

## PENGARUH KONSENTRASI $\text{CaCl}_2$ DAN ALGINAT TERHADAP KARAKTERISTIK ANALOG BULIR JERUK DARI ALGINAT

### *Effect of $\text{CaCl}_2$ and Alginate Concentration on Characteristics of Analog Alginate Pulpy Orange*

Rosmawaty Peranginangin<sup>1</sup>, Anna Mardiana Handayani<sup>2</sup>, Dina Fransiska<sup>1\*</sup>,  
Djagal W.M<sup>2</sup>, dan Supriyadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jl. K.S. Tubun Petamburan VI, Jakarta Pusat, Indonesia

<sup>2</sup> Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

\* Korespondensi Penulis: dinanomo@gmail.com

Diterima: 17 September 2015; Disetujui: 10 November 2015

#### ABSTRAK

Alginat memiliki sifat dapat membentuk gel dengan adanya ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bulir jeruk analog. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi alginat dan  $\text{CaCl}_2$  yang optimum dalam pembuatan bulir jeruk analog dengan menggunakan *response surface methodology* (RSM) dan mempelajari karakteristik bulir jeruk analog yang dihasilkan. RSM dengan *central composite design* (CCD) pada software Design Expert 7 (DX 7) digunakan dengan variasi konsentrasi alginat dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  sebagai variabel. Parameter yang diamati pada analog bulir jeruk meliputi kekuatan gel, viskositas, sineresis, dan pH. Selain itu juga diamati kadar air, kadar abu, kadar serat, dan uji sensoris (hedonik skala 5). Analog bulir jeruk disimpan dalam larutan sari jeruk selama 1 bulan dengan pengamatan berat dan warna periode per minggu. Optimasi dilakukan dengan menggunakan program DX 7 (RSM) dan 5 kali ulangan pada bulir jeruk yang dibuat dari alginat 0,8% dan  $\text{CaCl}_2$  0,5%. Analog bulir jeruk yang dihasilkan memiliki kekuatan gel 130,29 g/cm<sup>2</sup>; viskositas larutan 118,6 cPs; sineresis 43,47% dan pH 3,99; sedangkan kadar air 94,05%; kadar abu 0,35%; kadar serat 2,46%. Hasil uji hedonik skala 5 pada analog bulir jeruk memiliki nilai yaitu mendekati suka untuk tekstur (3,73), suka untuk kenampakan (4) dan antara agak suka hingga suka untuk rasa (3,53).

**KATA KUNCI:** analog bulir jeruk, alginat,  $\text{CaCl}_2$ , *response surface methodology*

#### ABSTRACT

*Alginate has properties for gel formation in the presence of  $\text{Ca}^{2+}$  ions, which can be used to produce an analog pulpy orange. The purpose of this study was to obtain the optimum concentration of alginate and  $\text{CaCl}_2$  in producing analog pulpy orange using response surface methodology (RSM). The purpose of this research is also to study the characteristics of analog pulpy orange. RSM with a central composite design (CCD) run by Software Design Expert 7 (DX 7) has been conducted with two variables which was alginate and  $\text{CaCl}_2$  concentration. The parameters observed were gel strength, viscosity, syneresis and pH. Other parameters observed were moisture content, ash content, fiber content, and sensory test (hedonic scale of 5). Analog pulpy orange produced from the experiment were stored in an orange solution for 1 month and then evaluated weekly based on its weight and color. This research was performed using alginate concentration of 0.8% and  $\text{CaCl}_2$  concentration of 0.5% with five replications. The result showed that analog pulpy orange produced has a gel strength of 130.29 g/cm<sup>2</sup>; viscosity of the solution of 118.6 cPs; sineresis of 43.47% and pH of 3.99; while moisture content of 94.05%; ash content of 0.35% and fiber content of 2.46%. Hedonic test (scale of 5) showed that the panelists nearly like on texture (3.73), like on appearance (4) and between rather likes to likes on taste (3.53).*

**KEYWORDS:** analog pulpy orange, alginate,  $\text{CaCl}_2$ , *response surface methodology*

## PENDAHULUAN

Alginat merupakan salah satu hidrokoloid polisakarida yang banyak digunakan dalam pengolahan pangan sebagai pengental, pembentuk gel, lapis tipis film, dan sebagainya yang diekstraksi dari rumput laut cokelat dan dibentuk dari dua monomer yaitu 1,4  $\alpha$ -L-guluronic dan  $\beta$ -D-mannuronic acid (Rehm, 2009). Sodium alginat adalah biopolimer larut dalam air membentuk struktur gel dengan adanya kation divalen seperti kalsium dan *zinc*. Rumput laut cokelat yang banyak tumbuh dan berkembang di perairan Indonesia adalah *Sargassum* sp., *Dyctiota* sp., *Hormophysa* sp., dan *Turbinaria* sp. Rumput laut *Sargassum filipendula* banyak tumbuh di pantai Binuangeun, Banten. Sodium alginat dari *Sargassum* ini dapat membentuk gel dan dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan bulir-bulir seperti bulir jeruk (bulir analog) yang banyak ditemukan pada minuman di pasaran.

Minuman dengan bulir jeruk banyak beredar dipasaran dan disukai oleh konsumen. Namun tampaknya, berdasarkan pengamatan, jumlah bulir jeruk yang masih utuh dalam minuman tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan bulir yang sudah pecah. “Bulir jeruk” dapat dibuat dengan bahan lain seperti menggunakan alginat yang ditambah dengan sari jeruk menghasilkan analog bulir jeruk. Pembentukan analog bulir jeruk dapat dilakukan dengan menggunakan alginat yang diinteraksikan dengan ion kalsium dan larutan perisa jeruk sehingga membentuk gel bulir jeruk. Interaksi antara alginat dan ion kalsium akan membentuk gel alginat. Pada saat terjadi pembentukan gel alginat yang dilakukan dalam larutan perisa jeruk maka larutan perisa jeruk akan terperangkap dalam gel tersebut sehingga menghasilkan bulir-bulir yang menyerupai bulir jeruk.

Sumber kalsium yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalsium klorida. Kalsium klorida sangat luas digunakan untuk pembentukan gel alginat (Wang *et al.*, 2003). Penelitian sebelumnya (Hayasidarta, 2012) menggunakan kalsium laktat yang menghasilkan gel bulir jeruk yang kurang kokoh dan kompak. Pada penelitian ini digunakan  $\text{CaCl}_2$  yang diharapkan dapat menghasilkan gel bulir jeruk yang kokoh dan kompak.

Pada penelitian ini analog bulir jeruk ditambah larutan jeruk dan dilakukan penyimpanan untuk mengetahui stabilitas gel analog bulir jeruk selama beberapa minggu. Penelitian tentang pembuatan analog bulir jeruk dengan berbagai konsentrasi sodium alginat dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  dengan *Response Surface Methodology* (RSM) belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini diperlukan untuk mendapatkan konsentrasi optimum alginat dan  $\text{CaCl}_2$ , mengetahui

karakteristik bulir jeruk yang dihasilkan, dan stabilitas gel selama penyimpanan dalam larutan jeruk.

Di dalam RSM, dikenal *mixture experiment* yang merupakan kumpulan dari teknik matematika dan statistika yang berguna untuk permodelan dan analisa masalah suatu respon dari suatu eksperimen yang dipengaruhi oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah mengoptimalkan respon tersebut. Respon yang digunakan dalam *mixture experiment* adalah fungsi dari proporsi perbedaan komponen/bahan dalam suatu formula (Cornell, 1990). Pada rancangan *mixture experiment* terdapat piranti lunak (software) Program *Design Expert 7* (DX 7) dan dinamakan *mixture design*. Program DX 7 menyediakan rancangan percobaan (*design experiment*) untuk melakukan optimasi rancangan produk dan proses (Anon., 2015).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut coklat *Sargassum filipendula* yang kemudian diekstraksi menjadi natrium alginat dan disimpan pada *refrigerator* pada suhu 8 °C, sampai alginat tersebut digunakan. Bahan lain untuk pembuatan analog bulir jeruk meliputi: larutan perisa jeruk, pewarna *orange food grade* (15985 E110), gula pasir, asam sitrat, aquades, dan  $\text{CaCl}_2$  anhidrat. Selain itu digunakan larutan jeruk yang diambil dari minuman bulir jeruk komersial untuk merendam analog bulir jeruk.

Alat yang digunakan untuk membuat analog bulir jeruk yaitu mesin pembuatan bulir yang terdiri dari wadah untuk menampung larutan  $\text{CaCl}_2$  yang mengalir dengan mesin pompa sehingga larutan selalu mengalir (Basmal *et al.*, 2014). Alat untuk pengujian parameter yang diamati pada analog bulir jeruk adalah *Broekfield Viscometer*, *Texture Analyzer (TA-XT Analyzer)*, dan pH meter.

### Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan RSM dengan *Central Composite Design* (CCD) dalam software DX 7. Variabel yang akan dioptimasi adalah konsentrasi alginat dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$ . Penggunaan RSM dalam proses optimasi sangat diperlukan untuk sebuah desain eksperimental, yang dapat menghasilkan banyak sampel untuk mengevaluasi dalam waktu yang pendek dan uji yang lebih efisien. Respon yang diamati meliputi kekuatan gel, viskositas dan sineresis.

Ekstraksi alginat dari rumput laut *Sargassum filipendula* menggunakan metode yang digunakan oleh

Murdinah et al. (2005). Karakterisasi alginat meliputi kadar air, kadar abu (AOAC, 1992), viskositas (Jecfa, 2007), derajat putih (Murdinah, 2008), dan kekuatan gel (Subaryono, 2009).

### Pembuatan Analog Bulir Jeruk

Persiapan larutan untuk pembuatan analog bulir jeruk yaitu alginat (0,52–1,00%), perisa jeruk (0,3%), pewarna (0,03%), gula (10%), asam sitrat (0,2%) dan sisanya adalah air (Hayasidarta, 2012). Tahapan selanjutnya adalah pembuatan larutan kalsium klorida (0,36–0,60%) untuk pembentukan analog bulir jeruk. Pembentukan bulir jeruk dilakukan dengan menggunakan alat pembentuk bulir hasil rancangan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (Basmal et al., 2014). Pembuatan analog bulir jeruk dilakukan pada kondisi suhu (suhu ruang) dan waktu yang sama.

### Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan pendahuluan untuk menentukan batas atas dan batas bawah konsentrasi natrium alginat dan  $\text{CaCl}_2$  pada proses pembuatan analog bulir jeruk. Konsentrasi natrium alginat yang digunakan yaitu antara 0,4–1,2% dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  yaitu antara 0,3–0,7%.

Kombinasi dari perlakuan ( $X_1$  dan  $X_2$ ) dapat dilihat pada Tabel 1. Taraf dari tiap variabel yang menghasilkan 5 titik respon yang menjadi daerah percobaan penelitian utama dikode dengan interval (+1,414; +1; 0; -1; -1,414). Kode 0 digunakan untuk mengkode taraf variabel yang diduga optimum, sedangkan kode +1.414; +1 dan -1.414; -1 digunakan untuk mengkode daerah percobaan sebelum dan sesudah titik yang diduga optimum. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program DX 7. Adapun rancangan penelitian dengan RSM (Cornell, 1990) disajikan pada Tabel 2. Dari hasil optimasi ini akan diperoleh variabel (konsentrasi alginat dan  $\text{CaCl}_2$ ) yang menghasilkan respon terbaik.

### Tahap Analisis Respon

Data parameter yang diamati dianalisis dengan menggunakan program DX 7 untuk mengetahui kecenderungan dari model persamaan polinomial dengan ordo yang sesuai dengan hasil yang didapatkan pada masing-masing variabel respon. Beberapa model persamaan polinomial yang berbeda-beda yang diperoleh dari analisis dengan DX 7 yakni *mean*, *linier*, *2FI*, *quadratic* dan *cubic*. Persamaan polinomial untuk masing-masing respon dilakukan dengan tiga cara yaitu berdasarkan *Sequential Model of Sum of Square [Type I]*, *Lack of Fit Tests*, dan *Model Summary Statistics*. Ketiga proses tersebut akan memberikan saran model persamaan matematika yang tepat untuk masing-masing variabel (Cornell, 1990).

### Optimasi dan Verifikasi Kondisi Proses Pembuatan Analog Bulir Jeruk

Optimasi dilakukan untuk menentukan formula dengan respon yang optimal. Optimalnya suatu respon dilihat dari nilai *desirability* yang mendekati satu. Masing-masing respon akan ditentukan tingkat kepentingannya dalam menghasilkan produk yang optimal. Selain pengaturan kriteria dari tiap respon, juga ditentukan tinggi rendahnya nilai kepentingan atau prioritas dari tiap respon yang akan ditentukan kriterianya. Nilai kepentingan berkisar antara 1 hingga 5, yang berarti semakin tinggi nilai kepentingan dari suatu respon berarti semakin tinggi prioritas respon tersebut dalam pemenuhan kriteria yang akan dicapai. Proses verifikasi (5 kali ulangan) dilakukan untuk memperoleh nilai aktual setiap respon dari formula yang direkomendasikan berdasarkan hasil optimasi (Cornell, 1990).

Pada penelitian ini variabel yang dioptimasi adalah konsentrasi alginat, konsentrasi  $\text{CaCl}_2$ , dengan respon kekuatan gel, viskositas, dan sineresis.

Tabel 1. Variasi dalam percobaan pendahuluan  
Table 1. Variation on the preliminary experiment

Kode Level/ Level Code	Taraf Variabel Optimum/ <i>Optimum Variable Level</i>				
	-1.414	-1	0	1	1.414
$X_1$ (%)	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
$X_2$ (%)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

Keterangan/Note:  $X_1$ : Variabel kode untuk Natrium alginat/*Code variable of sodium alginate*  
 $X_2$ : Variabel kode untuk  $\text{CaCl}_2$ /*Code variable of  $\text{CaCl}_2$*

Tabel 2. *Central composite design* (CCD) untuk optimasi pembuatan analog bulir jeruk analog  
 Table 2. *Central composite design* (CCD) for optimization of pulpy orange analog

No	Sodium Alginate (% b/v)	CaCl <sub>2</sub> (% b/v)	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	1.00	0.40	1	-1
2	0.80	0.50	0	0
3	0.80	0.64	0	1.414
4	0.80	0.50	0	0
5	0.60	0.40	-1	-1
6	0.80	0.50	0	0
7	0.52	0.50	-1.414	0
8	0.80	0.50	0	0
9	0.60	0.60	-1	1
10	0.80	0.36	0	-1.414
11	1.00	0.60	1	1
12	1.08	0.50	1.414	0
13	0.80	0.50	0	0

Keterangan/Note: X<sub>1</sub>: Variabel kode untuk natrium alginat/Code variable of sodium alginate  
 X<sub>2</sub>: Variabel kode untuk CaCl<sub>2</sub>/Code variable of CaCl<sub>2</sub>

**Stabilitas Analog bulir jeruk dalam Larutan Jeruk**

Pengamatan stabilitas analog bulir jeruk dilakukan terhadap berat saja dengan pertimbangan bahwa gel disimpan dalam larutan dengan kemungkinan terjadi kenaikan berat karena air masuk ke dalam gel. Untuk mempelajari stabilitas berat gelnya, analog bulir jeruk direndam dalam larutan jeruk dengan lama penyimpanan 4 minggu. Pengamatan berat, warna dan bentuk bulir dilakukan setiap minggu.

**Parameter yang diamati**

Analog bulir jeruk yang dihasilkan dilakukan pengujian kekuatan gel, viskositas dan sineresis, kadar air (AOAC, 1992), kadar abu (AOAC, 1992), kadar serat (Apriyantono *et al.*, 1989), dan pH (BSN, 2004).

Pengamatan lain yang dilakukan adalah sifat sensori dengan uji kesukaan (hedonik) menggunakan skala 5 (lima), yaitu sangat tidak suka (skala 1), tidak suka (skala 2), agak suka (skala 3), suka (skala 4) dan sangat suka (skala 5). Sebagai pembanding digunakan 2 jenis produk bulir jeruk komersial yang banyak ditemukan di pasar. Pengujian sensoris dilakukan oleh 15 panelis semi terlatih. Atribut kesukaan yang dinilai adalah kenampakan bulir, tekstur dan rasa jeruk. Data hasil uji sensoris diolah dengan menggunakan SPSS 12 Duncan's Test (Steel & Torrie, 1993).

**HASIL DAN BAHASAN**

**Karakteristik Natrium Alginat Hasil Ekstraksi**

Hasil analisis terhadap sifat fisiko kimia natrium alginat seperti di dalam Tabel 3. Mutu natrium alginat yang digunakan pada pembuatan bulir jeruk telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Food Chemical Codex (1981). Diharapkan dengan natrium alginat yang telah memenuhi standar FCC (*Food Chemical Codex*), maka dihasilkan analog bulir jeruk yang sama mutunya dengan bulir jeruk komersial. Parameter mutu yang sangat mempengaruhi karakteristik analog bulir jeruk adalah viskositas alginat. Hasil penelitian Fu *et al.* (2011) menyatakan bahwa tingginya viskositas berkorelasi dengan tingginya kekuatan gel alginat. Viskositas dari larutan alginat dipengaruhi oleh konsentrasi, pH, bobot molekul, suhu dan adanya kation logam polivalen. Semakin tinggi konsentrasi atau bobot molekul maka semakin tinggi viskositasnya (Chapman & Chapman, 1980). Viskositas larutan alginat akan menurun dengan pemanasan dan meningkat lagi bila didinginkan kembali, kecuali dengan pemanasan pada suhu tinggi (>100 °C) dan waktu relatif lama yang akan mengakibatkan degradasi molekul dan menyebabkan penurunan viskositas (Glicksman, 1983). Dengan demikian dalam penelitian ini, tidak dilakukan pemanasan pada pembuatan larutan alginat, agar viskositas tidak mengalami penurunan.

Tabel 3. Sifat fisiko kimia natrium alginat  
 Table 3. Physico-chemical characteristics of sodium alginate

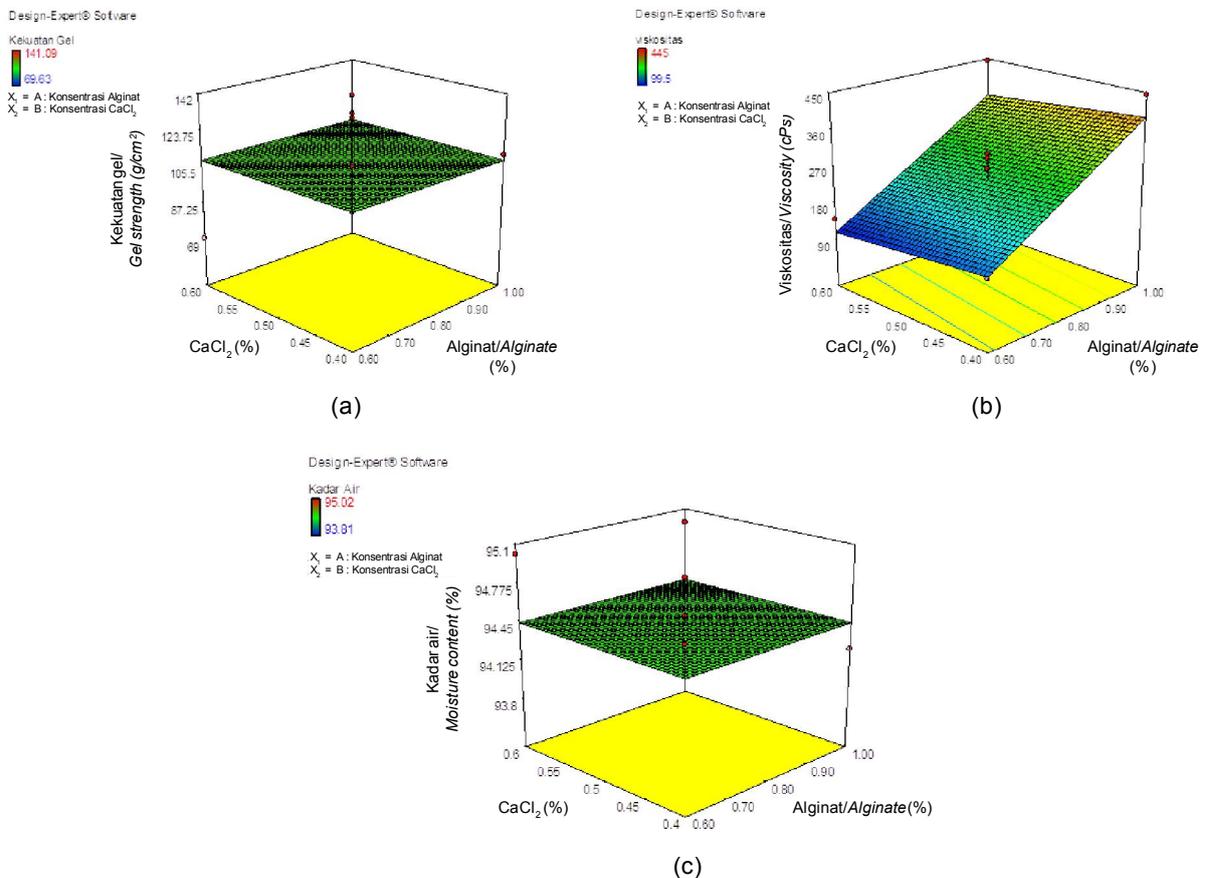
Parameter/Parameters	Natrium Alginat Hasil Ekstraksi/Sodium Alginate from Extraction	Standar Natrium Alginat/Standard of Sodium Alginate
Kadar air/Moisture content (%)	12.87	$\leq 15.00^*$
Kadar abu/Ash content (%)	23.03	13.00 – 27.00*
Viskositas/Viscosity (cPs)	75.00	$> 27.00^*$
Derajat Putih/Whiteness	71.55	52.80**
Rendemen/Yield (%)	23.89	$> 18.00^*$

Sumber/Source: \* Food Chemical Codex (1981), \*\* Yunizal (2004)

### Karakteristik Analog bulir jeruk

Respon kekuatan gel menunjukkan bahwa konsentrasi alginat dan kalsium klorida tidak memberikan pengaruh yang nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kekuatan gel analog bulir jeruk (Gambar 1a) Lain halnya dengan viskositas konsentrasi alginat yang

semakin tinggi menghasilkan viskositas yang semakin meningkat. Begitu juga dengan konsentrasi kalsium klorida yang semakin tinggi maka viskositas meningkat pula, namun tidak signifikan dibanding dengan konsentrasi alginat ( $P > 0,05$ ). Respon viskositas dapat dilihat pada Gambar 1b. Air yang terkandung dalam bahan dapat mempengaruhi tekstur,



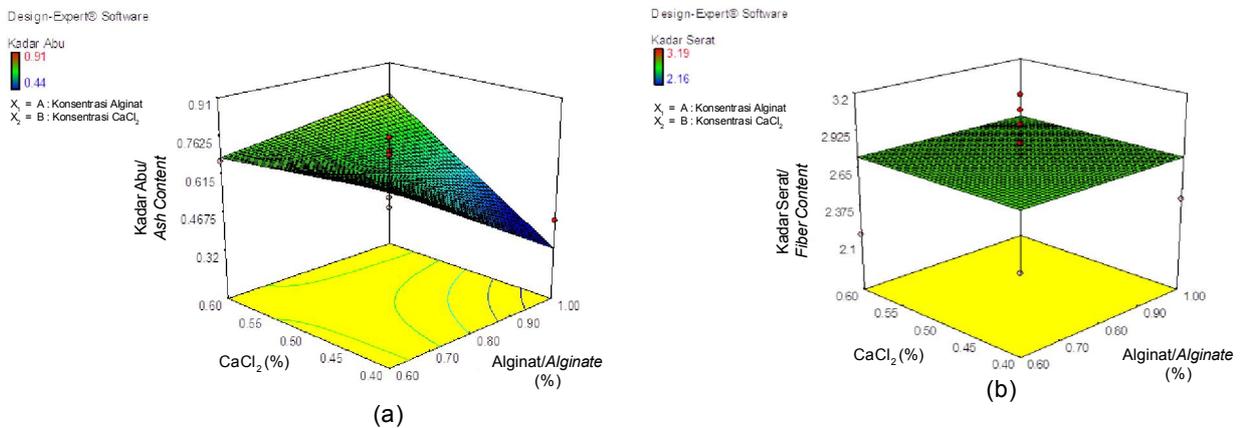
Gambar 1. 3D response surface terhadap (a) kekuatan gel; (b) viskositas; (c) kadar air analog bulir jeruk .  
 Figure 1. 3D response surface on (a) gel strength (b) viscosity; (c) moisture content of analog pulpy orange.

daya simpan, cita rasa dan penampaknya. Analog bulir jeruk memiliki kadar air yang cukup tinggi sekitar 93–94% (Gambar 1c). Hal ini menunjukkan bahwa analog bulir jeruk yang diperoleh memiliki sifat *juicy* ketika dimakan dan masih memiliki kesan berair ketika dikunyah di mulut.

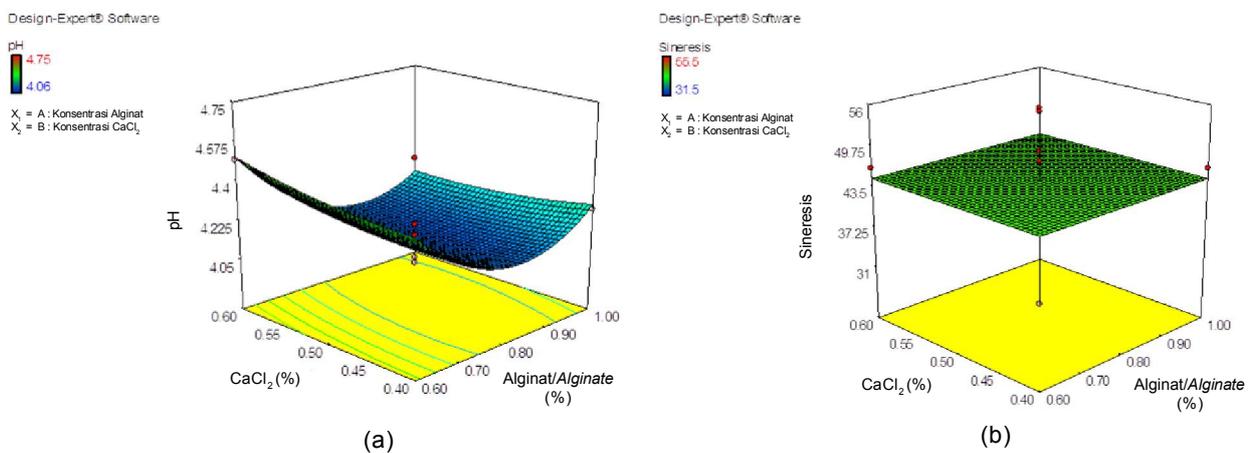
Semakin banyak kandungan mineralnya maka kadar abu menjadi tinggi begitu juga sebaliknya apabila kandungan mineral sedikit maka kadar abu bahan juga sedikit. Hasil analisis kadar abu mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi kalsium klorida yang digunakan dalam larutan maka kandungan kalsium pada bulir jeruk juga semakin tinggi (Gambar 2a). Hal ini dapat dikaitkan dengan semakin tinggi pula kadar abu analog bulir jeruk yang dihasilkan. Bulir jeruk memiliki serat-serat yang tidak larut dalam air. Kalsium yang diikat oleh alginat akan menentukan seberapa banyak ikatan yang terjadi sehingga membentuk serat. Pengujian kadar serat didasarkan pada analogi tersebut. Alginat yang digunakan dalam pembuatan analog bulir jeruk berfungsi untuk melapisi sistem cairan yang ada di

dalamnya, sehingga serat/lapisan tipis alginat tersebut dapat diukur jumlahnya. Hasil analisis kadar serat menunjukkan bahwa kadar serat berada pada kisaran yang sama yang dapat dilihat pada Gambar 2b. Hal ini dikarenakan lapisan film yang berada pada bulir jeruk merupakan alginat yang berinteraksi dengan kalsium sehingga dapat diasumsikan bahwa kadar serat tersebut berasal dari konsentrasi alginat yang digunakan.

Derajat keasaman berhubungan dengan keawetan suatu bahan pangan yang bisa disebabkan oleh tidak tahannya suatu mikroorganisme untuk tumbuh pada kadar asam yang tinggi (pH rendah) (Winarno, 2008). Nilai pH analog bulir jeruk dipengaruhi oleh konsentrasi alginat dan kalsium klorida ( $p < 0,05$ ). Respon pH dapat dilihat pada Gambar 3a. Sineresis merupakan faktor penting dalam produk makanan yang berbentuk gel. Selain itu, sineresis berhubungan dengan kekuatan gel suatu bahan pangan. Sineresis berbanding terbalik dengan kekuatan gel. Jika kekuatan gel tinggi maka sineresis rendah, dan apabila kekuatan gel rendah maka sineresis tinggi. Sineresis analog bulir jeruk



Gambar 2. 3D response surface (a) kadar abu (b) kadar serat.  
 Figure 2. 3D response surface (a) ash content (b) fiber content.



Gambar 3. 3D response surface terhadap (a) pH, dan (b) sineresis.  
 Figure 3. 3D response surface on (a) pH and (b) sineresis.

berada pada kisaran yang sama ( $P > 0,05$ ) dapat dilihat pada Gambar 3b. Sineresis berhubungan dengan kekuatan gel, pengukuran kekuatan gel menghasilkan respon datar.

Sesuai dengan CCD pada Tabel 1, konsentrasi alginat ditargetkan 0,8% dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  ditargetkan 0,5%. Kondisi optimum yang diharapkan adalah bulir jeruk yang memiliki kekuatan gel dan kadar serat yang tinggi dan sineresis yang rendah. Respon lainnya yaitu viskositas, kadar air, kadar abu, dan pH masing-masing ditargetkan dalam rentang dengan *importance* 3 (+++). Optimasi komponen dan respon bulir jeruk dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan tahap optimasi dengan menggunakan Program DX 7, rancangan RSM merekomendasikan formula pembuatan analog bulir jeruk dengan konsentrasi alginat 0,8% dan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  0,5%. Kondisi proses ini diprediksikan akan menghasilkan kekuatan gel 109,60  $\text{g/cm}^2$ , viskositas 250,42 cPs, kadar air 94,46%, kadar abu 0,64%, kadar serat 2,74%, pH 4,14 dan sineresis 44,92%. Nilai *desirability* dari optimasi yang dilakukan adalah 0,674 yang artinya bahwa peluang kondisi proses yang diteliti akan menghasilkan produk dengan karakteristik yang sesuai dengan target optimasi adalah sebesar 67,4%.

#### Tahap Verifikasi Kondisi Optimum

Verifikasi dilakukan untuk memperoleh nilai aktual setiap respon dari formula yang direkomendasikan.

Verifikasi terhadap formula (kondisi proses) dilakukan dengan 5 kali ulangan. Uji yang dilakukan pada tahapan verifikasi sama dengan uji pada 13 formula pembuatan analog bulir jeruk (Tabel 2) yang digunakan untuk menghasilkan respon aktual. Berdasarkan kondisi proses sesuai dengan optimasi, diperoleh karakteristik analog bulir jeruk diambil rata-rata yaitu kekuatan gel 130,29  $\text{g/cm}^2$ , viskositas 118,6 cPs, kadar air 94,05%, kadar abu 0,35%, kadar serat 2,46%, pH 3,99, dan sineresis 43,47%.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa hasil verifikasi solusi formula optimum yang direkomendasikan oleh program tidak sama persis, namun kisaran nilainya berada di antara selang prediksi rendah (95%) dan selang prediksi tinggi (95%). Selang prediksi rendah (95%) adalah nilai terendah dari kisaran yang diprediksikan, yang memiliki nilai kepercayaan dari pengamatan individual sebesar 95%, sedangkan selang prediksi tinggi (95%) adalah nilai tertinggi dari kisaran yang diprediksikan, yang memiliki nilai kepercayaan dari pengamatan individual sebesar 95%. Dengan demikian solusi formula yang diprediksikan oleh Program DX 7 rancangan RSM, sesuai dengan hasil yang diperoleh dari verifikasi, yaitu formula analog bulir jeruk dengan konsentrasi alginat 0,8% dan  $\text{CaCl}_2$  0,5%.

#### Sifat Sensoris Bulir Jeruk Hasil Optimasi

Analog bulir jeruk hasil optimasi yang telah dilakukan uji sensoris memiliki kenampakan, tekstur

Tabel 4. Komponen respon yang dioptimasi, target, batas bawah, batas atas dan tingkat kepentingan pada tahapan optimasi

Table 4. Optimized response component, target, lower limit, upper limit, and their level of importance in the optimization process

Komponen Respon/ Response component	Batas Bawah/ Lower limit	Batas Atas/ Upper Limit	Target/Goal	Kepentingan/ Importance
Konsentrasi alginat/Alginate concentration (%)	0.60	1.00	0.80	3 (+++)
Konsentrasi $\text{CaCl}_2$ /CaCl <sub>2</sub> concentration (%)	0.40	0.60	0.50	3 (+++)
Kekuatan gel/Gel strength ( $\text{g/cm}^2$ )	69.63	141.09	maksimal/maximum	3 (+++)
Viskositas/Viscosity (cPs)	99.50	445,00	dalam rentang/in range	3 (+++)
Kadar air/Moisture content (%)	93.81	95.02	dalam rentang/in range	3 (+++)
Kadar abu/Ash content (%)	0.44	0.91	dalam rentang/in range	3 (+++)
Kadar serat/Fiber content (%)	2.16	3.19	maksimum/maximum	3 (+++)
pH	4.06	4.75	dalam rentang/in range	3 (+++)
Sineresis (%)	31.50	55.50	minimum/minimum	3 (+++)

Tabel 5. Perbandingan prediksi dan nilai respon aktual hasil verifikasi formula optimum dengan Program DX 7  
 Table 5. Comparison of prediction and actual value of response verification results on optimum formula with DX 7 Programme

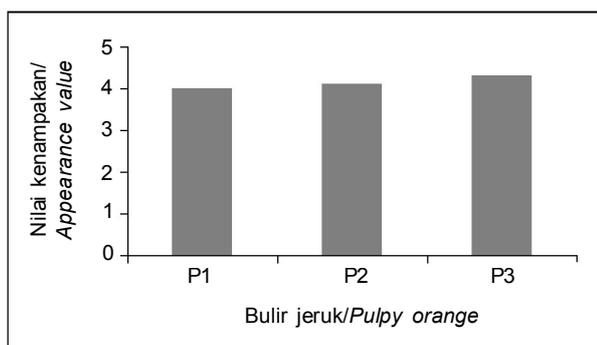
Respon/Response	Prediksi/ Prediction	Hasil Verifikasi/ Verification Result	Selang Kepercayaan/ Confident Interval (95%)		Selang Prediksi/ Prediction Interval (95%)	
			Rendah/ Low	Tinggi/ High	Rendah/ Low	Tinggi/ High
			Kekuatan Gel/ <i>Gel strength</i> (g/cm <sup>2</sup> )	109.60	130.29±5.78	96.09
Viskositas/ <i>Viscosity</i> (cPs)	250.42	118.60± 4.06	211.55	289.30	104.96	395.88
Kadar Air/ <i>Moisture content</i> (%)	94.46	94.05± 0.30	94.23	94.68	93.62	95.29
Kadar Abu/ <i>Ash content</i> (%)	0.64	0.35± 0.06	0.57	0.71	0.37	0.91
Kadar Serat/ <i>Fiber content</i> (%)	2.74	2.46± 0.66	2.55	2.94	2.01	3.48
pH	4.14	3.99± 0.08	4.06	4.22	3.94	4.33
Sineresis (%)	44.92	43.47± 5.59	40.69	49.16	29.08	60.77

dan rasa yang hampir sama dengan produk komersial merk A dan B yang beredar di pasaran dengan nilai yang diperoleh untuk tekstur (3,73), kenampakan (4) dan rasa (3,53). Kenampakan, tekstur dan rasa analog bulir jeruk hasil optimasi dapat dilihat pada Gambar 4 (a, b, dan c). Hasil analisis kenampakan, tekstur dan rasa menunjukkan nilai yang tidak signifikan ( $p>0,05$ ).

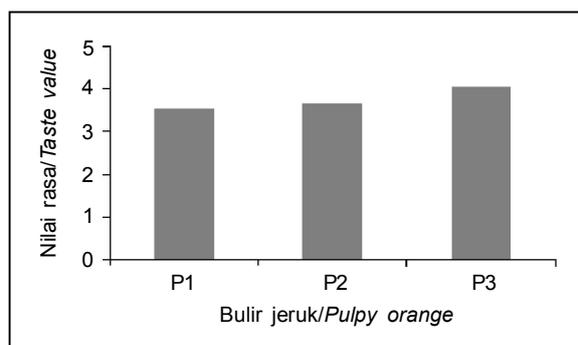
Hal ini menunjukkan bahwa analog bulir jeruk dapat diterima oleh panelis.

**Stabilitas Analog bulir jeruk dalam Larutan Jeruk**

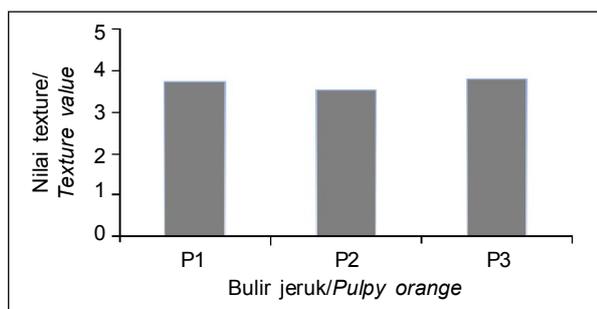
Pengamatan stabilitas analog bulir jeruk dalam larutan jeruk yang dilakukan hanya berat saja,



(a)



(b)



(c)

Keterangan/Note: P1: Bulir jeruk hasil penelitian/*Pulpy orange of research result*, P2: Bulir jeruk komersial merk A/*Commercial pulpy orange brand A*, P3: Bulir jeruk komersial merk B/*Commercial pulpy orange brand B*

Gambar 4. Uji sensori bulir jeruk hasil penelitian dibandingkan dengan minuman bulir jeruk komersial, nilai kenampakan (a), nilai tekstur (b) dan nilai rasa (c).

Figure 4. Sensory test of analog pulpy orange compared with commercial pulpy orange; (a) appearance (b) texture (c) taste.

mengingat gel tersebut disimpan dalam larutan, dengan hipotesis bahwa ada kemungkinan kenaikan berat yang disebabkan air masuk ke sistem gel. Berat analog bulir jeruk selama penyimpanan pada hari ke-7 rata-rata 15,09 g, pada penyimpanan hari ke-14 mengalami penurunan menjadi rata-rata 14,96 g. Pada hari penyimpanan ke 21 mengalami kenaikan kembali menjadi rata-rata 15,19 g, sedangkan pada akhir penyimpanan (hari ke-28) mengalami penurunan kembali menjadi rata-rata 13,77 g. Analog bulir jeruk yang diaplikasikan ke dalam larutan jeruk mengalami peningkatan berat, dengan rata-rata dari keseluruhan sampel yaitu 14,75 g. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh air yang masuk ke dalam matrik bulir jeruk, sehingga berat menjadi bertambah dan juga perubahan warna yang terjadi menandakan bulir jeruk terdegradasi oleh larutan jeruk.

Larutan jeruk yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH yang cukup rendah yaitu nilai 3. Nilai pH yang rendah akan meningkatkan elektrostatik atom  $\text{H}^+$  sehingga akan menarik atom oksigen yang bermuatan negatif pada ikatannya dengan ion kalsium. Dengan demikian, analog bulir jeruk selama penyimpanan akan menurun kekuatan gelnya yang ditandai dengan masuknya air ke dalam sistem gel sehingga beratnya menjadi bertambah dan warna analog bulir jeruk yang berubah menjadi lebih cerah (warna oranye hampir hilang). Pencegahan penurunan warna bulir jeruk dapat dilakukan dengan memberikan sifat hidrofobik pada sistem analog bulir jeruk. Bahan-bahan formulasi bulir jeruk adalah bahan yang larut dalam air (hidrofilik). Bahan non polar seperti lemak akan dapat mencegah masuknya cairan media komersial ke dalam analog bulir jeruk. Meskipun demikian tetapi diperlukan suatu emulsifier yang dapat mengikatkan bahan non polar tersebut dengan bahan-bahan formulasi bulir jeruk (polar) sehingga kemungkinan intensitas warna bulir jeruk akan tetap sama atau menurun lebih lambat selama masa penyimpanan dalam larutan jeruk.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pembuatan analog bulir jeruk yang optimal dapat menggunakan alginat 0,8% dan larutan  $\text{CaCl}_2$  0,5%. Karakteristik analog bulir jeruk pada penelitian ini memiliki kekuatan gel 130,29  $\text{g/cm}^2$ , viskositas larutan 118,6 cPs, kadar air 94,05%, kadar abu 0,35%, kadar serat 2,46%, pH 3,99 dan sineresis 43,47%. Hasil uji sensoris analog bulir jeruk yang dibandingkan dengan produk komersial memiliki tekstur, kenampakan dan rasa yang tidak berbeda nyata dengan produk komersial. Pada penyimpanan selama 1 bulan, analog bulir jeruk mengalami

peningkatan berat dan warna oranye berubah menjadi lebih cerah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2015). *Design expert 7*. Retrieved from <http://www.statease.com>.
- AOAC. (1992). *Official methods of analisa of the association of official analisa chemist*. USA-Washington DC: Benyamin Franklin.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedarnawati, & Budiyanto, S. (1989). *Analisis pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB
- Basmal, J., Utomo, B.S.B., Tazwir, Hak, N., & Kusumawati, R. (2014). *Pemantapan produksi alginat skala UKM untuk scalling up dan teknologi produksi mikroenkapsulasi minyak ikan berbasis ekonomi biru*. Laporan Teknis. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- BSN. (2004). SNI 06-6989.11-2004. *Air dan air limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Badan Standarisasi Nasional.
- Chapman, V.J. & Chapman, D.J. (1980). *Seaweeds and Their Uses* (3<sup>rd</sup> ed). London: Chapman & Hall. 334 pp. (Chapter 6 is on alginates and p. 214 shows the calcium bridges between the alginate chains).
- Cornell, J. A. (1990). *Experiments with mixtures: Designs, Models and The Analysis of Mixture Data*. Ed ke-2. New York: J Wiley & Son
- Food Chemical Codex. (1981). *Alginate*. Washington: National Academy Pr. pp 74-75
- Fu, S., Thacker, A., Sperger, D. M., Boni, R. L., Buckner, I. S., Velankar, S., Munson, E. J., & Block, L.H. (2011). *Relevance of rheological properties of sodium alginate in solution to calcium alginate gel properties*. AAPS PharmSciTech, 12(2). DOI: 10.1208/s12249-011-9587-0
- Glicksman. (1983). *Food hydrocolloids*. Volume 11. New York: CRC Press.
- Hayasidarta. (2012). *Application of alginate on the production of artificial pulpy orange*. Skripsi. Serpong: Department of Food Technology. Swiss German University
- Jecfa. (2007). *Compedium of food additive specifications*. Roma, Italia,
- Murdinah. (2008). Pembuatan bakto agar dari rumput laut *Gelidium rigidum* untuk media tumbuh bagi mikroorganisme. *Jurnal pasca panen dan bioteknologi kelautan dan perikanan*. 3(1), 79-88
- Murdinah, Subaryono, Fransiska, D., Sinurat, E., Amini, S., Irianto, H. E., Darmawan, M., & Peranginangin, R. (2005). *Laporan teknis pemanfaatan mikro dan makro alga*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Rehm, B.H.A. (2009). *Alginates: biology and applications*, Springer-Verlag.
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1993). *Prinsip dan prosedur statistika, suatu pendekatan biometrik*. Alih Bahasa

- B. Soemantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. pp. 377–398
- Subaryono. (2009). *Karakteristik pembentukan gel alginat dari rumput laut Sargassum filipendula dan Turbinaria sp.* Tesis. Program Studi Ilmu Kelautan. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G. (2008). *Kimia pangan dan gizi*. M. Brio Press, Bogor.
- Wang, L, Shelton, R.M., Cooper, P.R., Lawson, M., Triffitt, J.T., & Barralet, J.E. (2003). Evaluation of sodium alginate for bone marrow cell tissue engineering. *Biomaterials*, 24: 3475–81.
- Yunizal. (2004). *Teknik pengolahan alginat*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.