

KAJIAN KARAKTERISTIK PRODUK *CHOCOLATE COMPOUND* DENGAN PENAMBAHAN *FAT REPLACER* (INULIN) DAN GULA STEVIA SEBAGAI SWEETENER

Fadjar Ramadhan*)

Tien Muchtadi**), dan Edy Subroto***)

*) Mahasiswa Magister Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bandung

) Dosen Pembimbing Utama, *) Dosen Pembimbing Pendamping

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari produk *chocolate compound* yang dihasilkan dengan menggunakan inulin sebagai *fat replacer* dan gula stevia sebagai *sweetener*.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan produk *chocolate compound* dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan variabel berubah nya adalah taraf penggunaan bahan baku inulin dan stevia. Setelah itu dilakukan analisa terhadap respon kimia (kadar air, kadar lemak, *Solid Fat Content* – SFC), respon fisik (tekstur/kekerasan) dan respon sensorik (uji hedonik untuk parameter warna, aroma, rasa manis dan kelelahan). Tahap kedua adalah melakukan pengamatan terhadap mikrostruktur dari produk *chocolate compound* dengan perlakuan terbaik dengan pengujian *Differential Scanning Calorimeter* (DSC), *Polarized Light Microscope* (PLM) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Hasil penelitian tahap pertama menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia pada taraf tertentu berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar lemak, tekstur, dan rasa manis. Produk *chocolate compound* dengan perlakuan terbaik adalah produk yang menggunakan bahan baku inulin sebesar 55% dan stevia sebesar 1%, 2%, dan 3% sehingga mampu menghasilkan kadar air sebesar 0,81-0,91%, kadar lemak sebesar 18,80 – 19,19%; *Solid Fat Content* (SFC) 0% (meleleh sempurna) pada suhu 40°C, kekerasan sebesar 30,19-31,63N; atribut warna 3,30-3,42; aroma 2,80 – 2,84; rasa manis 3,08-3,15; kelelahan 2,78-2,82.

Hasil penelitian tahap kedua menunjukkan bahwa mikrostruktur yang diamati pada produk *chocolate compound* dengan perlakuan terbaik memiliki struktur yang padat, partikel berukuran kecil dengan celah aliran lemak terbatas dan tidak adanya bunga kristal tajam yang terbentuk sebagai indikator *fat bloom*.

Kata kunci : inulin, stevia, *chocolate compound*, karakteristik, mikrostruktur

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the characteristics of the chocolate compound product produced by using inulin as a fat replacer and stevia as a sweetener.

This research consist of two stages. The first step is the manufacture of chocolate compound using the Randomized Block Design (RBD) method with the variable changing is the level of use of raw materials inulin and stevia. After that, the chemical response was analyzed (moisture content, fat content, Solid Fat Content – SFC), physical response (texture/hardness) and sensory response (hedonic test for parameters of color, aroma, sweetness and melting). The second step is to observe the microstructure of the chocolate compound product with the best treatment by testing the Differential Scanning Calorimeter (DSC), Polarized Light Microscope (PLM) and Scanning Electron Microscope (SEM).

The result of the first stage of the study showed that the use of inulin and stevia at a certain level had a significant effect on water content, fat content, texture/hardness and sweetness. Chocolate compound products with the best treatment are products that use 55% inulin as raw materials and 1%, 2%, 3% stevia so as to produce water content of 0,81-0,91%; fat content of 18,80-19,19%; Solid Fat Content (SFC) in 0% (completely melted) at a temperature of 40⁰C; hardness of 30,19-31,63N; attribute of color 3,30-3,42; odor 2,80-2,84; sweetness 3,08-3,15 and melting 2,78-2,82 (in 5 scale).

The result of the second stage of the study showed that the microstructure observed in the chocolate compound product with the best treatment had a dense structure, small particles with limited fat flow gaps and the absence of sharp crystal flowers that formed as an indicator of fat bloom.

Keyword : Inulin, Stevia, Chocolate Compound, Characteristic, Microstructure

I. PENDAHULUAN

Obesitas di Indonesia meningkat dengan angka kenaikan yang mengkhawatirkan. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas, 2018), prevalensi obesitas di kalangan orang dewasa Indonesia meningkat hampir dua kali lipat dari 19,1% pada tahun 2007 menjadi 35,4% pada tahun 2018. Obesitas merupakan suatu kondisi dimana tubuh seseorang memiliki kadar lemak yang tinggi sehingga dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Salah satu risiko yang dihadapi oleh orang yang obesitas adalah penyakit diabetes melitus (Gresty, 2018). Bukti ilmiah menunjukkan bahwa nutrisi dan perubahan kebiasaan makan adalah salah satu faktor risiko terpenting dalam perkembangan penyakit kronis yang membuat konsumen semakin peduli tentang konsumsi makanan yang lebih sehat dalam beberapa tahun terakhir dalam bentuk pangan fungsional (Kiokias & Varzakas, 2016).

Pangan fungsional sendiri merupakan pangan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2005).

Implikasi lemak pada makanan berperan besar terkait kesehatan, maka lipid menjadi salah satu *functional food* yang paling sering dipelajari khususnya terkait dengan penerapannya pada produk yang lebih sehat baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Salah satu cara untuk mengatasi atau mencegah terjadinya peningkatan hal tersebut, dengan cara

mengurangi kandungan lemak dan sukrosa di dalam konsumsi makanan sehari – hari (Wu *et al*, 2014).

Produk cokelat merupakan salah satu produk konfeksioneri yang memiliki kandungan energi tinggi dengan rasa dan tekstur yang unik karena banyak mengandung karbohidrat dan lemak. Produk coklat dibuat dari biji kakao (*Theobroma Cacao*) yang mengalami proses lanjutan. Salah satu kategori produk cokelat yang dikonsumsi adalah *chocolate compound* yang terbuat dari kombinasi beberapa bahan baku seperti *cocoa liquor*, *cocoa powder*, lemak nabati, dan pemanis (Laura *et al*, 2017). Tumbuhnya kesadaran akan kandungan kalori yang lebih tinggi dari formulasi tradisional mengarahkan konsumen lebih memilih diet seimbang untuk menghindari cokelat yang dianggap sebagai makanan yang memanjakan (Wu *et al*, 2014).

Salah satu kandungan pada produk cokelat adalah adanya *cocoa butter* sebagai lemak. Lemak kakao berwarna kuning pucat, bersifat padat dan rapuh pada suhu di bawah 20°C, mulai melunak pada suhu 30-32°C dan mencair pada suhu sekitar 35°C. Lemak kakao didominasi oleh trigliserida yang terdiri atas asam stearat (34%), palmitat (27%), dan oleat (34%) (Beckett, 2008). Dilihat dari kandungan asam lemak nya yang sebagian besar merupakan lemak jenuh, ini menjadi tantangan di dalam pemenuhan gizi dari produk cokelat dan efek terhadap kesehatan.

Inulin adalah salah satu *fat replacer* yang merupakan campuran oligo dan polisakarida yang terdiri dari unit fruktosa yang dihubungkan oleh ikatan β (2-1). Penggunaan inulin secara ekstensif

dalam industri makanan didasarkan pada sifat nutrisi dan teknologinya. Inulin saat ini sedang digunakan dalam industri cokelat sebagai “*Low calorie bulk nutritive sweetener*”. Shah *et al* (2010) melaporkan bahwa formulasi yang mengandung inulin dengan derajat polimerisasi yang tinggi cocok untuk produk cokelat susu bebas sukrosa yang serupa dengan kontrol produk dalam hal rasa, *mouthfeel*, kehalusan, *firmness*, dan penampakan (Selvasekaran *et al*, 2021).

Pemanis rendah kalori merupakan alternatif penting untuk produksi produk tanpa gula dan atau rendah gula. Penggantian penuh gula merupakan tantangan karena mempengaruhi karakteristik lain yang mempengaruhi stabilitas akhir cokelat, sehingga memerlukan strategi untuk menentukan formulasi (Laura *et al*, 2017). Stevia adalah pemanis alami dengan potensi tinggi yang berasal dari ekstrak tumbuhan *Stevia Rebaudiana* dan senyawa pemanis utama yang ada adalah steviol glikosida, terutama steviosida dan rebaudiosida. Bahan ini memiliki 200 – 400 kali kemanisannya dibandingkan dengan sukrosa (%) dengan asupan harian yang dapat diterima sebesar 4 mg/kg berat badan/hari (Mooradian *et al*, 2017).

Pembuatan *chocolate compound* dengan penggunaan inulin sebagai *fat replacer* dan gula stevia sebagai *sweetener* merupakan salah satu langkah inovatif di dalam menghadirkan produk yang sehat pada kategori produk konfeksioneri. Produk yang dihasilkan dari campuran ini diharapkan mampu menghasilkan sifat karakteristik yang mirip dengan produk sejenis dan mampu diterima oleh konsumen secara sensori.

Salah satu masalah kualitas yang menjadi perhatian pada produk *chocolate compound* adalah kemunculan bercak putih pada permukaan yang sering disebut sebagai *fat bloom*. Hal ini terjadi karena adanya penyusunan kembali trigliserida sehingga membentuk matriks cokelat yang berukuran besar (kristal β VI). Banyak faktor yang dapat mempengaruhi *fat bloom* yaitu proses tempering, campuran lemak yang tidak sesuai, pendinginan, suhu dan lama penyimpanan (Melisa, 2013). Dengan penggunaan bahan baku seperti *fat replacer* dan *sweetener* diharapkan mampu menghasilkan produk yang stabil (pembentukan kristal β V) dan tidak menimbulkan masalah mengenai *fat bloom*. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian tentang penambahan inulin sebagai *fat replacer* dan gula stevia (*sweetener*) pada pembuatan *chocolate compound*.

Penelitian sebelumnya melaporkan pengaruh serat dalam formulasi cokelat. Polisakarida seperti inulin sebelumnya digunakan dalam cokelat bebas gula yang dimaniskan dengan stevia dan thaumatin oleh Aido *et al* (2015). Tadros, Vandamme, Leveck, Booten and Stevens (2004), menemukan bahwa inulin, surfaktan polimer berbasis gula ternyata efektif dalam stabilisasi emulsi jangka panjang. Inulin dan Polidekstroza digunakan sebagai *bulking agent* dalam produksi cokelat bebas sukrosa. Farzanmehr dan Abbasi (2009) melakukan evaluasi terhadap efek inulin, polidekstroza dan maltodekstrin sebagai *bulking agent* pada karakteristik cokelat yang diformulasi dan menyimpulkan bahwa inulin dan polidekstroza dapat digunakan untuk meningkatkan karakteristik produk.

Penggantian gula dengan pemanis seperti stevia dapat menimbulkan tantangan serius dalam industri cokelat, karena sukrosa memenuhi fungsi struktural dan pemanis di dalam produk tersebut. Penelitian sebelumnya dari Rodriguez Furlan, Baracco, Lecot, Zaritzky dan Campderros (2017) mendemonstrasikan bahwa penggantian sukrosa pada cokelat putih dengan kombinasi yang berbeda dapat memodifikasi kestabilan dan karakteristik produk.

Produk *chocolate compound* dengan inulin sebesar 10% (b/b) menunjukkan struktur matriks yang padat, mengurangi ukuran dan jumlah kristal lemak yang terbentuk selama penyimpanan, selain itu menyajikan nilai kecerahan dan WI yang lebih tinggi (Laura *et al.*, 2017). Menurut Azevedo (2016) penambahan pemanis stevia pada cokelat pahit tidak terdapat perbedaan nyata dengan referensi sampel dengan konsentrasi yang diuji sebesar 0.16%, 0.22% dan 0.27% terhadap intensitas kemanisannya.

Menurut Beckett (2008), perilaku kristalisasi *cocoa butter* (CB) adalah masalah struktural penting dalam pengembangan produk cokelat dengan ketahanan yang signifikan terhadap kristalisasi lemak. Beberapa peneliti mengidentifikasi bentuk transisi fase solid dari kristal βV ke kristal βVI sebagai mekanisme utama yang diterima untuk menjelaskan terjadinya *fat bloom* umumnya setelah waktu penyimpanan yang lama dan/atau perubahan suhu. Memodifikasi komposisi cokelat adalah salah satu cara yang digunakan untuk menghambat pembentukan *fat bloom* misalnya penggantian sebagian mentega kakao dengan lemak susu dianggap menunda pembentukan

lemak dengan memperlambat transisi kristal βV ke kristal βVI (Buscato, 2014).

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1.1 Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini meliputi Inulin (Orafti Beneo, Belgia), gula stevia (MH Food, Yunani) dan bahan baku lainnya seperti *Cacao Liquor* (Guan Chong Cocoa, Malaysia), *Cocoa Butter Substitute* (CBS) (Wilmar, Indonesia), *Soy Lecithin* (Imcosoy, Brazil) sebagai emulsifier, dan vanilin (Borregaard, USA) sebagai flavor.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisa kandungan lemak adalah n-Hexana (Merck), kapas bebas lemak, dan *cellulose thimbles* ukuran 33x80 mm (Velp Scientifica).

2.1.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

- Alat untuk pembuatan produk *chocolate compound* seperti *mixer* (AICOH), *refiner three rolls* (Buhler), *conching machine* (Stephan Food Processing), lemari pendingin (Fukushima), cetakan cokelat (Polikarbon).
- Alat untuk analisa produk seperti neraca analitik (Radwag), oven (Winlab OVS-230), *texture analyzer* (Brookfield CT3 10K), *Solid Fat Content* (SFC) (NMR Bruker Minispec Mq One), *Scanning Electron Microscope* (SEM) JSM-6510LA, *Differential Scanning Calorimeter* (DSC) DSC-60 Plus Shimadzu, *Polarized Light Microscope* (PLM) Olympus BX41, *Fat Extractor* (Velp Scientifica).

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 dilakukan pembuatan rancangan dan respon terhadap produk *chocolate compound* dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK). Setelah dilakukan perancangan maka produk *chocolate compound* dibuat dengan beberapa formulasi dan dilanjutkan dengan pengujian pada setiap responnya dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) maka yang digunakan sebagai variabel berubah adalah bahan baku inulin dan gula stevia.

2.2.1.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktorial 3 x 3 dengan 3 kali pengulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan ulangan.

Variable bebas pada percobaan ini adalah penggunaan inulin sebagai *fat replacer* yang terdiri dari 3 taraf ($a_1 = 40\%$, $a_2 = 50\%$ dan $a_3 = 55\%$) dan gula stevia sebagai *sweetener* yang terdiri dari 3 taraf ($b_1=1\%$, $b_2=2\%$, $b_3=3\%$). Matriks percobaan Rancangan Acak Kelompok Faktorial 3x3 dan denah (*lay out*) Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan 3 kali ulangan dapat dilihat pada pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Matriks Percobaan Rancangan Acak Kelompok Faktorial 3x3

Konsentrasi Inulin	Konsentrasi Gula Stevia	Kelompok		
		1	2	3
a ₁ (40%)	b ₁ (1%)	a ₁ b ₁	a ₁ b ₁	a ₁ b ₁
	b ₂ (2%)	a ₁ b ₂	a ₁ b ₂	a ₁ b ₂
	b ₃ (3%)	a ₁ b ₃	a ₁ b ₃	a ₁ b ₃
a ₂ (50%)	b ₁ (1%)	a ₂ b ₁	a ₂ b ₁	a ₂ b ₁
	b ₂ (2%)	a ₂ b ₂	a ₂ b ₂	a ₂ b ₂
	b ₃ (3%)	a ₂ b ₃	a ₂ b ₃	a ₂ b ₃
a ₃ (55%)	b ₁ (1%)	a ₃ b ₁	a ₃ b ₁	a ₃ b ₁
	b ₂ (2%)	a ₃ b ₂	a ₃ b ₂	a ₃ b ₂
	b ₃ (3%)	a ₃ b ₃	a ₃ b ₃	a ₃ b ₃

Tabel 2. Denah (*layout*) Rancangan Acak Kelompok Faktorial 3x3

Kelompok I		
a ₃ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂
a ₁ b ₁	a ₃ b ₁	a ₃ b ₃
a ₂ b ₃	a ₁ b ₃	a ₂ b ₁
Kelompok II		
a ₃ b ₁	a ₂ b ₂	a ₁ b ₃
a ₁ b ₂	a ₃ b ₂	a ₁ b ₁
a ₂ b ₃	a ₂ b ₁	a ₃ b ₃
Kelompok III		
a ₂ b ₂	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁
a ₃ b ₁	a ₂ b ₃	a ₁ b ₂
a ₃ b ₃	a ₃ b ₂	a ₁ b ₃

2.2.1.2 Rancangan Analisis

Data hasil pengamatan coklat dianalisa dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variances*) dengan bantuan software SPSS. Suatu variabel respon dinyatakan signifikan pada taraf signifikansi 5% jika nilai " $F_{hitung} > F_{tabel}$ " sedangkan jika nilai " $F_{hitung} < F_{tabel}$ " maka dinyatakan tidak berbeda signifikan. Untuk hasil yang berbeda, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan (*Duncan Multile Range Test*) untuk mengetahui mana yang berbeda nyata/signifikan (Gaspersz, 1995).

2.2.1.3 Rancangan Respon

Produk *chocolate compound* yang dihasilkan dari beberapa kombinasi formula pada penelitian ini dilakukan analisa yang meliputi : (1) analisa kimia, (2) analisa fisik, (3) analisa sensoris.

- Respon kimia yang meliputi analisis kadar air (SNI : 01-2891-1992), analisis kadar lemak (*Soxhlet Extractor - Randall*), analisis *Solid Fat Content* (AOCS Cd 166-93).
- Respon fisik yang meliputi analisis tekstur produk (*Texture Analysis- Brookfield*).
- Respon sensoris yang meliputi uji hedonik (kesukaan) dengan atribut warna, rasa manis, aroma, dan *melting* di dalam mulut (SNI : 01-

2346-2006). Uji hedonik panelis terhadap respon produk yang diuji dengan skala hedonic yang ditransformasikan ke dalam skala numerik. Produk *chocolate compound* akan diuji secara sensori kepada 30 orang (semi panelis terlatih). Kriteria penilaian uji ini seperti dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Skala Hedonik

Skala Hedonik	Skala Numerik
1	Sangat Tidak Suka
2	Tidak Suka
3	Netral
4	Suka
5	Sangat Suka

Sumber: (Elkalyoubi, Khallaf, Abdelrashid & Mostafa, 2011)

2.2.2 Penelitian Tahap II

Pada penelitian tahap II ini, produk *chocolate compound* yang dihasilkan dari kombinasi formula yang terbaik dilakukan pengamatan terhadap mikrostruktur kristal pada produk *chocolate compound* sebagai salah satu indikasi pembentukan *fat bloom*. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini meliputi, *Differential Scanning Calorimeter* (DSC), *Polarized Light Microscope* (PLM), *Scanning Electron Microscope* (SEM).

III. HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Penelitian Tahap I

3.1.1 Respon Kimia

3.1.1.1 Kadar Air Bebas

Kadar air merupakan faktor penting dalam produk cokelat karena sangat berhubungan dengan sifat – sifat tekstur dari produk tersebut (Aidoo *et al*, 2014). Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran terhadap kadar air yang tidak terikat oleh komponen bahan pangan yang sering disebut kadar air bebas. Re rata kadar air bebas pada produk

yang dihasilkan berkisar diantara $0,81 \pm 0,07\%$ - $1,27 \pm 0,16\%$. Pengaruh penggunaan stevia dan inulin terhadap kadar air produk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Penggunaan Inulin dan Stevia Terhadap Kadar Air Bebas

Formulasi	Re rata kadar air (%)	F _{hitung}	Grouping
a1b1	1,27 ± 0,16	5,353	b
a1b2	1,24 ± 0,28		b
a1b3	1,24 ± 0,21		b
a2b1	0,91 ± 0,29		a
a2b2	0,84 ± 0,15		a
a2b3	0,86 ± 0,24		a
a3b1	0,81 ± 0,07		a
a3b2	0,91 ± 0,25		a
a3b3	0,87 ± 0,26		a

Keterangan: - Setiap data merupakan re rata tiga kali ulangan
 - Nilai F_{tabel} sebesar = 5,143 (0,05;2;6)
 - Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%

Hasil analisa ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia pada pembuatan produk *chocolate compound* memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$) terhadap kadar air bebas produk. Secara keseluruhan hasil kadar air bebas yang didapatkan dari perlakuan yang telah ditetapkan masih berada pada batas yang dapat diterima ($< 3\%$). Terjadi peningkatan pada kadar air secara signifikan dengan adanya pengganti gula dalam jumlah yang sedang (50%) hingga lebih tinggi (100%). Farzanmehr dan Abassi (2009) juga melaporkan bahwa kadar air bebas menjadi lebih tinggi pada formulasi produk cokelat yang mengandung maltodekstrin, inulin dan polidekstroza dengan penggunaan tingkat tinggi. Penggunaan inulin menurut Franck (2002), dapat memungkinkan pengembangan makanan rendah lemak tanpa mengurangi tekstur dan rasa di mulut karena sifatnya yang mengikat air disebabkan oleh adanya gugus hidrofilik yang ada.

Penambahan jumlah penggunaan bahan baku inulin ternyata dapat menurunkan persentase kadar air bebas pada produk. Hal ini karena inulin mampu mengikat air dengan kuat sehingga air yang terikat semakin banyak sedangkan air bebasnya menjadi sedikit yang menyebabkan kadar air bebas rendah.

Berdasarkan hasil penelitian yang ada dapat dikatakan bahwa penggunaan inulin dan stevia yang berbeda mempengaruhi kadar air bebas yang terkandung di dalam produk *chocolate compound*. Penggunaan inulin pada perlakuan 50% dan 55% dengan stevia 1%, 2% dan 3% mampu menghasilkan nilai kadar air bebas yang terbaik (kurang dari 1%) (Aidoo *et al*, 2015).

3.1.1.2 Kadar Lemak

Secara umum lemak didefinisikan sebagai trigliserida yang dalam kondisi ruang akan membentuk padatan. Kandungan lemak dalam produk pangan adalah lemak kasar dan merupakan kandungan total lipid dalam jumlah yang sebenarnya (La Ode, 2017). Rata-rata kadar lemak pada produk yang dihasilkan berkisar diantara $18,80 \pm 0,01\%$ - $28,41 \pm 0,03\%$. Pengaruh penggunaan stevia dan inulin terhadap kadar lemak produk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Penggunaan Inulin dan Stevia Terhadap Kadar Lemak

Formulasi	Re rata kadar lemak (%)	F _{hitung}	Grouping
a ₁ b ₁	27,77 ± 0,03	28,201	c
a ₁ b ₂	28,41 ± 0,03		c
a ₁ b ₃	27,70 ± 0,01		c
a ₂ b ₁	22,16 ± 0,01		b
a ₂ b ₂	23,14 ± 0,01		b
a ₂ b ₃	22,39 ± 0,00		b
a ₃ b ₁	19,03 ± 0,01		a
a ₃ b ₂	18,80 ± 0,01		a
a ₃ b ₃	19,19 ± 0,01		a

Keterangan : - Setiap data merupakan re rata tiga kali ulangan
 - Nilai F_{tabel} sebesar = 5,143 (0,05;2;6)
 - Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%

Hasil analisa ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia pada pembuatan produk *chocolate compound* memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$) terhadap kadar lemak produk. Tabel 5 menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0.05$) terhadap kadar lemak produk. Kandungan kadar lemak yang semakin menurun disebabkan oleh semakin berkurangnya penggunaan *cocoa butter substitute* (CBS) pada formulasi yang ada. Penggunaan inulin sebesar 55% mampu memberikan nilai kadar lemak yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan 40% dan 50% terhadap produk *chocolate compound*.

Semakin meningkatnya kadar lemak dipengaruhi oleh semakin tingginya jumlah lemak yang digunakan (Nurul, 2018). Hal ini dapat dilihat bahwa penggunaan inulin sebesar 55% dan berkurangnya penggunaan CBS menghasilkan kadar lemak berkisar $18,80 \pm 0,01\%$ - $19,19 \pm 0,01\%$.

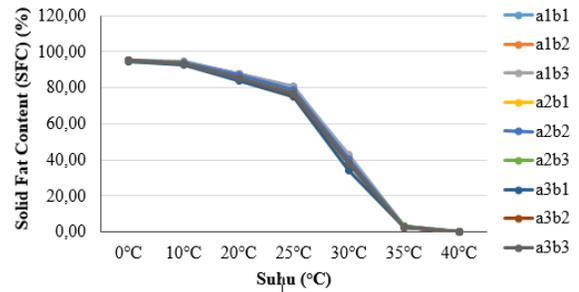
Penambahan inulin pada produk tidak memberikan kontribusi terhadap kadar lemak produk cokelat sehingga mampu mendorong produk yang dihasilkan memiliki kadar lemak yang rendah (*low fat*). Hal ini disebabkan karena inulin sendiri merupakan polisakarida yang memiliki gugus atau monomer fruktosa bukan lipid.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Laura *et al* (2017) melaporkan bahwa penambahan inulin sebesar 10% (b/b) mampu mengurangi kandungan lemak bebas dari

sampel dan meningkatkan nilai viskositas. Selain itu peran inulin sebagai *fat replacer* lainnya adalah memberikan pengaruh tekstur pada produk yang dihasilkan. Menurut Franck (2002) dapat memungkinkan pengembangan makanan rendah lemak tanpa mengurangi tekstur dan rasa di mulut. Studi penelitian lainnya disampaikan bahwa kadar lemak dari produk coklat khususnya *dark chocolate* akan mengalami peningkatan sebesar 5% sampai 7% pada setiap penambahan konsentrasi lemak kakao sebagai bahan baku (Ulfa, 2015).

3.1.1.3 Solid Fat Content (SFC)

Solid Fat Content merupakan salah satu parameter khas yang sangat diperlukan. Industri coklat sendiri membutuhkan parameter sebagai indikasi sifat pencairan lemak kakao dalam proses pengolahan lemak dan penggunaannya pada industri pangan khusus konfeksionari (Eti, 2013). Pengujian SFC pada minyak dan lemak pada produk *chocolate compound* hasil penelitian di berbagai tingkat suhu observasi (0°C sampai dengan 40°C). Kandungan padatan lemak atau *Solid Fat Content* (SFC) merupakan proporsi padatan lemak yang terkandung di dalam suatu minyak pada suhu observasi tertentu. Menurut Mirna (2015), lemak padat terdiri dari campuran berbagai komponen padatan lemak yang membentuk matriks kristal. Pengaruh penggunaan stevia dan inulin terhadap *Solid Fat Content* (SFC) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Penggunaan Inulin dan Stevia Terhadap SFC

Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa persentasi SFC dari produk *chocolate compound* mulai menurun secara signifikan dimulai dari suhu 30°C menuju suhu 40°C pada seluruh kombinasi formulasi yang ada.

Hasil analisa ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia pada pembuatan produk *chocolate compound* tidak memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hitung} < F_{tabel}$) terhadap *Solid Fat Content* (SFC). Pengaruh penggunaan inulin dan stevia terhadap *Solid Fat Content* (SFC) produk dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Penggunaan Inulin dan Stevia Terhadap SFC

Formulasi	Re rata SFC suhu 40°C (%)	F_{hitung}
a1b1	0,07 ± 0,12	0,490
a1b2	0,11 ± 0,11	
a1b3	0,08 ± 0,03	
a2b1	0,07 ± 0,03	
a2b2	0,11 ± 0,10	
a2b3	0,14 ± 0,17	
a3b1	0,19 ± 0,07	
a3b2	0,07 ± 0,11	
a3b3	0,09 ± 0,06	

Keterangan : - Setiap data merupakan re rata tiga kali ulangan
 - Nilai F_{tabel} sebesar = 5,143 (0,05;2;6)

stevia tidak mempengaruhi nilai SFC pada produk. Nilai SFC hanya dipengaruhi oleh komposisi asam lemak dalam trigliserida pada suatu produk. Pada penelitian ini lemak yang digunakan hanya satu jenis *Cocoa Butter Substitute* (CBS) sehingga tidak berpengaruh

terhadap persentase nilai SFC pada kombinasi produk yang dihasilkan.

3.1.2 Respon Fisik

3.1.2.1 Tekstur

Tekstur pada produk cokelat dapat diamati melalui parameter kekerasan. Kekerasan merupakan besarnya gaya yang diberikan hingga terjadi perubahan bentuk (deformasi) pada sampel. Semakin tinggi nilai kekerasan, maka semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk menekan sampel tersebut. Rata-rata nilai kekerasan pada produk yang dihasilkan berkisar antara $23,88 \pm 1,23\text{N}$ - $31,63 \pm 1,47\text{N}$. Pengaruh penggunaan stevia dan inulin terhadap kekerasan produk dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Penggunaan Inulin dan Stevia Terhadap Tekstur

Formulasi	Re rata kekerasan (N)	F _{hitung}	Grouping
a ₁ b ₁	24,36 ± 0,38	24,494	a
a ₁ b ₂	23,88 ± 1,23		a
a ₁ b ₃	24,27 ± 1,23		a
a ₂ b ₁	27,26 ± 1,93		b
a ₂ b ₂	27,51 ± 0,64		b
a ₂ b ₃	27,12 ± 1,07		b
a ₃ b ₁	30,19 ± 0,96		c
a ₃ b ₂	30,65 ± 1,07		c
a ₃ b ₃	31,63 ± 1,47		c

Keterangan: - Setiap data merupakan re rata tiga kali ulangan
 - Nilai F_{tabel} sebesar = 5,143 (0,05;2;6)
 - Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%

Hasil analisa ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia pada pembuatan produk *chocolate compound* memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$) terhadap kekerasan produk. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan inulin dan stevia memberikan pengaruh nyata ($p\text{-value} < 0,05$) terhadap kekerasan pada produk. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan penggunaan bahan baku inulin pada produk yang dihasilkan. Menurut Shourideh (2012), hal ini bisa terjadi

karena inulin mampu menyerap kelembaban dan menyebabkan kekerasan pada produk.

Kekerasan pada produk cokelat harus berada pada kisaran tertentu karena apabila nilai dari parameter ini terlalu kecil maka cokelat akan lengket dan apabila terlalu tinggi maka cokelat sulit dikunyah (Alvis, Perez & Arrazola, 2011). Menurut Roberfroid (1999) inulin dapat meningkatkan tekstur dari produk yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena inulin membentuk mikrokristal halus dalam keadaan terdispersi sehingga mempengaruhi tekstur yang ada.

Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan dimana penggunaan inulin sebanyak 5% menghasilkan nilai kekerasan $12,48 \pm 2,30\text{N}$ dan meningkat sebesar $14,50 \pm 2,61\text{N}$ pada saat inulin digunakan sebanyak 10% pada sampel yang diamati (Laura, 2017). Penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa penggantian total sukrosa dengan inulin di dalam cokelat mampu menghasilkan cokelat yang paling keras (Aidoo *et al*, 2014).

Pada penelitian ini disimpulkan bahwa penggunaan inulin sebesar 55% dapat memberikan nilai kekerasan pada produk *chocolate compound* paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat dijadikan sebagai referensi apabila ingin memperbaiki tekstur produk cokelat khususnya *chocolate compound* dengan menggunakan bahan baku inulin sebagai alternatif.

3.1.3 Respon Sensoris

3.1.3.1 Warna

Warna merupakan komponen yang sangat penting di dalam menentukan kualitas atau derajat penerimaan dari suatu produk pangan

segar dan olahan. Selain masuk ke dalam parameter mutu yang dinilai, warna juga mampu mempengaruhi kemampuan konsumen untuk mengidentifikasi jenis *flavor* maupun kemampuannya untuk mengestimasi intensitas dan kualitas dari *flavor* tersebut (Winarno, 1997). Menurut Aido *et al* (2014), atribut visual yang dapat digunakan untuk menggambarkan penampilan produk cokelat meliputi kilap, bentuk, kehalusan atau kekasaran permukaan, dan warna.

Penentuan mutu bahan pangan yang pertama kali dilakukan adalah dengan pengamatan secara visual. Apabila secara kenampakan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan akan memberikan kesan adanya penyimpangan pada kualitas produk yang dihasilkan (Winarno, 1997). Pada penelitian ini re rata penilaian warna pada uji hedonic produk yang dihasilkan berkisar diantara $3,26 \pm 0,02$ - $3,42 \pm 0,27$. Berdasarkan hasil penilaian dari 30 orang panelis terhadap warna produk *chocolate compound* dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan cenderung netral atau memiliki skor 3. Hal ini meyakinkan bahwa penggunaan inulin dan stevia terhadap warna produk masih dapat diterima.

3.1.3.2 Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf – syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung ketika makanan masuk ke dalam mulut (Mariani, 2003). Aroma bersifat subyektif serta sulit diukur karena setiap orang memiliki sensitifitas dan kesukaan yang berbeda – beda sehingga diperlukan dalam sebuah analisa sensorik untuk menilai suatu produk. Timbulnya aroma makanan disebabkan oleh terbentuknya senyawa volatil

yang mudah menguap (Meilgaard *et al*, 2000). Pada penelitian ini re rata penilaian aroma pada uji hedonic produk yang dihasilkan berkisar diantara $2,67 \pm 0,04$ - $2,87 \pm 0,04$. Berdasarkan hasil penilaian dari 30 orang panelis terhadap aroma produk *chocolate compound* dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan cenderung tidak menyukai atau memiliki skor 2. Perlu dilakukan upaya tambahan untuk menghasilkan produk *chocolate compound* agar memiliki aroma yang disukai.

3.1.3.3 Rasa Manis

Rasa merupakan sensasi yang dideteksi oleh indera pengecap terhadap komposisi dan pencampuran bahan makanan. Penilaian terhadap rasa menjadi salah satu pertimbangan yang penting bagi konsumen di dalam memilih atau menolak suatu produk yang ditawarkan. Menurut Wahyudi (2008), rasa manis adalah sifat rasa yang mempengaruhi cita rasa keseluruhan dari produk cokelat yang dihasilkan. Rasa manis ini timbul akibat adanya penambahan padatan gula atau sukrosa di dalam suatu formulasi produk. Pada penelitian ini re rata penilaian rasa manis pada uji hedonic produk yang dihasilkan berkisar diantara $2,83 \pm 0,09$ - $3,15 \pm 0,11$. Inulin merupakan polisakarida yang tersusun atas monomer – monomer fruktosa sehingga dapat memberikan rasa manis pada produk akhir dan juga stevia merupakan pemanis natural yang memiliki tingkat kemanisan 200 – 300 kali lebih manis dari gula sukrosa. Penelitian banyak dilakukan dengan menggunakan stevia pada produk cokelat sebagai pengganti sukrosa.

Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa produk cokelat yang mengandung stevia menyajikan karakteristik

sensorik terbaik dalam hal aroma herbal, rasa manis, dan rasa di mulut (Belscak, 2015). Dalam studi lainnya pencampuran stevia dengan *bulking agent* seperti inulin berpotensi tinggi untuk memenuhi peran sukrosa dalam sifat rheologi dan sensoris dari cokelat yang diformulasikan (Homayouni Rad *et al*, 2019). Pada penelitian lainnya menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi antara inulin dan stevia mampu mendekati tingkat penerimaan pada produk kontrol (Fernandez *et al*, 2013).

Berdasarkan hasil penilaian dari 30 orang panelis terhadap rasa manis produk *chocolate compound* dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan terbagi menjadi 2 bagian yakni tidak menyukai atau memiliki skor 2 (dikarenakan rasa yang diterima adalah rasa pahit) dan cenderung netral atau memiliki skor 3 (rasa manis masih dapat diterima).

3.1.3.4 Kelelahan/Melting

Salah satu parameter yang perlu dilakukan pengamatan pada produk cokelat adalah kemudahan meleleh/*melting* pada saat dikonsumsi. Sifat – sifat leleh cokelat merupakan faktor penting untuk mendefinisikan kualitas cokelat dimana cokelat memiliki bentuk yang padat pada suhu ruang (20°C – 25°C) dan akan meleleh pada suhu tubuh yaitu sekitar 37°C (Carvalho Da Silva *et al*, 2013). Proses cokelat meleleh di dalam mulut merupakan suatu proses yang dinamis dan melibatkan fase transisi dari kondisi padat pada suhu ruang menjadi suatu suspensi padat yang halus pada suhu tubuh (Shah *et al*, 2010). Pada penelitian ini re rata penilaian kelelahan pada uji hedonic produk yang dihasilkan berkisar diantara $2,60 \pm 0,19$ sd $2,82 \pm 0,17$. Pada penelitian ini, jenis lemak pengganti

kakao tidak memiliki perbedaan pada setiap perlakuan produk sehingga tingkat kelelehannya tidak berbeda nyata. Hal ini diperkuat juga dengan nilai *Solid Fat Content* (SFC) yang diamati bahwa variasi perlakuan yang ada memiliki titik leleh yang tidak berbeda nyata.

Berdasarkan hasil penilaian dari 30 orang panelis terhadap *melting* produk *chocolate compound* yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa tingkat kesukaan cenderung tidak menyukai atau memiliki skor 2. Perlu dilakukan upaya tambahan untuk menghasilkan produk *chocolate compound* agar memiliki *melting* yang disukai.

Secara keseluruhan hasil dari uji hedonic yang meliputi warna, aroma, rasa manis dan kelelahan pada produk *chocolate compound* yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Hedonic Produk *Chocolate Compound*

Formulasi	Warna	Aroma	Rasa Manis	<i>Melting</i>
a1b1	$3,29 \pm 0,10$	$2,67 \pm 0,04$	$2,83 \pm 0,09$	$2,73 \pm 0,17$
a1b2	$3,42 \pm 0,11$	$2,76 \pm 0,12$	$2,89 \pm 0,38$	$2,77 \pm 0,23$
a1b3	$3,37 \pm 0,07$	$2,75 \pm 0,13$	$2,94 \pm 0,08$	$2,63 \pm 0,12$
a2b1	$3,26 \pm 0,02$	$2,78 \pm 0,05$	$3,06 \pm 0,22$	$2,64 \pm 0,25$
a2b2	$3,30 \pm 0,07$	$2,87 \pm 0,04$	$3,08 \pm 0,09$	$2,74 \pm 0,12$
a2b3	$3,32 \pm 0,28$	$2,86 \pm 0,08$	$3,05 \pm 0,11$	$2,60 \pm 0,19$
a3b1	$3,42 \pm 0,27$	$2,82 \pm 0,05$	$3,09 \pm 0,13$	$2,80 \pm 0,12$
a3b2	$3,30 \pm 0,17$	$2,84 \pm 0,05$	$3,08 \pm 0,02$	$2,78 \pm 0,09$
a3b3	$3,34 \pm 0,22$	$2,80 \pm 0,03$	$3,15 \pm 0,11$	$2,82 \pm 0,17$

Melihat dari hasil uji hedonic yang ada, dapat disimpulkan bahwa perlakuan atau formulasi yang terbaik pada respon sensoris adalah a3b1, a3b2, dan a3b3. Pada perlakuan tersebut bahan baku inulin yang digunakan sebesar 55% dan stevia sebesar 1%, 2%, dan 3%.

3.2 Penelitian Tahap II

3.2.1 Profil *Melting*

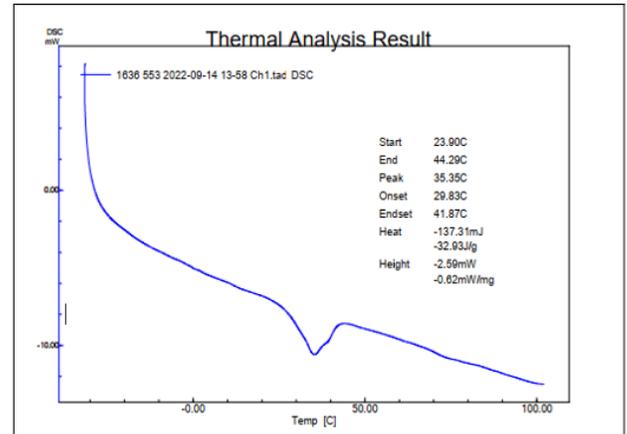
Perubahan komposisi produk dapat memodifikasi suhu kristalisasi yang diperlukan

untuk menginduksi pembentukan struktur polimorfik V yang diinginkan dan kelelehannya, oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan terhadap sifat leleh dan kristalisasi (Afoakwa *et al*, 2008). Polimorfik V (32-34°C) merupakan bentuk yang paling diinginkan dan meleleh pada suhu tubuh. Bentuk kristal IV dan V dapat berubah selama proses penyimpanan yang berlangsung lama menjadi bentuk VI (34-36°C) yang merupakan bentuk yang paling stabil (Furlan *et al*, 2017). Bentuk VI mampu mendorong pembentukan *fat bloom* pada cokelat dan dapat mempengaruhi umur simpan produk (Frazier & Hartel, 2012).

Analisis sifat kelelehan produk cokelat dianalisa salah satunya dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC) dengan parameter – parameter termal yang diamati meliputi T_{onset} , T_{endset} , T_{peak} , ΔH_{melt} , dan Area. Suhu onset (T_{onset}) merupakan suhu dimana suatu bentuk kristal yang spesifik mulai meleleh, suhu puncak (T_{peak}) atau suhu maksimum (T_{max}) merupakan suhu dimana titik pelelehan maksimum terjadi, suhu akhir (T_{endset}) merupakan suhu dimana pelelehan sampai telah selesai, entalpi pelelehan (ΔH_{melt}) merupakan jumlah energi yang diperlukan untuk melelehkan sampel dan Area merupakan panas yang diambil oleh sampel selama proses pelelehan (Afoakwa *et al*, 2008). Hasil analisa sifat leleh produk *chocolate compound* yang terpilih dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 2

Tabel 9. Hasil analisa DSC terhadap sifat leleh produk *chocolate compound*

Sampel	T_{onset} (°C)	T_{peak} (°C)	T_{endset} (°C)	ΔH_{melt} (J/g)	Area (mJ)
a3b1, a3b2 dan a3b3	29,83	35,35	41,87	32,93	137,31



Gambar 2. Thermal Analysis Result untuk perlakuan a3b1, a3b2 dan a3b3

Dari hasil analisa DSC terhadap sifat leleh produk *chocolate compound* untuk perlakuan a3b1, a3b2 dan a3b3 menunjukkan bahwa suhu kristal spesifik akan mulai meleleh pada suhu 29,83°C (T_{onset}), kemudian meleleh secara maksimum pada suhu 35,35°C (T_{peak}) dan selesai pada suhu 41,87°C (T_{endset}). Jumlah energi yang diperlukan untuk melelehkan produk sebesar 32,93 J/g dengan Area sebesar 137,31 mJ (reaksi berlangsung secara eksoterm). Nilai T_{endset} juga memberikan gambaran mengenai titik leleh suatu produk dan dapat digunakan untuk mengukur status polimorfik (Afoakwa, 2007). Komposisi TAG lemak kakao akan menentukan titik leleh cokelat (Kadivar *et al*, 2016).

Nilai T_{endset} yang didapatkan pada penelitian ini memiliki kesamaan dengan hasil *Solid Fat Content* (SFC) yang didapatkan pada penelitian tahap 1 yakni sebesar 0% (meleleh sempurna) suhu 40°C. Kombinasi antara lemak pengganti kakao dengan inulin memiliki peran penting dalam menghasilkan nilai entalpi *melting* (ΔH_{melt}). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Laura *et al* (2017) yang menyatakan bahwa kombinasi

produk cokelat dengan menggunakan *cocoa butter replacer* sebesar 20% dan inulin sebesar 10% mampu menghasilkan nilai entalpi sebesar 53,52 J/g serta lebih besar dari kontrol sampel yang ada. Hal ini terjadi akibat adanya mikrokristal inulin yang lebih tahan panas dibandingkan dengan mikrokristal lemak kakao sehingga membutuhkan energi panas yang lebih besar. Selain itu studi sebelumnya melaporkan bahwa formulasi cokelat yang mengandung 100% inulin memiliki kristal yang besar dengan banyak ruang kosong antar partikel sehingga mempengaruhi sifat leleh produk (Aidoo *et al*, 2014).

Furlan *et al* (2017) menyatakan bahwa sampel cokelat yang membutuhkan energi lebih tinggi untuk meleleh akan memberikan stabilitas yang lebih baik terhadap fluktuasi suhu selama penyimpanan sehingga dapat menghambat melelehnya cokelat dan pembentukan *fat bloom* pada permukaan produk cokelat.

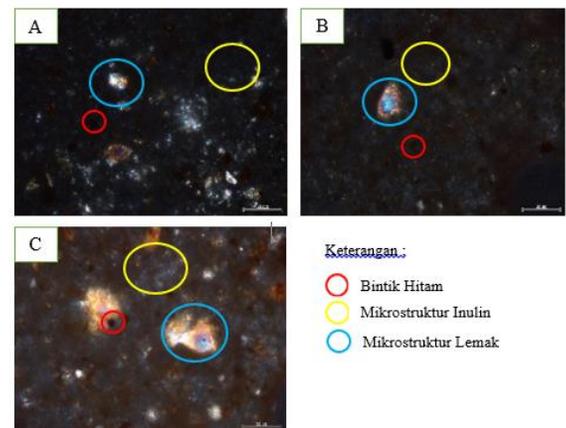
3.2.2 Mikrostruktur

Mikrostruktur adalah variabel dasar yang mempengaruhi fenomena lajur alir/transportasi dan sifat fisik produk serta menentukan kualitas berdasarkan atribut mekanikal dan sensorik (Kulozik *et al*, 2003). Bentuk partikel, ukuran dan kekuatan interaksi antar partikel merupakan bagian penting di dalam struktur akhir produk cokelat.

Jaringan kristal lemak yang terbentuk mudah dikarakterisasi dengan menggunakan *Polarized Light Microscope* (PLM) (West *et al*, 2017). Mikroskopi digunakan untuk memahami dengan baik struktur makanan dan interaksi pada tingkat molekuler serta pengaruhnya terhadap sifat makroskopik (Morris, 2007). Untuk produk

berbasis lemak dan minyak, faktor – faktor seperti morfologi kristal lemak dan distribusi ukuran partikel non lemak merupakan pertimbangan penting bagi pengembangan produk (Rousseau, 2008).

Dilakukan pengamatan terhadap perlakuan produk yang terpilih dengan menggunakan alat mikroskop *Polarized Light Microscope* (PLM)



Gambar 3. Hasil Pengamatan PLM produk *chocolate compound* (A) perlakuan a_3b_1 , (B) perlakuan a_3b_2 dan (C) perlakuan a_3b pada pembesaran 40x

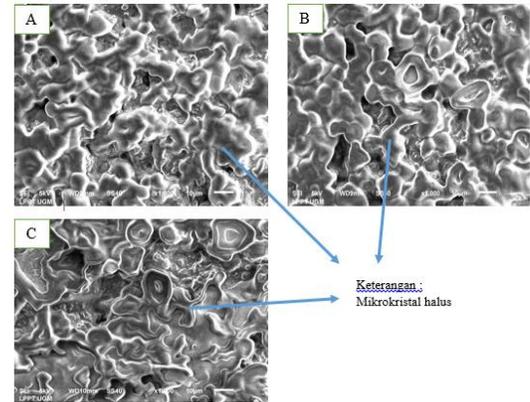
Pada gambar tersebut dapat terlihat adanya bentuk kristal kecil yang padat dengan bintik hitam (*dark spot*) pada ikatan antar partikel. Bintik hitam yang diamati merupakan padatan kakao. Dengan bentuk struktur yang padat tersebut mengakibatkan celah aliran lemak menjadi terbatas (indikator pembentukan *fat bloom*). Pengembangan bunga kristal diprakarsai oleh pergerakan lemak cair dan tidak stabil ke permukaan produk oleh kapilaritas yang diciptakan oleh gaya hidrodinamik dalam pori – pori dan celah antar partikel, diikuti oleh pertumbuhan lemak yang direkristalisasi oleh gradien difusi di seluruh cokelat sampai mekar penuh (Afoakwa *et al*, 2009).

Studi sebelumnya melaporkan bahwa struktur kristal yang terbentuk dengan adanya penggunaan inulin pada produk coklat memiliki ukuran yang kecil dan padat dibandingkan dengan penggunaan sukrosa yang menghasilkan struktur kristal besar (Aidoo *et al* 2016).

3.2.3 Morfologi Permukaan Cokelat

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan teknik analisis yang dapat digunakan untuk mengamati mikrostruktural sampel coklat (Delbaere *et al*, 2016). SEM menggunakan sinar elektron dan dapat memperlihatkan morfologi sampel coklat dengan pembesaran yang tinggi (500 – 1000x). SEM memiliki kedalaman bidang yang besar sehingga memungkinkan sejumlah besar sampel menjadi fokus pada satu waktu dan menghasilkan gambar yang merupakan representasi yang baik (tiga dimensi).

Dilakukan pengamatan terhadap perlakuan produk yang terpilih dengan menggunakan alat mikroskop *Scanning Electron Microscope* (SEM) JSM-6510LA. Sumber sinar yang digunakan berasal dari elektron dengan pembesaran 200 – 3000x pada pengamatan sampel tersebut. Hasil analisa SEM pada produk *chocolate compound* dengan perlakuan terpilih dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengamatan SEM produk *chocolate compound* (A) perlakuan a_3b_1 , (B) perlakuan a_3b_2 dan (C) perlakuan a_3b pada pembesaran 1000x

Fat bloom yang terjadi pada produk coklat adalah cacat kualitas yang dapat mempengaruhi warna cerah, kilap dan tampilan halus (Laura *et al*, 2017). Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan inulin sebesar 55% dan stevia sebesar 1%, 2% dan 3% tidak memunculkan adanya bunga kristal tajam penyebab *fat bloom* (polimorfik VI). Morfologi sampel menunjukkan bentuk yang relatif homogen dimana partikel – partikel padatan bergabung dengan baik dalam lemak sebagai fase kontinu.

Mikrostruktur produk coklat dipengaruhi oleh lemak, partikel padat (gula, *cocoa powder* dan atau susu bubuk) dan pengemulsi yang digunakan. *Cocoa butter* terdiri dari tiga komponen trigliserida (TAG) dan merupakan lemak utama yang digunakan dalam produk coklat. Kristalisasi lemak memainkan peran penting dalam pengembangan mikrostruktur produk berbasis lemak seperti coklat. Proses terjadinya kristalisasi lemak terdiri dari beberapa tahapan yakni pembentukan inti kristal lemak yang disebut nukleasi lalu dan pertumbuhan kristal berikutnya. Pada tahap

selanjutnya pada perkembangan mikrostruktur terjadi agregasi kristal lemak yang mengarah pada pembentukan kluster kristal sementara nukleasi dan pertumbuhan kristal masih berlangsung. Kemudian jaringan kristal tiga dimensi terus menerus terbentuk dan lemak cair terperangkap di dalam jaringan. Migrasi tersebut dapat berhenti apabila komposisi trigliserol (TAG) dari produk cokelat sudah dalam keadaan setimbang (Delbaere *et al*, 2016).

Pada penelitian ini, lemak yang digunakan adalah campuran antara *cocoa butter substitute* (CBS) dengan inulin sebagai *fat replacer* sehingga mampu meminimalkan terjadi *fat bloom* pada produk *chocolate compound*. Studi penelitian sebelumnya melaporkan bahwa penggunaan inulin sebesar 10% dan digabungkan dengan minyak terhidrogenasi mampu menghasilkan kristal lemak yang lebih kecil daripada sampel kontrol yang ditetapkan (Laura *et al*, 2017). Karakterisasi kristal lemak dalam industri pengolahan cokelat merupakan hal yang penting untuk menentukan sifat fisik dan sensorisnya, sebagai hasil kristalisasi lemak kakao bersama dengan penyusunan struktur yang akan mempengaruhi sifat mekanis, sifat reologis, sifat leleh cokelat dan umur simpan cokelat (Perezlortondo *et al*, 2007).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil penelitian produk *chocolate compound* dengan penggunaan bahan baku inulin dan gula stevia metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) berpengaruh nyata terhadap respon kadar air, kadar lemak, tekstur dan rasa manis. *Chocolate compound* dengan perlakuan

terbaik adalah dengan penggunaan bahan baku inulin sebesar 55% dan stevia sebesar 1%, 2%, dan 3% sehingga dapat menghasilkan kadar air sebesar 0,81-0,91%, kadar lemak sebesar 18,80 – 19,19%; *Solid Fat Content* (SFC) 0% (meleleh sempurna) pada suhu 40°C, kekerasan sebesar 30,19-31,63N; serta respon sensoris berupa atribut warna 3,30-3,42; aroma 2,80 – 2,84; rasa manis 3,08-3,15; kelelahan 2,78-2,82 yang masuk ke dalam kategori diterima oleh panelis

- Mikrostruktur yang diamati pada *chocolate compound* dengan perlakuan terbaik memiliki struktur yang padat, partikel berukuran kecil dengan celah aliran lemak terbatas dan tidak adanya bunga kristal tajam pembentuk *fat bloom*.

4.2 Saran

- Perlu adanya lanjutan kajian terkait penggunaan alternatif pengganti *cocoa butter* untuk menghasilkan tingkat kelelahan yang disukai oleh panelis.
- Perlu adanya lanjutan kajian mengenai umur simpan produk *chocolate compound* dengan *fat bloom* sebagai salah satu parameter yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E.O. *et al*. 2008. **Effects of tempering and fat crystallisation behaviour on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate system**, Journal of Food Engineering, 89, pp.128-136.
- Afoakwa, E.O. *et al*. 2009. **Fat bloom development and structure – appearance relationship during storage of under-tempered dark chocolate**, Journal of Food Engineering, 91, pp.571-581.

- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M dan Vieira J. 2009b. **Influence of tempering and fat crystallization behaviours on microstructural and melting properties in dark chocolate systems.** Food Research International. 42(1): 200-209
- Afoakwa, E. O. 2010. **Chocolate Science and Technology 2nd Edition.** York, UK: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Ahmad, J. *et al.* 2020. **Stevia rebaudiana Bertoni .: an updated review of its health benefits , industrial applications and safety,** Trends in Food Science & Technology, 100, pp. 177–189.
- Ahmed, MB. 2007. **An Efficient Method For In Vitro Clonal Propagation of Newly Introduced Sweetener Plant (Stevia rebaudiana Bertoni) In Bangladesh.** American-Eurasian Journal of Scientific Research, 2 (2): 121-125
- Aidoo, R. P. *et al.* 2013. **Industrial manufacture of sugar-free chocolates - Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development,** Trends in Food Science and Technology, 32(2), pp. 84–96.
- Aidoo, R. and Afoakwa, E. 2014. **Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar free chocolate manufacture – Rheological, microstructure and physical quality characteristics,** Journal of Food Engineering, 126, pp. 35-42.
- Aidoo RP, Afoakwa EO dan Dewettnick K. 2015. **Rheological Properties, Melting Behavior and Physical Quality Characteristics Sugar-Free Chocolates Processed Using Inulin/Polydextrosa Bulking Mixtures Sweetened With Stevia and Thaumatin Extracts.** LWT – Food Science and Technology.
- Aidoo, R. P. *et al.* 2016. **Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture – effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological , mechanical and melting properties,** International Journal of Food Science & Technology, pp. 1–9.
- Ali, A. *et al* 2001. **Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate,** Food Chemistry, 72, pp. 491-497.
- Alvis, A. Perez, L. and Arrazola, G. 2011. **Determination of Textural Properties of Chocolate Tablets by Instrumental Techniques.** *Inf. tecnol.* [online]. 2011, vol.22, n.3, pp.11-18.
- AOAC. 2017. **Official Methods of The Analysis of The Association of The Official Analytical Chemist.** Washington D.C., USA.
- Arora, E. 2010. **Stevia: A Promising Herbal Sweeteners.** New Horizon. Vol. 12 no. 4
- Azevedo, B. M. *et al.* 2016. **The Influence of the Rebaudioside A Content of Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) on the Determination of Sweetness Equivalence in Bittersweet Chocolates, Using the Time-Intensity Analysis,** Journal of Food Science.
- Azhar, M.F. 2017. **Pengaruh Asal Bahan Baku Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L) Dan Lama Koncing Terhadap Karakteristik Tekstur dan Sifat Sensori Dark Chocolate.** Universitas Brawijaya. Malang.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. 2018. **Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas),** Kementerian Kesehatan. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 2891:1992. **Cara Uji Makanan Dan Minuman,** Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta. Dewan Standarisasi Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 2346:2006. **Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori,** Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta. Dewan Standarisasi Indonesia.
- Bawane. 2012. **An Overview on Stevia: A Natural Calorie Free Sweetener.** International Journal of Advantages in Pharmacy, Biology and Chemistry. IJAPBC-vol. 1 (3): 2277-4688
- Beckett ST. 2000. **The Science of Chocolate.** The Royal Society of Chemistry. Cambridge. England.

- Beckett, Stephen T. 2009. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. York, UK: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- Belščak-Cvitanović, A. *et al.* 2015. **Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives**, *Food Chemistry*, 167, pp. 61–70.
- B POM. 2005. Peraturan Kepala BPOM RI nomor HK 00.05.52.0685. **Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia**, 1–13.
- Buscato, M. H. M. *et al.* 2018. **Delaying fat bloom formation in dark chocolate by adding sorbitan monostearate or cocoa butter stearin**, *Food Chemistry*, 256, pp.
- Buletin. 2018. **Konsumsi Pangan Semester 1 tahun 2018 – SUSENAS**, BPS. Badan Pusat Statistik, Indonesia.
- Cahyadi. W. 2008. **Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan**. Penerbit : Bumi Aksara, Jakarta.
- Carpita, N. C., Housley, T. L. and Hendrix, J. E. 1991. **New features of plant-fructan structure revealed by methylation analysis and carbon- 13 nmr spectroscopy**, *Carbohydrate Research*, 217, pp. 127–136.
- Carvalho-da-Silva AM, Van Damme I, Taylor W, Hort J dan Wolf B. 2013. **Oral processing of two milk chocolate samples**. *Food Funct.* 4: 461-469.
- Cidel JL dan Alberts HC. 2006. **Constructing quality: the multinational histories of chocolate**. *Geoforum.* 37: 999-1077.
- Dand R. 2011. **The International Cocoa Trade. Third Edition**. Woodhead Publishing, England.
- David, W. and Djamaris, A. 2018. **Metode statistik untuk ilmu dan teknologi pangan**. Penerbit Universitas Bakrie.
- Delbaere, C. *et al.* 2016. **Relationship between chocolate microstructure, oil migration and fat bloom in filled chocolates**, *European Journal of Lipid Science and Technology*, pp. 1–56.
- Devereux, *et al.* 2003. **Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofruktose**, *Journal of Food Science*, 68.
- Direktorat Standarisasi Produk Pangan. 2017. **Pedoman Cokelat**. Penerbit Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya.
- El-Kalyoubi, M. *et al.* 2011. **Quality Characteristic of Chocolate – Containing Some Fat Replacer**, *Annals of Agricultural Science*, 56(2), pp. 89-96
- European Commisison. (2010). **Functional foods. In European Union**. Publications Office of the European Union. (EU Directive 2011/1131/EC).
- Eti, I. *et al.* 2013. **Kajian pembuatan cokelat batang dengan metode tempering dan tanpa tempering**. Aceh: Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala
- Fatimah, Siti R. 2012. **Perbedaan Efek Ekstrak Etanol Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni M.*) Dibandingkan Madu Terhadap Perubahan Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Model Diabetik**. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
- Farzanmehr, H. and Abbasi, S. 2009. **Effect of Inulin and Bulking Agent on Some of Milk Chocolate**, *Tarbiat Modares University*, pp. 536–553.
- Fernandez VA, Muller AJ, Sandoval AJ. 2013. **Thermal, structural and rheological of dark chocolate with different composition**. *Journal Food Engineering.* 116:97-108
- Franck, A. 2002. **Technological Functionality of Inulin and Oligofruktose**. *British Jurnal of Nutritoin*, Volume 87, CABI Publishing, UK.
- Fraizer, A. and Hartel. 2012. **Bloom on chocolate chips baked in cookies**. *Food Research International*.
- Gresti, M. and Wenda, O. 2018. **Hubungan Obesitas Dengan Kejadian Diabetes Melitus di Wilayah Kerja Puskesmas Ranomut Kota Manado**, *e-Journal Keperawatan* 6 (1)
- Harini, N., Warkoyo and David. 2015. **Pangan Fungsional Makanan Untuk Kesehatan**. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.

- Homayouni Rad, A., Pirouzian, H. R., Toker, O. S., & Konar, N. (2019). **Application of simplex lattice mixture design for optimization of sucrose-free milk chocolate produced in a ball mill.** *LWT - Food Science and Technology*
- Inamake. 2010. **Isolation and Analytical Characterization of Stevioside from Leaves of Stevia rebaudiana Bert; (Asteraceae).** Research Article. Tamber et al. *IJRAP* 1 (2): 572-582
- Isyanti, M. *et al.* 2015. **Penggunaan Berbagai Cocoa Butter Substitute (CBS) Hasil Hidrogenasi dalam Pembuatan Cokelat Batangan,** *Journal of Agro –Based Industry*, 32(1), pp. 33–44.
- James BJ dan Smith BG. 2009. **Surface structure and composition of fresh and bloomed chocolate analysed using X-ray photoelectron spectroscopy, cryo-scanning electron microscopy and environmental scanning electron microscopy.** *Food Science Technology*. 42: 929-937
- Johansson D dan Bergenstahl B. 1992. **The influence of food emulsifiers on fat and sugar dispersions in oils. adsorption, sedimentation.** *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 89(8):705-717
- Kadivar S, De Clerq N, Mokbul M dan Dewettinck K. 2016. **Influence of enzymatically produced sunflower oil based cocoa butter equivalents on the phase behavior of cocoa butter and quality of dark chocolate.** *LWT – Food Science and Technology*. 66: 48-55.
- Kaur, N., Gupta, K. 2002. **Application of inulin and oligofructose in health and nutrition,** *Indian Academy of Science*, 7, pp:703-714
- Karimi, R. *et al.* 2014. **Application of Inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer,** *Carbohydrate Polymers*.
- Kelishadi, RMD. 2005. **Cacao to Cocoa to Chocolate : Healthy Food ?** *ARYA Journal* Vol.1 pp 28-34
- Kiokias, S. and Varzakas, T. 2016. **Innovative Applications of Food Related Emulsions,** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- Konar, N. 2013. **Influence of conching temperature and some bulk sweeteners on physical and rheological properties of prebiotic milk chocolate containing inulin,** *European Food Research Technology*. pp. 135–143.
- Konar, N. *et al.* 2016. **Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics,** *Trends in Food Science and Technology*, 49, pp. 35–44.
- Konar, N. *et al.* 2018. **Conventional and sugar-free probiotic white chocolate : Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics,** *Journal of Functional Foods*, 43, pp. 206–213.
- Kulozik, U., Tolkach, A., Bulca, S. & Hinrichs, J. (2003). **The role of processing and matrix design in development and control of microstructures in dairy food production – a survey.** *International Dairy Journal*, 13, 621–630
- Kusumaningrum, I. and Suprayatmi, M. 2019. **Pemanfaatan Sereh (Cymbopogon citratus) dan Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) untuk meningkatkan kandungan antioksidan produk cokelat yang rendah gula.** *Jurnal Agroindustri Halal*, 5(1), pp. 075–084.
- Laura *et al.* 2017. **Influence of Hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar free compound chocolate : use of inulin as stabilizing agent,** *Food chemistry*, 217, pp: 637-647.
- Lonchamp, P. and Hartel, R.W. 2004. **Fat bloom in chocolate and compound coatings,** *European Journal Lipid Science Technology*, 106, pp. 241-274
- Lucca, P. A. and Tepper, B. J. 1994. **Fat replacers and the functionality of fat in foods.** *Trend in Food Science & Technology*
- Lu, X. *et al.* 2019. **Using polysaccharides for the enhancement of functionality of foods : A review,** *Trend in Food Science & Technology*, 86, pp. 311–327.
- Mariani, M. 2003. **Evaluasi Mutu Minuman Fungsional Daun Cincau Hijau Selama Penyimpanan [Skripsi].** Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Martínez-cervera, S. *et al.* 2011. **Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins**, Food Science and Technology, 44, pp. 729–736.
- Meilgard M, Civille GV dan Carr BT. 2000. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press. Boca Raton. Florida
- Meursing, EH. 2009. **deZaan - Cocoa and Chocolate Manual**. ADM Cocoa. Swiss.
- Mirna, I. *et al.* 2015. **Penggunaan berbagai cocoa butter substitute (CBS) hasil hidrogenasi dalam pembuatan cokelat batang**. Journal of Agro based Industry, Vol. 32 (No. 1).
- Mokhtari S dan Esmaili M. 2009. **The effect of different concentrations of three types of emulsifier on color of industrial-made dark chocolate**.
- Mulato S, Suharyanto E dan Firmanto H. 2012. **Buku Panduan Kawasan Tekno Agro Pengembangan Produk Berbasis Kopi dan Kakao**. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Nurul P. 2018. **Karakteristik cokelat filling kacang mete yang dipengaruhi jenis dan jumlah lemak nabati**. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan Bandung
- Palazzo, A. B. and Efraim, P. 2011. **The determination of sucralose, rebaudioside and neotame as sucrose substitutis in new diet chocolate formulations using the time intensity analysis**, Journal of Sensory Studies, 2007, pp. 291–297.
- Perezlortondo, F.J., Ojeda, M., Albisu, M., Salmeron, J., Etayo, I. & Molina, M. 2007. **Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods**. *Food Quality and Preference* 18: 425-439
- Philip, R., Ohene, E. and Dewettinck, K. 2014. **Optimization of inulin and polydextrose mixtures as sucrose replacers during sugar-free chocolate manufacture – Rheological , microstructure and physical quality characteristics**, Journal of Food Engineering, 126, pp. 35–42.
- Philip, R., Ohene, E. and Dewettinck, K. 2014. **Rheological properties , melting behaviours and physical quality characteristics of sugar-free chocolates processed using inulin / polydextrose bulking mixtures sweetened with stevia and thaumatin extracts**, LWT - Food Science and Technology, pp. 6–11.
- Pratitasari, Dyah. 2010. **Stevia Si Manis yang Kontroversial**. Tangerang: PT. Narya Gunatra
- Rezende, V. *et al.* 2014. **Mixture design applied for the partial replacement of fat with fibre in sucrose-free chocolates**, Food Science and Technology pp. 1–7.
- Restanancy, P. 2012. **Biokimia Inulin**, Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Rizza, RA. Et al. 2000. **Encyclopedia of Foods : A guide to healthy nutrition**. Academic press London : 403-406
- Roberfroid M., (1999), **Concept in Functional Foods : The Case of Inulin and Oligofructose**, The Journal of Nutrition vol 129, The American Society for Nutritional Sciences
- Rodriguez Furlán, L. T. *et al.* 2017. **Effect of sweetener combination and storage temperature on physicochemical properties of sucrose free white chocolate**, Food Chemistry, 229, pp. 610–620.
- Rodriguez Furlán, L. T. *et al.* 2017. **Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: Use of inulin as stabilizing agent**, Food Chemistry, 217, pp. 637–647.
- Rodriguez, J. *et al.* 2012. **Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer : Structure , Physicochemical , and Sensory Properties**, Journal of Food Science, 77(2).
- Rousseau D dan Sonwai P. 2008. **Microstructure of fat bloom development in plain and filled chocolate confections**. Soft Matter. 4: 1706-1712
- Schanz B dan Rohm H. 2005. **Influence of lechitin-PGPR blends on the rheological properties of chocolate**. Lebensm.Wiss. u-Technol. 38: 41-45.

- Shah, A. B., Jones, G. P., & Vasiljevic, T. (2010). **Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents effects on physicochemical and sensory properties.** *International Journal of Food Science and Technology*
- Shamsudin, R., Mohamed, I. O., & Nooi, T. S. 2006. **Rheological properties of cocoa butter substitute (CBS): effects of temperature and characteristics of fatty acids on viscosity.** *Journal of Food Lipids*, 13(4), 402-410.
- Selvasekaran, P. and Chidambaram, R. 2021. **Trends in Food Science & Technology Advances in formulation for the production of low-fat , fat-free , low-sugar , and sugar-free chocolates : An overview of the past decade,** *Trends in Food Science & Technology*, 113, pp. 315–334.
- Septianti E. 2013. **Teknologi Pengolahan Primer dan Sekunder Biji Kakao.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Makassar
- Shourideh, M. *et al.* 2012. **Effect of D-Tagatose and Inulin on Some Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dark Chocolate,** *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatic*, 2(5).
- Sudibyo, A. 2012. **Peran Cokelat Sebagai Produk Pangan Derivat Kakao,** Balai Besar Industri Agro (BBI), VI(1), pp. 23–40.
- Surendra, Babu. *et al.* 2018. **Effect of modified starch from sweet potato as a fat replacer on the quality of reduced fat ice cream,** *Journal of Food Measurement and Characterization*.
- Tadros, T. F. *et al.* 2004. **Stabilization of emulsions using polymeric surfactants based on inulin,** 109, pp. 207–226.
- Talbot G. 2009. **Technology of coated and filled, confectionery and bakery products.** Woodhead Publishing Limited. New York.
- Talbot G. 2012. **Chocolate and cocoa butter – structure and composition. Dalam Garti N dan Widlak NR.** *Cocoa Butter and Related Compounds.* AOCS Press. Urbana.
- Talha, M. 2012. **Analysis of Stevioside in Stevia rebaudiana.** *Journal of Medicinal Plants Research.* Vol 6 (1): 2216-2219
- Tisoncik, Mellisa. 2013. **Chocolate Fat Bloom,** *The Manufacturing Confectioner.*
- Tiwari *et al.* 2015. **The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low fat ice cream,** *International Journal of Dairy Technology.*
- Ulfah T. 2015. **Pengaruh Konsentrasi Inulin dan Lemak Kakao (Cacao Butter) Terhadap Karakteristik Produk Dark Chocolate 60% - 70%.** Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan Bandung
- Yuliani, F. and Gazali, F. 2018. **Pemanfaatan kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan alami,** *Ranah Research, Universitas Negeri Padang,* pp. 119–124.
- Wang, J. *et al.* 2020. **A review of stevia as a potential healthcare product: Up-to-date functional characteristics, administrative standards and engineering techniques,** *Trends in Food Science and Technology*, 103, pp. 264–281.
- Wahyudi, T. Pujiyanto dan Misnawi. 2015. **Kakao: Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan dan Perdagangan.** Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- West, R. and Derick Rousseau. 2017. **The role of non fat ingredients on confectionery fat crystallization,** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*
- Widyotomo S dan Mulato S. 2004. **Rekayasa proses dan alat-mesin pengolahan produk hilir kakao untuk skala usaha kecil menengah.** *Prosiding Simposium Kakao.* Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember
- Winarno F.G, (1997), **Kimia Pangan dan Gizi,** PT. Gramedia, Jakarta
- Wu *et al.* 2014. **Fruit and vegetable consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: A dose-response meta-analysis of prospective cohort studies.** *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases.*

Wuryantoro H, Susanto WH. 2014. **Penyusunan Standard Operating Procedures Industri Rumah Tangga Pangan Pemanis Alami Instan Sari Stevia (*Stevia rebaudiana*)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 2(3), pp.76–87.

Zainul, R. 2021. **Teknik Karakterisasi Kimia Fisika**. Penerbit CV. Berkah Prima. Payakumbuh.