu transisi gelas meningkat, hal ini akan menyebabkan film tidak *fleksible* sehingga mudah patah saat mengalami peregangan (McHugh dan Krochta 1994).

Penggunaan lipid dalam pembuatan *edible film* dapat menurunkan persentase pemanjangan (elongasi). Hal ini diduga karena adanya interaksi yang dihasilkan antara protein dan lipid. Menurut Damodaran dan Paraf (1997), penambahan lipid menyebabkan protein pada *edible film* saling berinteraksi dengan gaya kohesi yang kuat, bahkan tidak hanya ikatan antar protein saja, tetapi juga ikatan antar lemak, sehingga daya tersebut membuat *edible film* menjadi lemah dan rapuh Isnawati (2008) menambahkan bahwa nilai persentase pemanjangan yang tinggi mengindikasikan *edible film* yang dihasilkan tidak mudah putus karena mampu menahan beban dan gaya tarik yang diberikan.

d) Pengujian *Water Vapor Transmission Rate*

Krochta, dkk. (1994), menyebutkan bahwa nilai *water vapor transmission rate* dapat digunakan untuk menentukan umur simpan produk. Sebab jika *water vapor transmission rate* dapat ditahan, maka umur simpan produk dapat diperpanjang. Kehilangan air pada buah-buahan dan sayuran merupakan penyebab utama kerusakan selama penyimpanan. Kehilangan air dapat menyebabkan buah dan sayuran mengalami susut berat dan tampak layu sehingga kurang disenangi oleh konsumen. Salah satu fungsi *edible film* menurut Gontard (1994), adalah menahan migrasi uap air. Garcia, dkk. (2000) dalam Barus (2002) menyebutkan bahwa, migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian film yang hidrofilik. Dengan demikian ratio antara bagian yang hidrofilik dan hidrofobik komponen film akan mempengaruhi nilai *water vapor transmission rate* film tersebut. Semakin besar hidrofobisitas film, maka nilai *water vapor transmission rate* film tersebut akan semakin turun.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik uji berjarak duncan menunjukkan bahwa perbandingan perbandingan pati garut dengan karagenan, dan konsentrasi *cocoa butter* dan inetraksinya menunjukkan bahwa perbandingan, konsentrasi serta interaksi tersebut tidak berbeda nyata terhadap *water vapor transmission rate* dari *edible film* komposit. Hal tersebut dikarenakan perbandingan pati garut dengan karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* yang digunakan masih belum sesuai sehingga tidak menimbulkan pengaruh nyata dan interaksi dari kedua faktor tersebut. Hasil perhitungan statistik pengujian *water vapor transmission rate* pada *edible film* komposit dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Anava Pengujian *Water Vapor Transmission Rate* Edible Film Komposit.

Hasil Anava	F Hitung
Taraf X	0,715 tn
Taraf Y	0,110 tn
Inetraksi XY	0,120 tn

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Hasil analisis WVTR dipengaruhi oleh banyaknya penambahan jumlah *cocoa butter* pada *edible film*. Penambahan ini mengakibatkan molekul pati semakin rapat akibat adanya penambahan *cocoa butter*. Dewi dan Djagal (2003) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi lipid cenderung menurunkan nilai *water vapor transmision rate* (WVTR) *edible film*. Hal tersebut disebabkan karena peningkatan hidrofobilitas *edible film*. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Garcia, dkk, (2000) yang menyatakan bahwa migrasi uap air umumnya terjadi di bagian hidrofili *film*.

Karagenan dan pati merupakan salah satu bahan dalam pembuatan *edible film* yang tergolong hidrokoloid dan umumnya merupakan bahan yang buruk daya tahannya terhadap uap air. Sifat karagenin yang hidrofilik menyebabkan *edible film* yang dihasilkan dapat dengan mudah menyerap uap air (Bourtoom,2007). McHugh dan Krochta (1994) menyatakan bahwa permeabilitas dipengaruhi oleh sifat kimia bahan, struktur polimer, kondisi uji dan sifat dari bahan yang akan berdifusi.

e) Pengujian Warna

Nielsen (2003) menyatakan bahwa tiga aspek penting dalam penerimaan makanan adalah warna, rasa, dan tekstur. Para ahli berpendapat bahwa warna adalah faktor terpenting dalam hal penerimaan karena jika produk terlihat tidak menarik maka konsumen akan menolak produk tersebut dan tidak akan memperhatikan faktor lainnya.

Berdasarkan hasil perhitungan statistik menunjukkan perbandingan pati garut dengan karagenan (X) dan konsentrasi *cocoa butter* (Y) memberikan pengaruh nyata terhadap *edible film* komposit, sedangkan interaksinya (XY) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap analisa warna *edible film* komposit, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10. Data asli pada tabel 9 dan tabel 10 menunjukkan nilai dE (perbandingan sampel dengan kontrol menggunakan plastik pengemas berbahan polypropilen), selain dE didapat pula kecerahan sampel yang dihasilkan dimana jika didapatkan nilai L+ (cerah), L- (gelap), A+ (merah), A- (hijau), B+ (kuning), dan B- (biru).

Tabel 1. Pengaruh Perbandingan Pati Garut dengan Karagenan (X) Terhadap Warna *Edible film* Komposit.

Perlakuan	Data Asli	Taraf Nyata
1,5 : 0,5 (x <sub>1</sub> )	0,782	b
1,25 : 0,75 (x <sub>2</sub> )	0,360	a
1 : 1 (x <sub>3</sub> )	0,521	b

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Cocoa Butter (Y) Terhadap Warna *Edible film* Komposit.

Perlakuan	Data Asli	Taraf Nyata
0,1 % ( $y_1$ )	0,470	a
0,2 % ( $y_2$ )	0,619	b
0,3 % ( $y_3$ )	0,573	b

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5 %.

Tabel uji berjarak duncan menunjukkan bahwa perbandingan pati garut dengan karagenan yang berbeda, yaitu pada perbandingan  $x_3$  (1,0 : 1,0) dan  $x_1$  (1,5 : 0,5) menunjukkan perbedaan nyata terhadap warna dari *edible film*, sedangkan  $x_2$  (1,25 : 0,75) menunjukkan bahwa perbandingan tersebut tidak berbeda nyata terhadap warna dari *edible film* komposit. Hal ini dikarenakan adanya amilopektin pada pati garut. Amilopektin pada pati dapat menunjukkan kenampakan yang sangat jernih sehingga sangat disukai karena dapat mempertinggi mutu penampilan dari produk akhir (Tjokroadikoesoemo, 1986 dalam Fitriyanti, dkk 2011). Kejernihan berhubungan langsung dengan pengembangan granula pati. Makin besar kemampuan mengembang granula pati maka pasta yang diperoleh lebih jernih, sebaliknya bila granula pati yang mengembang sedikit maka pasta yang dihasilkan menjadi buram (Zobel, 1984 dalam Krisna 2011).

Sedangkan untuk konsentrasi *cocoa butter*, konsentrasi *cocoa butter* yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap warna *edible film* komposit yaitu pada konsentrasi  $y_3$  (0,3%) dan  $y_2$  (0,2%), sedangkan untuk  $y_1$  (0,1%) tidak

menunjukkan perbedaan nyata terhadap warna dari *edible film* komposit. Hal ini sesuai dengan pendapat Yan (2007) dimana *cocoa butter* berpengaruh terhadap tekstur yang lembut, pelepasan flavor, dan daya kilap produk yang baik, Selain itu *cocoa butter* memberikan kualitas umur simpan yang baik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan pati garut berpengaruh terhadap respon kelarutan, ketebalan, dan analisa warna *edible film* komposit.
2. Konsentrasi *cocoa butter* berpengaruh terhadap respon warna *edible film* komposit.
3. Interaksi antara perbandingan pati garut dengan karagenan dan konsentrasi *cocoa butter* berpengaruh terhadap kuat tarik *edible film*.

### Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran saran yang dapat diberikan :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kuat tarik dan elongasi, dan *water vapor transmission rate* (serendah mungkin) *edible film* komposit.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aplikasi penggunaan *edible film* komposit berbahan pati garut dengan karagenan dan lipid *cocoa butter* sebagai kemasan terhadap umur simpan makanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdou, E. S. dan Sorour, M. A. 2014. **Preparation and characterization of starch/carrageenan edible films.** International Food Research Journal 21(1): 189-193.
- AOAC.2007. **Official Methods of Analysis of The Assosiation of Official of Analytical Chemist.** AOAC, inc. Washington DC.
- Banerjee, R., and H. Chen. 1995. **Functional properties of edible film using whey protein concentrate.** J. Dairy Sci, 78:1673-1683.
- Bourtoom, T., 2007, *Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible film Prepared From Starch.* Department of Material Product Technology, Songkhala.
- Buckle, K., Edwards, R., Fleet, G., & Wootton, M. 1987. **Ilmu Pangan.** Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Damarjana, R.D.A., Afifah, N., Ekafitri, R. dan Mayasti, K.I. 2015. **Pengembangan Edible film Berbasis Pati Umbi Lokal dengan Fortifikasi Flavor Buah sebagai Bahan Pengemas Produk Olahan Buah-Buahan.** Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Subang.
- Damodaran, S., and A. Paraf. 1997. **Food protein and their application.** Marcel Dekker Inc. New York.
- Dewi, C. P. dan Djagal, W. Marseno. 2003. **Karakterisasi Edible film Komposit Protein Biji Kecipirdan Tapioca.** J. Teknologi dan industri pangan. Vol. 14 (3): 224-232.
- Donhowe, G. and Fennema, O. 1994. *Edible film and coating: Characteristic, formation, definitions and testing methods.* In Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O. (eds.). **Edible Coating and Film to Improve Food Quality.** Technomic Publ. Co. Inc. Lancaster, Pennsylvania. 378 pp.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jimenez, A., Munoz, J.A., dan Ibarz, A. 2011. **Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use.** Trends in Food Science & Technology 22: 292-303.
- Firdaus, Feris dan Chairil Anwar. 2008. **Potensi Limbah Padat - cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel.** Logika. Yogyakarta.
- Fitriyanti, Dewi., Dewi, K., Rusmawanti, D., Kristiani, A., Andariah, S. 2011. **Sereal dan Umbi-Umbian.** Jurnal. Fakultas Ekologi Manusia Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Garcia, M.A., M.N. Martino and N.E. Zaritzky. 2000. **Lipid addition to improve barrier properties of edible film starch based films and coatings.** J. Food Sci, 65 (6): 941-947.
- Gaspersz. 1995. **Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan,** Tarsito, Bandung.

- Gontard, N., Guilbert, N., Cuq, J.L. 1993. *Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film*. J. Food Science. 1383-1389. In Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999.
- Koswara, Sutrisno. 2013. **Pengolahan Umbi Garut**. Makalah disampaikan pada seafast center-LPPM. 2013. Institut Pertanian Bogor.
- Krisna, D.D.A. 2011. **Pengaruh Regelatinasi dan Modifikasi Hidrotermal terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible film dari Pati Kacang Merah (*Vigna angularis* sp.)**. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Krochta, J.M., E.A. Baldwin, and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. **Edible Coatings and Films To Improve Food Quality**. (pp):1-24. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster-Basel. USA.
- Krochta, J.W., dan De Mulder-Johton, C. 1997. **Edible And Biodegradable Polymer Film: Challenges And Opportunities**. J. Food Tech. 51 (2): 61-74.
- Mali, S., M.V.E. Grossmann, M.A. Garcia, M.N. Martino, and N.E. Zaritzky. 2005. **Mechanical and Thermal Properties of Yam Starch Films**. J. Food Hydrocolloids 19:157-164.
- Mc Hugh, T.H., Avena-Bustillos, R. dan Krochta, J.M. 1994. **Hydrophilic Edible films Modified procedure for water Vapor Permeability and Explanation of Thickness Effect**. J. Food Science. 58(4):899-903.
- Nielsen, Suzane S. 2003. **Food Analysis 3<sup>rd</sup> Edition**. Kluwer / Plenum publisher, New York.
- Harahap, A.H. 2014. **Analisis Triasilgliserol Pada Cocoa Butter Equivalent Yang Dibuat Dari RDPO Dan Asam Streatat Menggunakan Katalis Enzim**. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hettiarachchy, N. S., and G. R. Ziegler. 1994. **Protein functional in food systems**. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Isnawati, R. 2008. **Kajian rasio mentega dan chitosan dalam edible film protein pollard terhadap sifat fisik telur ayam**. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.
- Kementerian Kesehatan RI. 2014. **Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 41 Tahun 2014 Tentang Pedoman Gizi Seimbang**. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kester, J. J. and Fennema, O. 1989. **An Edible film of Lipid and Cellulose Ether: Barrier Properties to Moisture Vapor Transmission and Structural Evaluation**. J. Food Sci, Vol. 54:

- Nugroho, A., Basito dan R.B. Katri. 2013. **Kajian Pembuatan Edible film Tapioka dengan Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik.** Jurnal Teknosains Pangan. 2(1):1-12.
- Nurminah M. **Penelitian sifat berbagai bahan kemasan plastik dan kertas serta pengaruhnya terhadap bahan yang dikemas.**US U. Digital library 2002.
- 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.
- Rahardiayanto, T. S., & R. Agustini. 2013. **Pengaruh Gliserol Terhadap Titik Leleh Edible film dari Pati Ubi Kayu.** UNESA Journal of Chemistry, 2(1):109-113.
- Rodriguez Maris, Oses Javier, Ziani Khalid, Mete Juan I. 2006. **Combined Effect of Plastizers and Surfactants on the Physical Properties of Starch Based Edible film.**Journal Food Research International. 39: pp 840-646.
- Santoso, B., Priyanto, G., Purnomo, R.H. 2007. **Sifat Fisik dan Kimia Edible film Berantioksidan dan Aplikasinya sebagai Pengemas Primer Lempok Durian.**Jurnal Agribisnis dan Industri Pertanian Vol.6 No. 1; 77-82.
- Tanaka, M., S. Ishizaki, T. Suzuki and R. Takai. 2001. **Water vapor permeability of edible film prepared from fish water soluble proteins as affected by lipid type.** Journal of Tokyo University of Fisheries, 87: 3137.
- Thirathumthavorn, D., & S., Charoenrein, 2006. **Thermal and Pasting Properties of native and acidtreated starches derivatized by I-Octenyl Succinicanhydride,** Carbohydrate Polimer. 66:258265.doi:10.1016, *j.carbpol*, 2006,03,016.
- Wahyu, M. K. 2009. **Pemanfaatan pati singkong sebagai bahan baku edible film.** Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung.