

SUBSTITUSI LEMAK KAKAO DENGAN MINYAK DARI INTI KELAPA SAWIT DAN KELAPA TERHIDROGENASI UNTUK PRODUK COKELAT SUSU

Substitution of Cocoa Butter with Hydrogenated Oil From Palm Kernel and Coconut for Milk Chocolate Product

ELSERA BR TARIGAN, JUNIATY TOWAHA, TAJUL IFLAH dan DIBYO PRANOWO

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon Km. 2 Parungkuda Sukabumi, Indonesia

E-mail: Elseraborutarigan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang substitusi lemak kakao telah banyak dilakukan, namun aplikasinya pada cokelat susu serta pengaruhnya terhadap mutu dan kesukaan konsumen belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit (MIKS-H) dan kelapa (MK-H) sebagai substitusi lemak kakao (LKO) untuk produk cokelat susu. Kakao diolah menjadi produk cokelat susu dengan penambahan substituen lemak kakao yang beragam. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioindustri Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) dimulai bulan Januari sampai Desember 2015. Perlakuan meliputi 100% LKO (A); LKO - MIKS-H dengan rasio 70:30 (B) dan 50:50 (C); LKO - MK-H dengan rasio 70:30 (D) dan 50:50 (E); serta LKO - MIKS-H - MK-H dengan rasio 33:33:33 (F). Parameter yang diuji adalah titik leleh, tekstur, warna, profil senyawa volatil dan uji kesukaan. Penambahan LKO dan MK-H dengan rasio 50:50 menghasilkan cokelat susu dengan kisaran titik leleh yang lebih rendah yaitu 32-33°C. Sementara, penambahan MIKS-H 50% dapat meningkatkan kekerasan cokelat sampai 16,25 kali lipat dibandingkan dengan penggunaan 100% LKO. Kisaran jumlah senyawa volatil produk cokelat susu dari enam formula adalah 25-30. Hasil uji organoleptik parameter *overall* (keseluruhan) menunjukkan bahwa panelis menyukai cokelat susu formula E. Secara umum MIKS-H dan MK-H dapat digunakan sebagai substituen lemak kakao.

Kata kunci: Lemak kakao, substitusi lemak kakao, cokelat susu

ABSTRACT

Many studies have been conducted to obtain equivalents, substituent and replacers of cocoa butter, but limited application was observed for their application in milk chocolate. Research carried out in the Bioindustry Laboratory of Balittri, from January to December 2015. The objective of this study was to investigate the effect of the hydrogenated oil addition from palm kernel (MIKS-H) and coconut (MK-H) as substituents of cocoa butter (LKO) on milk chocolate product. Cocoa was processed for milk chocolate by adding various cocoa butter substituents including 100% LKO (A); LKO - MIKS-H 70:30 (B) and 50:50 (C), respectively; LKO - MK-H 70:30 (D) and 50:50 (E), respectively; and LKO - MIKS-H - MK-H 33:33:33 (F). Several properties of products such as melting point, texture, colors, volatile organic compound, and organoleptic test were measured. As results, a mixture of LKO and MK-H 50:50 yielded a milk chocolate with lower melting temperature, 32 - 33°C. Whereas, MIKS-H 50% added in the mixture harder 16.25 times than LKO 100%. Total volatile compounds in milk chocolate was 25- 30. Organoleptic test with overall parameter indicates that panelists preferred milk chocolate formula E. In general, MIKS-H and MK-H were able to be used as a substitute of LKO.

Keywords: Cocoa butter, fat substitution, milk chocolate

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan bahan baku primer dalam industri pengolahan kakao untuk menghasilkan produk seperti bubuk kakao, cokelat batang dan produk turunan lainnya yang banyak disukai konsumen di dunia (BELŠČK *et al.* 2009; JOEL *et al.*, 2013). Pengolahan kakao yang dapat dipenuhi oleh industri dalam negeri tentunya akan menjadi nilai tambah bagi perekonomian Indonesia. Proses pengolahan biji kakao menjadi cokelat dilakukan dengan beberapa tahap meliputi pemanenan, fermentasi, pengeringan, penyeleksian, penyangraian, pemisahan kulit biji, pembuatan pasta dan pencampuran dengan bahan lainnya. Komposisi akhir cokelat mengandung 30% lemak, 20% bubuk kakao dan 50% gula. Berdasarkan komposisi ini cokelat dibagi menjadi tiga jenis yaitu cokelat hitam, cokelat susu dan cokelat putih. Distribusi dari bahan penyusun cokelat merupakan hal yang penting dalam citarasa produk (STROTZ dan MARAGONI, 2011).

Fase lemak pada produk cokelat merupakan media transpor dan suspensi yang utama disamping bubuk kakao, pasta kakao, gula dan bahan tambahan lainnya yang digunakan dalam produksi cokelat (ORACZ *et al.*, 2013; RIOS *et al.*, 2014). Penggunaan 100% lemak kakao dalam pembuatan produk cokelat susu memiliki beberapa kekurangan seperti harga yang mahal, ketersediaan terbatas dan titik leleh yang rendah. Cokelat umumnya meleleh pada suhu 33.8°C (AFOAKWA, 2016), sehingga sering menjadi masalah pada daerah tropis. Rendahnya titik leleh pada lemak kakao disebabkan oleh komposisi trigliserida pada lemak kakao.

Lemak kakao memiliki trigliserida dengan asam lemak penyusun asam palmitat ($C_{16:0}$) > 25%, asam stearat ($C_{18:0}$) > 33% dan asam oleat ($C_{18:1}$) > 34% (TORRES-MORENO *et al.*, 2015) dalam kerangka 1,3 *dipalmitin-2-oleate glycerol* (POP), 1-palmito, 2-olein, 3-sterin *glycerol* (POS) dan 1,3 *distearin-2-oleate glycerol* (SOS) (LIPP dan ANKAM, 1998). Lemak kakao terdapat dalam beberapa bentuk kristal termodifikasi yaitu dengan proses *tempering* yang tepat akan membentuk β -modifikasi kristal fase

lemak. Tanpa proses *tempering* lemak kakao akan terjadi penumpukan kristal lemak yang kasar yang menyebabkan tumpukan lemak yang berwarna putih pada permukaan cokelat (LIPP dan ANKLAM, 1998).

Penggunaan lemak nabati lainnya yang sifatnya ekuivalen, substituen atau pengganti lemak kakao telah banyak dilakukan dengan tujuan meningkatkan titik leleh cokelat dan mengurangi biaya produksi. JAHURUL *et al.* (2014) telah meneliti karakteristik lemak biji mangga dan minyak inti kelapa sawit sebagai pengganti lemak kakao. Selain itu lemak yang juga dapat digunakan untuk mengganti lemak kakao seperti minyak dari sayur, *kokum*, *sal*, *shea* dan *illepe* (LIPP dan ANKLAM, 1998; ORACZ *et al.*, 2013).

Indonesia kaya akan tanaman kelapa dan kelapa sawit, sehingga bisa dijadikan sebagai sumber lemak nabati untuk substitusi lemak kakao. Minyak dari kelapa sawit (*palm oil*) dan kelapa (*coconut oil*) sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai substituen lemak kakao yang lebih murah dan telah banyak digunakan dalam produk pangan (ALSOBAAI *et al.*, 2012). Minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) diproduksi dari inti buah kelapa sawit yang diekstraksi menggunakan pelarut atau penekanan. Minyak ini merupakan salah satu sumber minyak laurat selain minyak kelapa (GUNSTONE, 2004). Minyak inti kelapa sawit dapat difraksinasi menjadi fraksi stearin dan olein. Fraksi stearin memiliki sifat padat dan mengandung lebih banyak asam lemak jenuh, sedangkan fraksi olein merupakan cairan dan mengandung asam lemak tidak jenuh. Fraksi olein dihidrogenasi untuk meningkatkan kandungan lemak padat (*solid fat content*) dan titik lelehnya (CORLEY dan TINKER, 2016). Proses hidrogenasi disini untuk memecah asam lemak tak jenuh menjadi asam lemak jenuh. Minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi dapat digunakan sebagai pensubstitusi lemak kakao (LIPP dan ANKLAM, 1998). Berbeda dengan minyak sawit, minyak kelapa berasal dari daging buah kelapa (*Cocos nucifera*) yang merupakan sumber minyak laurat. Tanaman ini banyak tumbuh di Indonesia dan Filipina dengan produksi minyak kelapa lebih dari 3 juta ton pertahun, dengan kandungan dominan dalam minyak ini adalah asam laurat disertai asam lemak rantai pendek lainnya $C_4 - C_{14}$ (GUNSTONE, 2004). Minyak dari kelapa sawit dan kelapa yang biasa digunakan untuk substituent lemak umumnya dihidrogenasi terlebih dahulu. Hal ini bermanfaat untuk meningkatkan titik leleh dan stabilitas oksidasi (CIFTI dan TEMELLI, 2014).

Pengaruh penambahan minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa sebagai substituen lemak kakao terhadap kualitas produk cokelat susu saat ini belum banyak diketahui. Sebagai substituen lemak kakao, minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa memiliki komposisi kimia berbeda dengan lemak kakao walaupun diketahui ada kemiripan pada beberapa sifat fisik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa sebagai pensubstitusi lemak kakao pada produk cokelat susu

terhadap sifat fisik, organoleptik dan senyawa organik volatil di dalam produk cokelat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bio-industri Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri) dan laboratorium pengujian lainnya di bawah lingkup Badan Litbang Pertanian. Pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Januari sampai Desember 2015.

Bahan yang digunakan adalah biji kakao kering yang diperoleh dari Desa Bandar, Kecamatan Tulis, Kabupaten Batang, Jawa Tengah, gula halus, lesitin kedelai (PT. Karya Eka Tama), susu bubuk (*full cream*), vanillin, lemak kakao (de Zaan, PT. Karya Eka Tama), minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi sempurna (Wahana C3, PT. Wahana Citra Nabati) dan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi sempurna (Wahana K5, PT. Wahana Citra Nabati). Parameter analisis yang dilakukan meliputi:

Analisis Fisik

Biji kakao kering fermentasi yang merupakan bahan utama dalam pembuatan cokelat yang akan digunakan, terlebih dahulu diujikan berdasarkan SNI 01-2323-2008, meliputi kadar air, jumlah biji/100 g, biji yang berbau abnormal, kadar serangga hidup, kadar kotoran, kotoran mamalia, dan kadar benda asing.

Pembuatan Pasta

Biji kakao hasil fermentasi dikeringkan di bawah sinar matahari dengan menggunakan alas terpal. Biji kakao yang sudah kering (kadar air 7%) disangrai pada suhu 130 °C selama 20 menit. Biji kakao sangrai kemudian dikupas kulit terluarnya untuk selanjutnya dipasta.

Pembuatan Cokelat Susu

Cokelat susu dibuat dengan mencampurkan pasta kakao sebanyak 2 kg dengan 1,5 kg susu bubuk, 1,76 kg gula halus, dan campuran lemak sesuai perlakuan (Tabel 1). Campuran dimasukkan dalam mesin *refiner* (Puslitkoka, Jember) selama 20 jam. Proses homogenisasi dilakukan dalam mesin *conching* (Puslitkoka, Jember) selama 4 jam pada suhu 50 °C dengan ditambahkan 18 g lesitin dan 6 g bubuk vanili. Adonan yang terbentuk didinginkan dengan proses *tempering* (Puslitkoka, Jember), kemudian dicetak pada suhu 28-30 °C dan didinginkan pada suhu 10-12 °C.

Analisis Fisiko Kimia Produk Cokelat Susu

Pengukuran titik leleh produk cokelat susu

Analisis titik leleh formulasi cokelat dilakukan menurut FERNANDES *et al.* (2013) yaitu menggunakan alat *differential scanning calorimetry* PerkinElmer DSC 8000 (Perkin Elmer Inc, USA), yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan indium.

Tabel 1. Perlakuan lemak pada produk cokelat susu

Table 1. Treatment of fat in milk chocolate product

Perlakuan <i>Treatment</i>	Campuran lemak <i>Fat composition</i>	Lemak kakao (kg) <i>Cocoa butter (kg)</i>	Minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi (kg) <i>Hydrogenated palm kernel oil (kg)</i>	Minyak kelapa terhidrogenasi (kg) <i>Hydrogenated coconut oil (kg)</i>
A	LKo (100%)	1,50	—	—
B	LKo + MIKS-H (70:30)	1,05	0,45	—
C	LKo + MIKS-H (50:50)	0,75	0,75	—
D	LKo + MK-H (70:30)	1,05	—	0,45
E	LKo + MK-H (50:50)	0,75	—	0,75
F	LKo + MIKS-H + MK-H (33:33:33)	0,50	0,50	0,50

Keterangan: LKo=lemak kakao; MIKS-H= minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi; dan MK-H=minyak kelapa terhidrogenasi

Note: LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil

Pengujian Tekstur Cokelat Susu

Kekerasan cokelat hasil formulasi menggunakan lemak substitusi diukur menggunakan *Texture Analyzer* BROOKFIELD CT3 (Brookfield AMETEK, USA) dengan tipe pengukuran kompresi. Pengukuran dilakukan menggunakan probe TA 39 dengan panjang probe 30,97 mm. Pengujian dilakukan menurut PENG dan GUO (2015).

Pengujian Warna Cokelat Susu

Warna keenam formulasi cokelat diukur menggunakan Minolta Chromameter CR-300 (Konika Minolta Sensing Americas, Inc, USA). Sebelum penggunaan alat dikalibrasi terlebih dahulu dengan *target plate* (berwarna putih). Sampel cokelat kemudian diukur dengan menempatkan lensa pengukur diatas cokelat. Hasil pengukuran berupa nilai L^* , a^* dan b (FARAH *et al.*, 2012a).

Pengujian Senyawa Volatil Cokelat Susu

Senyawa volatil dari enam formula cokelat dianalisis menggunakan kromatografi gas spektrofotometer massa (GCMS) Agilent 5975C (Agilent Technologies, USA) menggunakan teknik ekstraksi *solid phase micro extraction* (SPME) merujuk metode AFOKWA *et al.* (2009). Fiber yang digunakan untuk mengekstrak senyawa volatil dimodifikasi dengan jenis *polydimethylsiloxane/divinylbenzene/carboxene* (pdms/dvb/car) dengan merek Supelco. Fiber dikondisikan terlebih dahulu kemudian digunakan untuk mengekstrak cokelat susu pada suhu 60 °C selama 30 menit. Kolom yang digunakan adalah DBWAX 30m x 250µm x 0,25µm. Gas yang digunakan sebagai fase gerak adalah helium dengan laju alir 1 ml/min. Suhu oven yaitu 40 °C ditahan selama 5 menit dan dinaikkan sampai suhu 230 °C dengan laju 4 °C dan suhu akhir ditahan selama 8 menit. Suhu *injector* 220 °C sedangkan *auxiliary* 250 °C.

Pengujian Organoleptik Cokelat Susu

Pengujian organoleptik dilakukan oleh 35 orang panelis. Analisis yang digunakan adalah inderawi hedonik berdasarkan tingkat kesukaan terhadap sampel cokelat yang disajikan. Parameter yang diujikan adalah warna, rasa, aroma, *aftertaste* dan *overall*. Kriteria skala hedonik uji organoleptik, yakni 1=sangat suka, 2=suka, 3= sedang, 4= tidak suka dan 5= sangat tidak suka.

Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan dengan *analysis of variants* (ANOVA) menggunakan program Minitab 16 untuk menganalisis perbedaan parameter tekstur, dan warna dengan tingkat signifikansi =5%. Sedangkan hasil organoleptik dianalisis dengan statistik non parametrik *Kruskal-Wallis* pada program Minitab 16 ($p>0,5\%$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

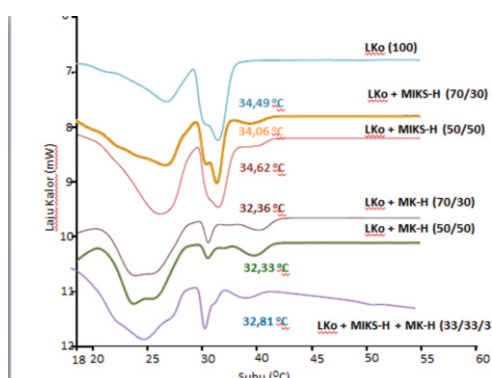
Hasil analisis kualitas fisik biji kakao kering sebelum diolah menjadi cokelat diketahui memenuhi persyaratan SNI 01-2323-2008, meliputi biji berbau abnormal, biji *slaty* (tidak terfermentasi), kotoran dan benda asing (Tabel 2). Jumlah biji kakao per 100 g yang diperoleh dari Jawa Tengah adalah 132, yang masuk kategori kecil. Biji kakao yang diperoleh dari kebun rakyat harus disortasi dan dikeringkan terlebih dahulu karena mengandung biji berkapang, serangga hidup dan kadar air yang tinggi. Kadar air yang terlalu tinggi dapat mempercepat tumbuhnya jamur (COPPETI *et al.*, 2011; CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2013; SALTINI *et al.*, 2013. Kandungan lemak biji kakao kering fermentasi diketahui sebesar 44,48% (b/b). Kandungan ini masih cukup rendah jika dibandingkan dengan rata-rata kandungan lemak Indonesia yaitu 53,67% (GU *et al.*, 2013).

Tabel 2. Karakteristik mutu biji kakao fermentasi asal Jawa Tengah berdasarkan SNI 01-2323-2008

Table 2. Characteristic quality of fermented cocoa beans from Central Java based on SNI 01-2323-2008

Karakteristik Characteristics	Jumlah Amount	Persyaratan umum SNI 01-2323-2008 Overall requirements SNI 01-2323-2008
Jumlah biji/100g	132	Tipe S
Berkapang	14	Tidak ada (# sesuai)
Serangga hidup	1	tidak ada (# sesuai)
Kadar air	10,79 % b/b	maks. 7,5%/(# sesuai)
Biji berbau dan atau abnormal	tidak ada	Tidak ada(sesuai)
Kadar biji slaty	tidak ada	I-F (maks. 3)
Kadar kotoran	tidak ada	I-F (maks. 1,5)
Kadar benda asing	tidak ada	Tidak ada(sesuai)

Data pengukuran titik leleh menggunakan DSC pada keenam formula cokelat ditampilkan berupa suhu awal puncak (T_{onset}), suhu puncak (T_{peak}), suhu akhir (T_{end}) dan entalpi endotermik (ΔH). Suhu awal puncak menunjukkan suhu mulai dari pelelehan dan merupakan suhu dimana kristal tertentu mulai meleleh. Suhu puncak merupakan suhu ketika laju pelelehan paling besar. Suhu akhir merupakan suhu ketika pelelehan telah berlangsung sempurna. Penambahan minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa diketahui menghasilkan 3 puncak pada termogram DSC (Gambar 1, Tabel 3). Hal ini menunjukkan terjadi tiga kali transisi endotermik pada produk cokelat susu. Contoh cokelat susu yang menggunakan lemak kakao (100%) menghasilkan 2 puncak. Menurut CALLIAUW *et al.* (2010), ketika sistem biner terdiri dari dua fasa lemak solid maka akan ada penurunan titik leleh (*melting point depression*) yang dikenal dengan gejala *eutectic*. Gejala *eutectic* cenderung terjadi ketika perbedaan lemak dalam volume molekul, bentuk atau polimorfis (DANTHINE, 2012). Hal ini dapat diakibatkan karena inkompatibilitas antar lemak.



LKo=lemak kakao; MIKS-H=minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi; MK-H=minyak kelapa terhidrogenasi
LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil

Gambar 1. Termogram DSC cokelat susu dengan penambahan lemak kakao, kelapa dan kelapa sawit
Figure 1. DSC thermogram of milk chocolate with the addition of cocoa butter, coconut fat and palm fat

Semua contoh cokelat susu memiliki puncak endotermik yang pertama pada kisaran suhu 18 – 30 °C. Karakteristik puncak ini menunjukkan proses pelelehan dari lemak susu (SZULC *et al.*, 2016). Lemak susu anhidrat memiliki kandungan asam lemak dari $C_{4:0}$ sampai $C_{18:3}$, sehingga menghasilkan jangkauan titik leleh yang lebar dari – 32 °C hingga 35 °C (DANTHINE, 2012). Hasil pemeriksaan DSC termogram pada cokelat hitam yang dilakukan ROSSI-OLSON (2011) hanya menghasilkan satu puncak, ini dikarenakan produk cokelat hitam merupakan produk olahan cokelat tanpa penambahan bubuk susu.

Proses pelelehan fasa lemak dalam contoh cokelat susu dapat dilihat pada puncak yang kedua pada termogram. Suhu pelelehan keenam formula cokelat susu berkisar 31,37-36,32 °C. Penambahan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi dengan kakao (50:50) sedikit meningkatkan titik leleh cokelat susu dimana terlihat peningkatan jangkauan suhu pada ketiga puncak termogram. Minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi tersusun oleh 43,4% asam laurat, 28,8% asam miristat, 12,6% asam palmitat dan 14,2% asam stearat (PEYRONEL dan MARANGONI, 2014). Penambahan minyak kelapa terhidrogenasi menurunkan titik leleh produk cokelat susu (32,36 °C). Menurut TIVARAKARNKOON *et al.* (2008) minyak kelapa memiliki triasilgliserol yang tersusun dari asam laurat 44-51%, asam kaprilat 16-19%, asam palmitat 8%. Tingginya asam lemak jenuh yang berantai pendek ini menyebabkan rendahnya titik leleh pada produk cokelat susu.

Pada puncak kedua, contoh cokelat susu yang ditambahkan lemak kakao sebanyak 1,50 kg (22%) menghasilkan entalpi pelelehan paling besar yaitu 20,10 J/g. Menurut GLICERINA *et al.* (2013), penambahan 45% lemak kakao ke dalam produk cokelat hitam memerlukan 42,40 J/g untuk melelehkan cokelat tersebut. Hal ini menunjukkan entalpi pelelehan merupakan besaran yang bersifat ekstensif dimana besaran tersebut yang berubah jika jumlah zat berubah. Penambahan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi sebanyak 30% dan 50% ke dalam campuran fasa lemak mengakibatkan entalpi pelelehan turun menjadi 8,50 dan 7,34 J/g.

Tabel 3. Titik leleh produk cokelat susu hasil analisis Differential Scanning Calorimetry
 Table 3. *Milting point of milk chocolate from differential scanning calorimetry analysis*

Perlakuan <i>Treatment</i>	Campuran Lemak (%) <i>Fat composition (%)</i>	Puncak 1 <i>Peak 1</i>			Puncak 2 <i>Peak 2</i>			□H (J/g)	Puncak 3 <i>Peak 3</i>		
		Suhu Awal (°C) <i>Initial temp. (°C)</i>	Suhu Puncak (°C) <i>Peak temp. (°C)</i>	Suhu Akhir (°C) <i>The end of temp (°C)</i>	Suhu Awal (°C) <i>Initial temp. (°C)</i>	Suhu Puncak (°C) <i>Peak temp. (°C)</i>	Suhu Akhir (°C) <i>The end of temp (°C)</i>		Suhu Awal (°C) <i>Initial temp. (°C)</i>	Suhu Puncak (°C) <i>Peak temp. (°C)</i>	Suhu Akhir (°C) <i>The end of temp (°C)</i>
A	LKo (100)	16,64	28,29	31,45	31,37	34,49	36,20	20,10	-	-	-
B	LKo + MIKS-H (70:30)	18,34	27,78	30,43	31,83	34,06	35,26	8,50	37,10	39,05	40,29
C	LKo + MIKS-H (50:50)	22,20	27,84	31,26	32,45	34,62	36,32	7,34	38,76	39,20	41,67
D	LKo + MK-H (70:30)	19,45	23,59	29,96	31,36	32,36	33,24	0,97	36,20	36,62	40,78
E	LKo + MK-H (50:50)	20,92	25,03	36,64	31,62	32,33	33,29	0,79	35,79	38,05	40,12
F	LKo + MIKS-H + MK-H (33:33:33)	19,10	25,32	30,36	32,08	32,81	33,91	3,00	35,36	38,02	42,11

Keterangan: LKo=lemak kakao; MIKS-H=minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi; dan MK-H=minyak kelapa terhidrogenasi

Note: LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil

Produk cokelat susu dengan penambahan lemak kakao menghasilkan nilai L (*Luminosity*) skala 51 (Tabel 4). Penambahan minyak inti kelapa sawit dan kelapa terhidrogenasi menurunkan derajat kecerahan produk cokelat susu secara signifikan. Secara statistik, derajat kecerahan produk cokelat susu perlakuan B, C, D dan E memiliki tingkat kecerahan yang tidak berbeda. Cokelat susu dengan penambahan lemak kakao dan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi (50:50) menghasilkan warna yang paling gelap.

Nilai C (*Chroma*) menunjukkan kepekatan sampel. Semakin besar nilai C maka contoh cokelat akan semakin pekat warnanya. Derajat kepekatan produk cokelat susu dengan penambahan MIKS-H 30%, MIKS-H 50% dan MK-H 50% tidak berbeda nyata. Produk cokelat susu yang paling pekat dihasilkan pada saat menggunakan lemak kakao 100%.

Menurut AYALA-SILVA *et al.* (2005), nilai h (*hue angle*) yang kecil menunjukkan warna yang lebih merah. Produk cokelat susu yang hanya menggunakan lemak kakao memiliki nilai rerata h paling kecil yaitu 0,10. Penambahan

minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi dan minyak kelapa terhidrogenasi menggeser nilai h ke arah yang lebih besar dengan nilai h paling besar pada campuran lemak kakao dengan minyak kelapa terhidrogenasi (70:30).

Hasil pengukuran analisis tekstur produk cokelat susu perlakuan A-F ditunjukkan pada Tabel 5. Cokelat susu tanpa substitusi (LKo 100%) menghasilkan kekerasan 4 mJ dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan LKo+MIKS-H (70:30). Peningkatan konsentrasi minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi menjadi 50% juga meningkatkan kekerasan produk cokelat susu menjadi 111 mJ. Minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi memiliki kandungan asam lemak jenuh sekitar 98,8% sehingga memiliki gaya Van der Waal yang besar dalam fasa kristalnya, hal ini menyebabkan kekerasan cokelat menjadi paling besar. Minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa sebanyak 30% dari fase lemak total membuat produk cokelat lebih mudah patah dengan menurunkan nilai *Fracturability*. Penambahan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi 50% memiliki daya patah paling tinggi yaitu 1354 g.

Tabel 4. Derajat kecerahan produk cokelat susu
 Table 4. *Brightness of milk chocolate product*

Perlakuan <i>Treatment</i>	Campuran lemak (%) <i>Fat composition (%)</i>	L	C	H
A	LKo (100)	51,38 ^a	18,30 ^{ab}	0,10 ^a
B	LKo + MIKS-H (70:30)	40,79 ^{bc}	20,32 ^a	0,33 ^{ab}
C	LKo + MIKS-H (50:50)	38,44 ^c	20,04 ^a	0,44 ^{ab}
D	LKo + MK-H (70:30)	43,53 ^{bc}	12,04 ^c	0,624 ^a
E	LKo + MK-H (50:50)	40,80 ^c	22,34 ^a	0,22 ^b
F	LKo + MIKS-H + MK-H (33:33:33)	46,69 ^{ab}	13,82 ^{bc}	0,54 ^a

Keterangan: L=*luminosity*; C=*Chroma*; h=*hue angle*; LKo=lemak kakao; MIKS-H=minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi; dan MK-H=minyak kelapa terhidrogenasi

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT 5%

Note: L=luminosity; C=Chroma; h=hue angle; LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil
 Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different based on BNT 5%

Tabel 5. Tekstur produk cokelat susu
 Table 5. Texture of milk chocolate product

Campuran lemak (%) <i>Fat composition (%)</i>	Kekerasan (mJ) <i>Hardness (mJ)</i>	Kelengketan <i>Adhesiveness</i>	Daya patah (g) <i>Fracturability (g)</i>
LKo (100%)	4 ^b	0 ^b	1242 ^c
LKo + MIKS-H (70:30)	10 ^b	0,37 ^b	216 ^c
LKo + MIKS-H (50:50)	111 ^a	1,30 ^a	1354 ^a
LKo + MK-H (70:30)	29 ^d	0,36 ^b	395 ^d
LKo + MK-H (50:50)	65 ^c	1,14 ^a	748 ^b
LKo + MIKS-H + MK-H (33:33:33)	6 ^b	0 ^b	1062 ^b

Keterangan: LKo = lemak kakao; MIKS-H = minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi; dan MK-H = minyak kelapa terhidrogenasi

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut BNT 5%

Note: LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil
 Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different based on BNT 5%

Berdasarkan hasil pengukuran senyawa volatil dengan kromatografi gas spektroskopi massa didapatkan 6 golongan senyawa volatil yang terdapat pada keenam formula dalam cokelat susu (Tabel 6). Cokelat susu dengan lemak kakao, dan campuran lemak kakao dan minyak kelapa terhidrogenasi (50:50) menghasilkan antara 25-30 senyawa volatil.

Untuk golongan aldehida, formula campuran minyak kelapa terhidrogenasi dan lemak kakao memiliki paling banyak senyawa golongan aldehida seperti *benzaldehyde*, *2-methyl propanal*, *2-methyl-2-butenal*, *2/3-methyl butanal* pada semua contoh cokelat susu dengan penambahan lemak kakao, minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi dan minyak kelapa terhidrogenasi. Senyawa golongan aldehid sebagian besar hasil reaksi Maillard yang dihasilkan selama proses penyangraian (ACIERNO *et al.*, 2016). *Benzaldehyde* memiliki deskripsi rasa pahit pada cokelat (MENEZES *et al.*, 2016). Senyawa *3-methyl butanal* memiliki deskripsi bau *malty* dan *chocolate* (RODRIGUEZ-CAMPOS *et al.*, 2011). Senyawa volatil golongan keton paling banyak terdapat pada cokelat susu dengan formula campuran lemak kakao dan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi (70:30), sedangkan formula dengan hanya penambahan lemak kakao tidak memiliki senyawa volatil golongan keton.

Pada kelompok senyawa alkohol terdapat senyawa *benzyl alcohol* di semua formula cokelat susu. RODRIGUEZ-CAMPOS *et al.* (2011) melaporkan *benzyl alcohol* ditemukan pada biji kakao, senyawa ini memiliki deskripsi bau *sweet* dan *flower*. *Phenylethyl alcohol* terdapat di semua formula cokelat susu kecuali pada perlakuan penambahan minyak kelapa terhidrogenasi. *Phenylethyl alcohol* merupakan prekursor *phenylacetaldhyde* yang kemudian dioksidasi menjadi *phenylethyl acetate* (SMIT, SMIT dan ENGELS 2005 dalam RODRIGUEZ-CAMPOS *et al.*, 2011).

Senyawa *pyrazine* dan turunannya banyak ditemukan di semua contoh cokelat susu dalam penelitian ini. Menurut RODRIGUEZ-CAMPOS (2011) senyawa volatil *pyrazine* dihasilkan dari degradasi Strecker di dalam reaksi Maillard. *Methyl pyrazine* merupakan senyawa yang berperan dalam kandungan aroma kakao dan produk cokelat (FARAH *et al.*, 2012b; APROTOSOAIE *et al.*, 2015). *Pyrrole*, *pyridine*, dan

furane merupakan senyawa heterosiklik yang terbentuk selama reaksi Maillard (ACIERNO *et al.*, 2016).

Tabel 7 menunjukkan hasil pengujian organoleptik. Berdasarkan uji statistik non parametrik, parameter warna memiliki nilai $P=0,027$ (lebih kecil daripada 0,05) yang artinya perlakuan pencampuran lemak mempengaruhi warna produk cokelat yang dihasilkan. Perbedaan formulasi berdasarkan campuran lemak dapat menyebabkan perubahan warna pada permukaan cokelat. Menurut SVANBERG *et al.* (2011) dan AFOAKWA (2016), cokelat dengan kombinasi lemak dan gula dapat mengalami penumpukan gula pada permukaan (*Surface Bloom*) jika tidak melalui proses tempering yang baik. Panelis paling menyukai produk cokelat susu yang terdapat campuran minyak kelapa terhidrogenasi dengan lemak kakao (50:50).

Parameter rasa memiliki nilai $P=0,014$ (lebih kecil dari 0,05), yang artinya pencampuran lemak mempengaruhi rasa produk cokelat. Panelis menyukai cokelat susu dengan campuran minyak kelapa terhidrogenasi dan lemak kakao (50:50). Parameter aroma dan *aftertaste* masing-masing memiliki nilai $P=0,628$ dan $P=0,715$ (lebih besar dari 0,05) yang artinya perlakuan pencampuran lemak tidak mempengaruhi aroma dan *aftertaste* produk cokelat yang dihasilkan. Sedangkan secara *overall* nilai $P=0,047$ (lebih kecil dari 0,05) yang artinya perlakuan pencampuran lemak mempengaruhi parameter *overall*. Meningkatnya presentasi minyak kelapa terhidrogenasi yang ditambahkan ke dalam produk cokelat susu juga meningkatkan kesukaan panelis. Secara keseluruhan, produk cokelat susu yang terbuat dari campuran minyak kelapa terhidrogenasi dan lemak kakao (50:50) paling disukai panelis bila dibandingkan dengan formula yang lainnya. Cokelat susu yang terbuat dari campuran lemak kakao dan minyak kelapa terhidrogenasi (50:50) menghasilkan tekstur yang lebih keras dengan titik leleh yang lebih rendah, hal ini memungkinkan cokelat tersebut lebih disukai panelis. Menurut ROBSON (2012) dan AFOAKWA (2016), cokelat dengan kualitas yang baik adalah padatan yang mudah dipatahkan pada suhu ruang dan penampilannya yang mengkilap serta mudah meleleh ketika di dalam mulut.

Tabel 6. Senyawa volatil pada produk cokelat susu dengan gas spektrofotetri massa

Table 6. Volatile compound of milk chocolate by gas chromatography mass

Golongan <i>Derivates</i>	Senyawa <i>Compounds</i>	RT	LKo (100)	LKo + MIKS-H (70:30)	LKo + MIKS-H (50:50)	LKo + MK- H (70:30)	LKo + MK- H (50:50)	LKo + MIKS-H + MK-H (33:33:33)
			Area	Area	Area	Area	Area	Area
Aldehid	Heptanal ^{[1][2]}	23.6984	142417	nd*	nd	11529	561089	319873
	Nonanal ^{[1][2][3][4]}	26.7844	Nd	162080	30682	nd	nd	62849
	Benzaldehyde ^{[1][2][3][4]}	30.8834	77254	258630	43477	68019	125332	148160
	Propanal, 2-methyl ^{[2][3][4]}	31.8004	1241	nd	nd	nd	nd	16590
	2-Butenal, 2-methyl ^{[1][4]}	37.3616	11896	35653	19677	22715	21642	38665
	Butanal, 2-methyl ^{[1][4]}	38.3908					18006	
	Cinnamaldehyde, .beta.-methyl-	41.6346	16332	nd	7875	5938	8793	45268
Keton	Butanal, 3-methyl ^{[1][2][3][4]}	43.9629	25104	78497	13889	75433	24267	75141
	2-Heptanone ^[2]	19.8645	nd	18999	nd	30182	50279	18357
	2-Cyclopenten-1-one, 3,4,4-trimethyl ^[4]	39.772	Nd	18283	13554	5599	7857	
	2,3-Butanedione ^{[1][2][3][4]}	28.8747	nd	86185	nd	nd	nd	89381
Alkohol	2-Heptanol ^{[2][4]}	24.3467	67605	nd	nd	138612	92651	nd
	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl ^[4]	31.1989	Nd	999014	668251	895138	577871	623232
	1-Pentanol, 3-methyl ^[4]	31.5571	38163	nd	151907	79733	16343	15150
	1-Pentanol ^[2]	20.6826	11138	4407	nd	nd	nd	2867
	Benzyl Alcohol ^{[1][2][3][4]}	40.2009	2656	7117	29582	18375	4257	20801
	Phenylethyl Alcohol ^{[1][2][3][4]}	41.0947	328956	1138840		1290185	1069322	607333
	Acetic acid ^{[1][4]}	28.2969	2382919	2224294	nd	7542880	1261618	4635181
Asam karboksilat								
Ester	Octanoic acid, ethyl ester ^{[3][4]}	27.9646	nd	79248	7150	97744	38538	nd
Phenol	Phenol ^[1]	43.8394	nd	7096	4321	nd	5886	9798
Nitrogen	Pyrazine, methyl ^{[1][2]}	22.9247	26138	37222	60996	9424	26638	103867
	Pyrazine, 2,6-dimethyl ^[2]	24.9903	66055	nd	3388	19926	57697	136457
Compound	Pyrazine, 2,3-dimethyl ^{[1][3]}	25.583	14946	30681	16756	34601	2093	nd
	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl ^[4]	26.7693	22169	nd	67629	137055	117072	87274
	Pyridine, 2-methyl ^[3]	21.4919	23658	212453	68749	75652	nd	84070
	Pyrazine, 2,5-dimethyl ^{[1][2][4]}	24.7779	110034	309405	12769	144125	nd	245511
	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl ^[4]	26.9951	42228	125040	22477	35157	26486	nd
	Pyrazine, 2-ethyl-3-methyl ^[1]	27.4038	nd	111366	41237	1411	10557	nd
	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl ^{[3][4]}		nd	30617	320168	nd	nd	272252
	Pyrazine, trimethyl ^{[1][2][4]}	27.416	31106	97035	44002	nd	249693	80584
	Pyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethyl ^[1]	28.5802	nd	27394	nd	nd	106880	49103
	2,3-Dimethyl-5-ethylpyrazine ^{[1][2]}	28.5881	nd	198304	320168	nd	nd	272252
	Pyrazine, ethyl ^{[1][2]}	3953	19226	7533	nd	nd	37009	
	Pyrazine, tetramethyl ^{[1][2][3][4]}	29.5414	110708	559793	313151	188506		509753
	2,3,5-Trimethyl-6-ethylpyrazine ^[2]	30.6134	10576	54504	37964	58805	29753	8843
	Pyridine ^{[1][4]}	40.9812	nd	212453	nd	177033	nd	nd
	Indole ^[4]	41.5229	5396	6638	3635	2071	nd	nd
	Malto ^[4]	42.5588	24728	32742	nd	nd	nd	nd
	2-Furanmethanol ^[4] , 5-ethenyltetrahydro-	29.2862	nd	118080	nd	65289	14567	65324
	.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, cis-							
	Ethanone, 1-(2-furanyl)- ^[4]	30.2929	6986	26063	nd	15786	12703	18022
	2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl ^[1]	32.2445	14402	48990	nd	33086	42201	52946
	2-Furanmethanol ^[3]	34.4652	48407	295571	nd	206802	141248	326475
	Benzeneacetic acid, .alpha.-oxo-, ethyl ester ^[4]	34.5352	nd	49029	nd	nd	68415	nd
	Acetic acid, 2-phenylethyl ester ^[4]	38.7002	11997	255016	nd	194627	211781	nd
	1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde ^[4]	43.7911	7283	50233	nd	26846	5474	nd
	Furfural ^{[1][3][4]}		68086	191231	nd	14370	nd	79653

Keterangan: Lko = lemak kakao; MIKS-H = minyak inti kelapa sawit; dan MK-H = Minyak kelapa terhidrogenasi

^a Sumber: [1] ACEIRNO *et al.* (2016); [2] CRAFACK *et al.* (2014); [3] MENEZES *et al.* (2016); [4] AFOAKWA *et al.* (2009)

*nd = tidak terdeteksi

Note: LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil

^a Source: [1] ACEIRNO *et al.* (2016); [2] CRAFACK *et al.* (2014); [3] MENEZES *et al.* (2016); [4] AFOAKWA *et al.* (2009)

*nd = not detected

Tabel 7. Hasil uji kesukaan produk cokelat susu

Table 7. Hedonic test of milk chocolate

Campuran lemak (%) Fat Composition (%)	Warna Colour	Aroma Odor	Rasa Taste	After- taste	Keseluruhan Overall
LKo (100)	2,57	2,54	2,86	2,94	2,91
LKo + MIKS-H (70:30)	2,49	2,37	2,20	2,63	2,40
LKo + MIKS-H (50:50)	2,60	2,34	2,40	2,69	2,43
LKo + MK-H (70:30)	2,43	2,54	2,54	2,71	2,69
LKo + MK-H (50:50)	1,97	2,23	2,23	2,51	2,31
LKo + MKFS-H + MK-H (33:33:33)	2,29	2,26	2,23	2,34	2,40

Keterangan: LKo=lemak kakao; MKSF-H = minyak inti kelapa sawit; dan MK-H = Minyak kelapa terhidrogenasi 1=sangat suka, 2=suka, 3= sedang, 4= tidak suka dan 5 = sangat tidak suka.

Note: LKo=cocoa butter; MIKS-H= hydrogenated palm kernel oil; and MK-H= hydrogenated coconut oil; 1=Very much like 2=like, 3= moderate, 4= dislike dan 5= very much dislike

KESIMPULAN

Penambahan minyak inti kelapa sawit terhidrogenasi dapat meningkatkan kekerasan cokelat sampai 111 mJ dengan suhu rentang pelelehan 27,84 – 39,80 °C. Penambahan minyak kelapa terhidrogenasi lebih sedikit meningkatkan kekerasan cokelat menjadi 65 mJ dengan suhu rentang pelelehan 20,92 – 38,95 °C. Penambahan minyak dari inti kelapa sawit dan kelapa terhidrogenasi baik rasio 70:30 dan 50:50 meningkatkan kepekatan warna cokelat dari 51.38 menjadi 38.44. Sedangkan untuk perbedaan senyawa volatil tidak jauh berbeda baik penambahan minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit ataupun dari kelapa, sehingga aroma dan *aftertaste* tidak dapat dibedakan panelis yaitu skor 2 (suka). Secara umum minyak terhidrogenasi dari inti kelapa sawit dan kelapa dapat digunakan sebagai pensubstitusi lemak kakao. Berdasarkan hasil uji organoleptik, secara keseluruhan panelis menyukai cokelat perlakuan E, yaitu campuran minyak kelapa hidrogenasi dan lemak kakao rasio 50:50. Hal ini disebabkan oleh produk cokelat yang dihasilkan memiliki tekstur yang lebih keras tetapi mudah meleleh di mulut.

DAFTAR PUSTAKA

- ACIERNO, F., S. YENER, M. ALEWUN, F. BIASIOLI and S. VAN RUTH. 2016. Factors contributing to the variation in the volatile composition of chocolate: Botanical and geographical origins of the cocoa beans, and brand-related formulation and processing. *Food Research International*. 84: 86-95.
- AFOAKWA, E.O., A. PETERSON, F. MARK, and A. RYAN. 2009. Matrix effects on flavour volatil release in dark chocolate varying in particle size distribution and fat content using GC – mass spectrometer and GC – ofactometry. *Journal of Food Chemistry*. 113: 208-215.
- AFOAKWA, E.O. 2016. *Chocolate Sciences and Technology*. Second Edition. West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons. 536p.
- ALSOBAAI, A., A. AL SHAIBANI, M., MUSTOFA, T., and A. DAHREM. 2012. Effect of hydrogenation on the palm mid-fraction fatty acids compotition and conversion. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*. 24: 45-51.
- APROTOSOAIE, A.C., S.V. LUCA and A. MIRON. 2015. Flavor chemistry of cocoa and cocoa product-An overview. *Comprehensive Reviews in Food Safety*. 15: 73-91.
- AYALA-SILVA, T., R. J. SCHNELL, A. W. MEEROW, M. WINTERSTEIN, C. CERVANTES, and S. BROWN. 2005. Determination of color and fruit traits of half-sib families of mango (*Mangifera indica* L.). *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118: 253-257.
- BELŠČAK, A., D. D. KOMES, HORZIC, K. KOVACEVIC GANIC, and D. KARLOVIC. 2009. Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Journal of Food Research International*. 42: 707-716.
- CALLIAUW, G., E. FEDERICK, V. GIBON, W. D. GREYT, J. WOUTERS, I. FOURBERT, and K. DEWETTINCK. 2010. On fractional crystallization of palm olein: Solid solution and eutectic solidification. *Journal of Food Research International*. 43: 972-981.
- CIFTI, N. O., and F. TEMELLI. 2014. Melting point depression of solid lipids in pressurized carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*. 92: 208-214.
- CODEx ALIMENTARIUS COMMISSION. 2013. Practice for the prevention and reduction of ochratoxin a contamination in cocoa. *Proceeding of Joint FAO/WHO Food Standards Programme-Codex Committee on Contaminations in Foods*. Moscow, Russian Federation, 8-12 April 2013.
- COPETTI, M.V., IAMANAKA, B.T., FRISYAD, J.C., PEREIRA, J.C., TANIWAKI, M.H. 2011. Mycobiota of Cocoa: From Farm to Chcolate. *Journal of Food Microbiology*, 28:1499-1504.

- CORLEY, R., H., and TINKER, P., B. 2016. *The Oil Palm Fifth Ed.* Wiley Blackwell, West Sussex.
- CRAFACK, M., KEUL, H., C. ESKILDSEN, M.A. PETERSEN, S. SERENS, A. BLENNOW, M. SKOVMA-D-LARSEN, J.H. SWEIGERS, G.B. PETERSEN, H. HEIMDAL, and D.S. NIELSEN. 2014. Impact of stater cultures and fermentation techniques on the volatile aroma and sensory profile of chocolate. *Journal of Food Research International*. 63: 306-316.
- DANTHINE, S. 2012. Physicochemical and structural properties of compound dairy fat blends. *Journal of Food Reseach International*. 48: 187-195.
- FARAH, D.M.H., A.H. ZAIBUNNISA, and MISNAWI. 2012a. Optimization of cocoa nib roasting based on sensory properties and colour using response surface methodology. *Pelita Perkebunan* 28: 54-61.
- FARAH, D.M.H., A.H. ZAIBUNNISA, J. MISNAWI and S. ZAINAL. 2012b. Effect of roasting process on the concentration of acrylamide and pyrazines in roasted cocoa beans from different origins. *APCBEE Procedia*. 4 : 204-208.
- FERNANDES, V.A., A.J. MULLER, and A.J. SANDOVAL. 2013. Thermal structure and rheological characteristics of dark chocolate wit different compotitions. *Journal of Food Engineering* 166: 97-108.
- GLICERINA, V., F. BALESTRA, M. DELLA-ROSA, and S. ROMANI. 2013. Rheological, texture, and calorimetric modification of dark chocolate during process. *Journal of Engineering*. 119: 173-179.
- GU, F., L. TAN, H. WU, Y. FANG, F. XU, Z. CHU, and Q. WANG. 2013. Comparison of cocoa from China, Indonesia and Papua New Guinea. *Journal of Foods*. 2: 183-197.
- GUNSTONE, F.D. 2004. *The Chemistry of Oils and Fats – Sources, Compotition, Properties and Uses*. CRC Press, Dundee.
- JAHURUL, M.H.A., I.S.M. ZAIDUL, N.A.N. NORULAINI, F. SAHENA, M.Z. ABEDIN, A. MOHAMED, and A.K. MOHD OMAR. 2014. Hard cocoa butter replacer from mango and palm srearin. *Journal of Food Chemistry*. 15: 323-239.
- JOEL, N., B. PIUS, A. DEBORAH and U. CHRIS. 2013. Production and quality evaluation of cocoa products. *American Journal of Food and Nutrition*. 3(1): 31-38.
- LIPP, M., and E. ANKLAM. 1998. Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate – part A. Compotional data. *Journal of Food Chemistry*. 62(1): 73-97.
- MENEZES, A.G.T., BATISTA, N.N., RAMOS, S.L., ANDRADE E SILVA, A.R., EFRAIM, P., PINHEIRO, A.C.M., and SCHWAN, R.F. 2016. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) Inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Food Research International*. 81: 83-90.
- ORACZ, J., D. ZYZELEWICZ, G. BUDRYN and E. NEBESNY. 2013. Cocoa butter alternative fats. *Plant Lipids Science, Technology, Nutritional Value and Benefits to Human Health*. 37: 87-105.
- PENG, X., and S. GUO. 2015. Texture characteristics of soymilk gels formed by lactic acid fermentation: A comparison of soymilk prepared by blanching soybeans under different temperature. *Journal of Food Hydrocolloids*. 43: 58-65.
- PEYRONEL, F., and A.G. MARANGONI. 2014. In search of confectionary fat blends stable to heat: Hydrogenated palm kernel oil stearin with sorbitan monostearate. *Journal of Food Research International*. 55: 93-103
- RIOS, R.V., M.D.F. PESSANHA, P.F. DE-ALMEIDA, C.L. VIANA and S.C.S. LANNES. 2014. Application of fats in some food products. *Food Science and Technology*. 34(1): 3-15.
- ROBSON, A.A. 2012. Chocolate bars based on human nutritional requirements. *Nutrition and Health*. 7: 143-148.
- RODRIGUEZ-CAMPOS, J., ESCALONA-BUENDIA, H.B., OROZCO-AVILA, I., LUGO-CERVANTES, E., and JARAMILLO-FLORES, M.E. 2011. Dynamics of volatile and non-volatile compounds in cocoa (*Theobroma cacao* L.) during fermentation and drying process using principal components analysis. *Food Research International*. 44: 250-258.
- ROSSI-OLSON. 2011. *The Impact of Nut Inclusions on Properties and Stability of Dark Chocolate* (Doctor of Philisophy Thesis). Graduate Program in Food Science The State University of New Jersey. 239p.
- SALTINI, R., R. AKKERMAN and S. FROSCH. 2013. Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. *Food Control*. 29: 167-187.
- STROTZ, T.A., and A.G. MARAGONI. 2011. Heat resistant chocolate. *Trend in Journal of Food Science and Technology*. 22: 201-214.
- SVANBERG, L., L. AHRNE, L. LOREN and E. WINDHAB. 2011. Effect of sugar, cocoa particles and lecithin on cocoa butter crystallisation in seeded and non-seeded chocolate model systems. *Journal of Food Engineering*. 104: 70-80.
- SZULC, K., J. NAZARKO, E. OSTROWSKA-LIGEZA, and A. LENART. 2016. Effect of fat replacement on flow and thermal properties of dairy powder. *LWT – Food Science and Technology*. 68: 653-658.
- TIVARAKARNKON, T., R. BLOCHWITZ, and B. SENGE. 2008. Rheological properties and phase change behaviors of coconut fats and oils. *Annual Trasnsactional of Nordic Rheology Society*. 16: 20-26.
- TORRES-MORENO, M., E. TORRESCASANA, J. SALAS-SALVADO, and C. BLANCH. 2015. Nutritional compotition and fatty acids profile in cacao beans and chocolate with different geographical origin and processing conditions. *Journal of Food Chemistry*. 166: 125-132.