

# Studi Perbandingan Sifat Fisikokimia Minyak Inti Sawit (RBDPKO) Terhidrogenasi dalam *Cocoa Butter Substitutes* (CBS) dengan CBS Komersial

## *Study Comparison of Physicochemical Hydrogenated Palm Kernel Oil (RBDPKO) into Cocoa Butter Substitutes (CBS) with Commercial CBS*

Reno Fitri Hasrini, Nami Lestari, dan Yuliasri Ramadhani Meutia

Balai Besar Industri Agro (BBIA)  
Jl. Ir. H. Juanda No.11 Bogor 16122

namilestari65@gmail.com

---

### Riwayat Naskah:

Diterima 02, 2014  
Direvisi 03, 2014  
Disetujui 04, 2014

**ABSTRAK:** Tujuan penelitian ini adalah pengembangan proses pembuatan CBS Minyak Inti Sawit (*Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil*, RBDPKO) dengan proses hidrogenasi lalu membandingkan karakter fisikokimia CBS dari RBDPKO dengan beberapa jenis CBS komersial. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah (1) Pembuatan CBS RBDPKO melalui optimasi proses hidrogenasi dan rafinasi; (2) Analisis bahan baku dan produk CBS dari RBDPKO; (3) Karakterisasi produk CBS dan membandingkan dengan CBS komersial. Dari hasil penelitian didapat kondisi optimum proses hidrogenasi CBS RBDPKO adalah menggunakan katalis nikel 0,1% pada alat hidrogenasi (reaktor) kapasitas 5 liter, dengan suhu 184°C, tekanan 2,5 bar, lama proses 6 jam, kecepatan aduk 250 rpm, dilanjutkan proses penyaringan dengan alat filter press, proses bleaching menggunakan bentonit 1% pada suhu 90°C selama 45 menit, proses deodorisasi dengan alat rafinasi pada suhu 220°C selama 1,5 jam dan penyaringan kembali dengan alat filter press. Pada kondisi tersebut dapat diperoleh CBS asal RBDPKO dengan tekstur, warna dan bau yang mirip dengan CBS asal RBDPKO komersial, kadar air 0,07%, bebas kotoran, bilangan Iod 2,16 gram Iod/100 gram, asam lemak bebas 0,61%, tidak mengandung asam lemak trans dan nikel, titik leleh berubah dari 26,25°C menjadi 34°C, yaitu berubah wujud menjadi padat, terjadi penjumlahan asam oleat dan asam linoleat oleh atom hidrogen menjadi asam stearat sebagai tanda bahwa terjadi hidrogenasi penuh dan memiliki *solid fat content* 6,62% pada suhu 35°C dan 1,80% pada suhu 40°C mirip dengan profil SFC CBS komersial dan mempunyai profil triasilgliserol (TAG) yang serupa dengan CBS komersial lainnya.

**Kata kunci:** *Cocoa Butter Substitutes*, hidrogenasi, minyak inti sawit, titik leleh, kandungan lemak padat

**ABSTRACT:** The research aimed to develop Cocoa Butter Substitutes (CBS) processing from Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil (RBDPKO) with hydrogenation and refining process and comparison of physicochemical Hydrogenated RBDPKO into CBS with commercial CBS. The steps in this research were: (1) Processing CBS from RBDPKO with hydrogenation and refining process; (2) Analysis of raw RBDPKO material, Cocoa Butter Substitutes and commercial CBS including moisture content, impurities, slip melting point, iodine number, free fatty acids, trans fatty acids, Solid Fat Content (SFC) Profile, fatty acid composition and triacylglycerol profile (TAG); (3) comparison of physicochemical hydrogenated RBDPKO into CBS with commercial CBS. The results showed that the optimum hydrogenation process obtained using hydrogen with nickel catalyst 1% at 184°C, under 2.5 bar, for six hours agitation at 250 rpm, continued by press filtration, bleaching using 1% bentonit at 90°C for 45 minutes. Deodorizing was conducted with refining equipment at 220°C for 1.5 hours and finally refiltration using filter press. The final product was CBS from RBDPKO having similar quality as commercial CBS. RBDPKO CBS has water content of 0.07%, impurities free, Slip Melting Point 34°C, Iod number of 2.16 gram Iod/100 g, free fatty acid of 0.61%, zero trans fatty acids, Solid Fat Content (SFC) profile at 35 °C (6.62%) and 40°C (1.8%). These were similar to SFC profile from commercial CBS, a change in the content of stearic acid, oleic acid and linoleic acid, as well as having the profile of triacylglycerol (TAG), which was similar to other commercial.

**Keywords:** Cocoa Butter Substitutes, hydrogenization, Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil, Slip Melting Point, Solid Fat Content

---

## 1. Pendahuluan

Cokelat mempunyai tekstur dan flavor yang khas sehingga mempunyai nilai ekonomi tinggi. Salah satu keunikan dan keunggulan cokelat yaitu dapat mencair dan meleleh pada suhu tubuh. Hal ini merupakan sifat khusus lemak kakao (*Cocoa Butter* (CB). CB mempunyai karakteristik unik, karena CB bersifat keras dan rapuh di bawah suhu ruang, tetapi jika dimakan akan meleleh sempurna di mulut dengan tekstur *creamy* yang lembut dan sensasi dingin. CB juga berpengaruh besar terhadap sifat-sifat fisik dari produk cokelat *confectionery*, seperti kilap (*gloss*), derak (*snap*), ketahanan panas, pelelehan yang cepat dan tajam di mulut, serta ketahanan *bloom*. *Bloom* adalah kemunduran warna yang terjadi pada cokelat yang ditandai dengan timbulnya warna putih pada permukaan cokelat (Haryadi & Supriyanto, 2012). Karakteristik unik lemak kakao sebagai konsekuensi dari komposisi triasilgliserol (TAG) CB yang hampir 80% didominasi oleh tiga TAG simetrik *saturated-unsaturated-saturated* (StUST) yaitu palmitat-oleat-palmitat (POP) sebesar 16,8-19,0%, palmitat-oleat-stearat (POS) sebesar 38,0-43,8%, dan stearat-oleat-stearat (SOS) sebesar 22,8-30,0% (Haryadi, 2009).

Banyak keterbatasan menyangkut penggunaan CB, antara lain suplai yang tidak stabil, harga yang relatif mahal di antara lemak dan minyak alami, kurang memadai untuk digunakan pada iklim panas, serta kualitasnya yang bervariasi. Selain itu proses tempering diperlukan untuk produk cokelat yang sepenuhnya menggunakan CB dalam formulasinya, karena akan cenderung mengalami *blooming* (lapisan luar berwarna putih seperti berjamur). Berbagai alasan tersebut mendorong dikembangkannya *specialty fats* alternatif CB yang dikenal sebagai *Cocoa Butter Alternatives* (CBA) atau *hard butter* (Soekopitojo, 2011).

CBA terbagi dalam tiga jenis yaitu *Cocoa Butter Equivalent* (CBE), *Cocoa Butter Substitute* (CBS), dan *Cocoa Butter Replacer* (CBR). CBS dapat digunakan langsung tanpa harus melalui proses tempering. Toleransinya terhadap lemak jenis lain adalah maksimum 5% dari total lemak yang digunakan. Bila dibandingkan dengan cokelat yang dibuat dari CBR, cokelat yang dibuat dengan CBS akan lebih cepat lumer di mulut. Sifat ini sangat mirip dengan cokelat yang dibuat dengan CB (Lipp & Anklam, 1998).

Penggunaan CBS laurat dalam formulasi *chocolate compound* menawarkan banyak keuntungan antara lain; (a) stabilitas oksidatif yang baik; (b) kualitas makan dan pelepasan flavor yang sangat bagus; (c) tekstur sangat mirip CB yaitu kekerasan dan gigitan yang sangat baik dan tidak berminyak bila disentuh; (d) cepat mengeras dengan tempering atau tanpa tempering; (e)

memberikan daya kilap yang sangat baik; serta (f) tersedia dengan harga yang jauh lebih murah dibandingkan CB. Sedangkan kekurangannya antara lain tidak kompatibel dengan CB sehingga hanya dapat diformulasi dengan kakao bubuk. Selain itu jika terhidrolisis (terpapar air dan enzim lipase) akan memberikan flavor seperti sabun akibat terbebaskannya asam laurat, serta mempunyai toleransi yang rendah terhadap lemak susu. Selain itu umur simpan bebas *blooming* juga terbatas (Haryadi, 2009; Soekopitojo, 2011).

Berbagai macam bahan baku yang dapat digunakan untuk membuat CBS tersebut. Pada saat ini CBS bukan hanya dari minyak inti sawit yang dihidrogenasi (*Hydrogenated Palm Kernel Oil*), namun juga dari olein minyak inti sawit terhidrogenasi (*Hydrogenated Palm Kernel Olein*), stearin minyak inti sawit terhidrogenasi (*Hydrogenated Palm Kernel Stearin*), minyak sawit terhidrogenasi (*Hydrogenated Palm Oil*), stearin sawit terhidrogenasi (*Hydrogenated Palm Stearin*), minyak kelapa terhidrogenasi (*Hydrogenated Coconut Oil*), serta stearin yang difraksinasi secara alami.

Proses hidrogenasi ditemukan pada Tahun 1903 oleh Norman. Penemuan hidrogenasi katalitik minyak nabati memungkinkan minyak cair dikonversikan menjadi padat dan semi padat dengan konsistensi tertentu yang sesuai untuk aplikasi pembuatan produk-produk margarin, *shortening*, *Cocoa Butter Substitute*, dan lain-lain. Menurut Purwiyatno (2011), hidrogenasi adalah proses penjenuhan untuk meningkatkan stabilitas oksidatif titik-titik lelehnya. Tergantung dari tingkat hidrogenasinya, minyak dapat dimodifikasi menjadi aneka minyak dengan berbagai kekerasan, sehingga berpeluang untuk diaplikasikan untuk tujuan yang beragam pula. Dengan pengendalian proses hidrogenasi, salah satu minyak nabati, yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah minyak inti sawit (PKO) (titik leleh sekitar 27-28°C), bisa dihasilkan produk terhidrogenasi dengan titik leleh beragam, mulai dari 32-41°C. (Tjeng, 2011).

Proses hidrogenasi dapat dilakukan secara parsial (sebagian) atau penuh (full). Indikator hidrogenasi terjadi secara penuh adalah asam oleat, linoleat dan linolenat menjadi habis karena berubah menjadi asam stearat. Pada hidrogenasi penuh, asam lemak trans tidak terdeteksi. Sedangkan pada umumnya, hasil proses hidrogenasi parsial akan terbentuk *trans fatty acid* (FFA) yang tidak diinginkan. Jumlah asam lemak trans akan meningkat akibat pengolahan hidrogenasi dengan pemanasan pada suhu tinggi. Asam lemak trans cenderung meningkatkan kadar kolesterol total dalam darah yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit kardiovaskuler

(jantung koroner) sehingga asam lemak perlu dihilangkan atau diminimalkan (Tjeng, 2011).

CBS digunakan sebagai bahan baku produksi cokelat *compound* yang umumnya memerlukan kandungan lemak dengan sifat khusus. CBS dapat diproduksi dari minyak dan lemak nabati dengan cara kimia atau fraksinasi maupun enzimatik. Teknologi pembuatan CBS dari minyak inti sawit telah dikembangkan ke skala industri besar diantaranya adalah fraksinasi dan hidrogenasi serta kombinasinya. Namun teknologi ini dalam skala industri kecil belum tersedia. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah menghasilkan teknologi proses hidrogenasi penuh (*full hydrogenation*) minyak inti sawit mentah dan yang telah dirafinasi skala laboratorium tanpa menghasilkan asam lemak trans dalam kondisi temperatur moderat dan tekanan tinggi (Siahaan & Hasibuan, 2012).

Oleh sebab itu perlu dilakukan karakterisasi sifat fisikokimia untuk menunjang pengaplikasian ke arah produk lebih lanjut. Selain itu diperlukan adanya penguasaan teknologi pembuatan CBS agar untuk ke depannya dapat terjadi difusi teknologi dan akan semakin berkembang teknologi hilirisasi produk berbasis minyak dan lemak. Pada penelitian ini dilakukan proses pembuatan CBS dengan menggunakan bahan baku PKO melalui proses hidrogenasi, dimana hasilnya akan dibandingkan dengan CBS-CBS komersial yang sudah ada.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Balai Besar Industri Agro (BBIA) Bogor dengan menggunakan bahan baku *Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil* (RBDPKO) yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Bahan lain yang digunakan adalah CBS komersial *Fully Hydrogenated Palm Kernel Stearin* (FHPKSt), *Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil* (FHPKO), *Fully Hydrogenated Palm Kernel Olein* (FHPKOL), *Partially Hydrogenated Palm Olein* (PHPOL), *Partially Hydrogenated Palm Kernel Oil* (PHPKO), *Coating Fat* (CF) dan *Fully Hydrogenated Coconut Oil* (FHCNO) yang diperoleh dari beberapa perusahaan di Bekasi dan Cikarang, katalis nikel yang diperoleh dari supplier di Jakarta, gas hidrogen dan bahan kimia untuk analisis yang diperoleh dari toko bahan kimia di Bogor.

### 2.2. Alat

Peralatan yang digunakan adalah satu unit alat hidrogenasi skala laboratorium yaitu reaktor berkapasitas 5 liter serta alat - alat analisis.

### 2.3. Metode

#### 2.3.1. Karakterisasi mutu bahan baku

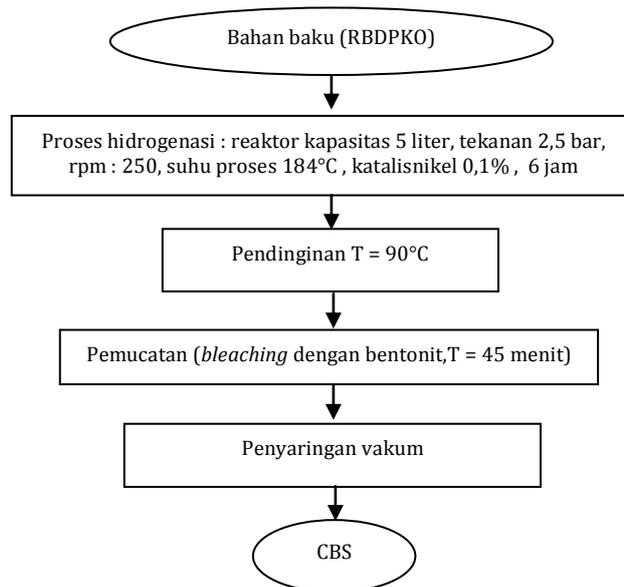
Karakterisasi mutu bahan baku RBDPKO dilakukan dengan analisis bahan baku RBDPKO meliputi : kadar air, kadar kotoran, asam lemak bebas (ALB), bilangan iod, bilangan peroksida, warna, Slip Melting Point (SMP), komposisi asam lemak, asam lemak trans, dan profil trigliserida (TAG).

#### 2.3.2. Penentuan pembuatan CBS terbaik dari bahan RBDPKO

Pada tahap penelitian ini dilakukan proses pembuatan CBS dari RBDPKO. Penelitian dilakukan untuk mencari kondisi optimum proses hidrogenasi seperti tekanan, suhu dan waktu proses hidrogenasi serta proses rafinasi yang tepat. Proses pembuatan CBS diawali dengan melakukan proses hidrogenasi menggunakan alat reaktor bertekanan dengan kapasitas 5 liter. Diagram alir proses pembuatan CBS dari RBDPKO dapat dilihat pada Gambar 1.

#### 2.3.3. Analisis produk CBS

Tahap selanjutnya adalah analisis CBS dari RBDPKO dan dibandingkan dengan CBS komersial meliputi analisis sifat fisikokimia seperti analisis kadar air dan kotoran (SNI 01-3555-1998), *Slip Melting Point* (SMP) (AOCS, 2011), bilangan iod (SNI 01-3555-1998), asam lemak bebas (SNI 01-3555-1998), asam lemak trans (AOCS, 2011), profil *Solid Fat Content* (SFC) (Nucleic Magnetic Resonance (NMR) Non Stab Fats AOCS-Cd 16b-93), komposisi asam lemak (AOCS 2011) dan profil triasilgliserol (TAG) (AOCS 2011).



Gambar1. Proses pembuatan CBS dari RBDPK.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Karakteristik bahan baku RBDPKO

Pada penelitian ini, sebelum dibuat menjadi CBS, bahan baku RBDPKO dianalisis terlebih dahulu. Hasil analisis bahan baku RBDPKO dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1, terlihat bahwa nilai kadar air, kotoran dan asam lemak bebas RBDPKO memenuhi syarat mutu SNI Minyak Inti Sawit (SNI 01-0003-1987). Kadar air bahan baku RBDPKO sebesar 0,07%, sedangkan syarat mutu kadar air minyak inti sawit pada SNI 01-0003-1987 maksimum 0,45%, bahan baku RBDPKO tidak mengandung kotoran, pada SNI tersebut kadar kotoran maksimum sebesar 0,05 % dan dari hasil analisis kadar asam lemak bebas bahan baku RBDPKO diperoleh nilainya sebesar 1,33 % dan kadar asam lemak bebas pada SNI maksimum sebesar 5,0 %.

**Tabel 1.**  
Hasil analisis bahan baku RBDPKO dan minyak klenetik

Parameter Uji	Satuan	RBDPKO
Kadar Air	%	0,07
Kotoran	%	0
Asam Lemak Bebas	%	1,33
Bilangan Iod (Wijs)	gram Iod/100 gram	14,8
Lemak Trans	%	0
Titik Leleh	°C	26,5 - 27

#### 3.2. Proses pembuatan CBS dari RBDPKO

Proses pembuatan CBS diawali dengan melakukan proses hidrogenasi menggunakan alat reaktor bertekanan dengan kapasitas 5 liter. Penelitian dilakukan untuk mencari kondisi optimum proses hidrogenasi seperti tekanan, suhu dan waktu proses hidrogenasi serta proses rafinasi yang tepat. Bahan baku yang digunakan adalah minyak inti sawit yang sudah dirafinasi (RBDPKO/*Refined Bleach Deodorized Palm Kernel Oil*). Proses hidrogenasi dilakukan dengan menggunakan gas hidrogen dan katalis nikel 0,1%. Dari hasil penelitian, didapat kondisi optimum proses hidrogenasi dicapai pada kecepatan aduk 250 rpm, tekanan 2,5 bar, dan suhu proses 184 °C. Waktu proses hidrogenasi dicoba sampai 10 jam, dan tiap 2 jam dianalisis sifat fisikokimianya. Dari hasil penelitian didapat waktu terbaik adalah 6 jam.

Keberhasilan reaksi hidrogenasi dalam pembuatan CBS dapat ditunjukkan pada beberapa faktor, diantaranya dengan penurunan bilangan Iod, peningkatan titik leleh, perubahan kandungan asam stearat, asam oleat dan asam linoleat serta penampakan fisik seperti tekstur, warna dan aroma (Siahaan *et al.*, 2012).

Pada proses hidrogenasi 10 jam, CBS yang dihasilkan mempunyai tekstur yang keras seperti lilin. Pada proses hidrogenasi 6 jam, penampakan fisik CBS RBDPKO sudah mirip dengan CBS RBDPKO komersial, yaitu tekstur cukup padat, warna jernih pada keadaan cair dan putih pada keadaan padat. Dari penelitian yang telah dilakukan, titik leleh semakin lama semakin tinggi, namun pada proses 6 jam, titik leleh sudah mendekati titik leleh yang diharapkan yaitu sekitar 36°C.

Keberhasilan proses hidrogenasi pada pembuatan CBS dalam waktu 6 jam dapat dilihat juga dari penurunan bilangan Iod dari 14,8 menjadi 2,16. Pada proses 6 jam ini juga tidak terdeteksi adanya asam lemak trans dan logam nikel. Dengan tidak terdeteksinya lemak trans serta tekstur RBDPKO yang sudah memadat, menunjukkan bahwa proses hidrogenasi berlangsung secara penuh (*fully hydrogenated*). Kandungan RBDPKO terhidrogenasi yang bebas asam lemak trans penting, karena sifat asam lemak ini yang meningkatkan *low density lipoprotein* (LDL) dan menurunkan *high density lipoprotein* HDL) sehingga menjadi faktor resiko penting pada penyakit jantung koroner (Siahaan & Hasibuan, 2012).

Proses selanjutnya adalah proses rafinasi, yang terdiri dari proses penyaringan dengan penyaring vakum, penyaringan dilakukan untuk menghilangkan nikel, dilanjutkan dengan proses pemucatan (*bleaching*) dalam tangki pemucat. Proses *bleaching* dilakukan dengan menambahkan bentonit 1% pada suhu 95°C selama 45 menit. Setelah itu dilakukan, analisis sifat fisiko kimia pada produk CBS yang dihasilkan.

#### 3.3. Perbandingan sifat fisikokimia CBS RBDPKO dan CBS Komersial

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan sifat fisikokimia antara RBDPKO sebagai bahan baku RBDPKO hasil hidrogenasi dari penelitian ini dan CBS komersial, yang dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa bahan baku RBDPKO dan CBS RBDPKO memiliki kadar air yang sama yaitu 0,07%. Kadar air ini sama dengan kadar air CBS komersial PHPOL (0,07%), lebih rendah dari CBS komersial PHPKO (0,09%), serta lebih tinggi dari CBS komersial FKPKO (0,04%), FHPKOL (0,06%), CF (0,06%) dan FHCNO (0,06%). Menurut Winarno *et al.* (1980), peningkatan kadar air dapat terjadi selama penyimpanan yang kemungkinan disebabkan oleh terjadinya proses penyerapan uap air dari atmosfer, kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah, sedangkan RH disekitarnya tinggi maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga kadar air bahan menjadi lebih tinggi (Ketaren, 2005).

**Tabel 2.**  
 Sifat fisikokimia RBDPKO, CBS RBDPKO dan CBS komersial

	RBDPKO	CBS RBDPKO	FHPKSt	FHPKO	FHPKOl	PHPOl	PHPKO	CF	FHCNO
Kadar Air (%)	0,07	0,07	0,02	0,04	0,06	0,07	0,09	0,06	0,06
Kotoran (%)	0	0	0,02	0	0,02	0	0	0	0
Slip Melting Point (°C)	26,25	34	39	43	49	42	39	38	44
Bilangan Iod (gram Iod/100 g)	14,8	2,16	0,36	1,2	0,67	0	3,69	7,29	1,04
Asam Lemak Bebas (%)	1,33	0,61	0	0	0	0	0	0	0,04
Asam Lemak Trans (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Keterangan:

RBDPKO: Refined Bleached Deodorized Palm Kernel Oil  
 PHPKO: Partially Hydrogenated Palm Kernel Oil  
 CBS RBDPKO: Cocoa Butter Substitutes dari RBDPKO  
 CF: Coating Fat  
 FHPKSt: Fully Hydrogenated Palm Kernel Stearin

FHPKO: Fully Hydrogenated Palm Kernel Oil  
 FHPKOl: Fully Hydrogenated Palm Kernel Olein  
 FHCNO: Fully Hydrogenated Coconut Oil  
 PHPOl: Partially Hydrogenated Palm Olein

CBS RBDPKO tidak mengandung kotoran (0%) yang serupa dengan bahan bakunya yaitu RBDPKO (0%). Jika dibandingkan dengan CBS komersial lain, hanya FHPKSt dan FHPKOl yang mempunyai kotoran 0,02%. Kotoran diduga berasal dari minyak sawit kasar yang masih mengandung kotoran berupa partikel-partikel dari tempurung dan serabut (NOS = Non Oil Solid). NOS dapat berupa bahan organik dan anorganik seperti Fe (besi) dan Cu (tembaga) (Ayustaningwarno, 2012). Kadar kotoran diturunkan dengan proses pemurnian yaitu memisahkan minyak dari air dan kotoran agar mendapatkan minyak dengan kualitas kadar air dan kotoran maks 0,1% (BSN, 2012).

Proses hidrogenasi selama 6 jam berhasil meningkatkan SMP CBS RBDPKO dari 26,25°C menjadi 34°C, secara fisik penampilan CBS RBDPKO telah menyerupai CBS komersial, yaitu tekstur cukup padat dan warna putih pada keadaan padat. SMP sekitar 34°C telah sesuai dengan yang diharapkan yaitu pada suhu tubuh, dimana diharapkan pada suhu tubuh CBS akan meleleh sempurna. CBS komersial mempunyai titik leleh beragam sesuai dari bahan baku dan aplikasinya, dimana semakin banyak asam lemak tidak jenuh maka akan semakin tinggi kenaikan SMP akibat (0,67 gram Iod/100 g), dan FHCNO (1,04 gram Iod/100 g). CBS RBDPKO memiliki bilangan iod lebih rendah dari CBS komersial PHPKO (3,69 gram Iod/100 g) dan CF (7,29 gram Iod/100 g). Bilangan iod berhubungan dengan persentase ketidakjenuhan rantai karbon pada asam lemak (Tjeng, 2011). Semakin tinggi asam lemak tidak jenuh, maka semakin tinggi pula bilangan iod-nya. Proses hidrogenasi menurunkan ikatan rangkap pada minyak sehingga bilangan iod akan menurun juga (Siahaan & Hasibuan, 2012). Keberhasilan proses hidrogenasi ditunjukkan dengan penurunan drastis bilangan iod CBS RBDPKO (Hasibuan, 2009; Tjeng, 2011).

Proses hidrogenasi adalah suatu proses penambahan atom hidrogen secara langsung pada ikatan rangkap rantai samping asam lemak trigliserida atau minyak, dengan tujuan untuk menjenuhkan asam lemak tak jenuh dengan bantuan katalis, pada suatu alat reaktor yang didesain khusus dengan suhu dan tekanan tertentu (Sarma et al., 2012). Menurut Hariyadi (2009), hidrogenasi adalah proses penjenuhan untuk meningkatkan stabilitas oksidatif titik-titik lelehnya. Tergantung dari tingkat hidrogenasinya, minyak dapat dimodifikasi menjadi aneka minyak dengan berbagai kekerasan, sehingga berpeluang untuk diaplikasikan untuk tujuan yang beragam pula. Dengan pengendalian proses hidrogenasi, salah satu minyak nabati, yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah minyak inti sawit (PKO) (titik leleh sekitar 27-28°C), bisa dihasilkan produk terhidrogenasi dengan titik leleh beragam, mulai dari 32-41°C (Tjeng, 2011).

Dari Tabel 2, terlihat bahwa terjadi penurunan bilangan iod dari 14,8 gram Iod/100 g (RBDPKO) menjadi 2,16 gram Iod/100 g (CBS RBDPKO). Bilangan iod CBS RBDPKO (2,16 gram IOD/10 g) lebih tinggi dari CBS komersial FHPKSt (0,36 gram Iod/100 g) dan FHPKO (1,2 gram Iod/100 g).

Pada beberapa CBS komersial, kandungan asam lemak bebasnya 0, hanya CBS FHPKSt yang mengandung asam lemak bebas 1,04%. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai triasilgliserol. Asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Hasil reaksi hidrolisis minyak sawit adalah gliserol dan ALB. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya faktor-faktor panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar ALB yang terbentuk (Ketaren, 2005).

**Tabel 3.**

Kandungan lemak padat (Solid Fat Content/SFC) RBDPKO, CBS RBDPKO hasil penelitian dan CBS Komersial dalam %

Suhu (°C)	RBDPKO	CBS RBDPKO	CBS FHPKSt	CBS FHPKO	CBS FHPKOI	CBS PHPOI	CBS PHPKO	CBS CF	CBS FHCNO
15	65,42	92,31	96,36	89,77	89,73	82,7	90,93	92,13	84,51
20	43,68	82,4	94,89	85,7	88,84	71,34	83,14	79,64	76,65
25	21,51	65,54	90,29	62,59	62,99	54,37	67,88	48,72	12,92
30	0,03	19,17	51,42	35,28	37,3	34,95	37,59	17,89	2,83
35	0,03	6,62	3,44	13,76	17,07	16,8	14	4,17	0,78
40	0,03	1,8	0	4,89	7,94	2,66	6,13	0,03	0

Proses hidrogenasi dikhawatirkan akan menghasilkan asam lemak trans pada produknya, namun dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa mulai dari bahan baku hingga CBS RBDPKO dan semua CBS komersial tidak mengandung asam lemak trans. Diperkirakan hal ini karena minyak inti sawit (RBDPKO) mempunyai asam lemak tidak jenuh (asam oleat, linoleat dan linolenat) sangat rendah, setelah dihidrogenasi kandungan asam lemak tidak jenuhnya semakin rendah hampir nol (Tabel 3). Sedangkan yang berpotensi tidak tahan terhadap pemanasan, mudah rusak dan terjadi perubahan konformasi bentuk geometri yang tadinya cis menjadi trans selama proses hidrogenasi adalah ketiga jenis asam lemak tidak jenuh ini (Tjeng, 2011).

Ditinjau dari kesehatan, konsumsi asam lemak trans menimbulkan pengaruh negatif karena dapat menaikkan kadar LDL (Low Density Lipoprotein) yang dapat mengakibatkan penyakit jantung koroner. Akan tetapi disamping menaikkan LDL, asam lemak trans juga akan menurunkan HDL (High Density Lipoprotein). Jadi pengaruh asam lemak trans dapat berpengaruh negatif dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak jenuh atau kolesterol (Farag *et al.*, 2010).

#### 3.4. Kandungan lemak padat (solid fat content/SFC)

Lemak dan minyak merupakan campuran dari berbagai asam lemak. Setiap asam lemak memiliki titik cair yang berbeda. Misalnya asam laurat mempunyai titik cair 44,2°C, miristat 54,4°C, palmitat 62,9°C, stearat 69,9°C dan oleat 16,3°C. Lemak kakao berbentuk padat pada suhu kamar dan lemak kakao yang baik memiliki rentang titik cair 31–35°C (Haryadi, 2012). Untuk lemak substitute, yaitu lemak-lemak yang diperoleh dari minyak-minyak lain, seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit atau minyak inti sawit, mempunyai sifat yang agak berbeda dari lemak kakao, namun dengan proses fraksinasi dan hidrogenasi dapat diubah sifatnya sehingga mendekati sifat lemak kakao. Salah satu pengujian yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik lemak adalah pengujian kandungan lemak padat (Solid Fat Content/SFC)

dalam persen pada kondisi suhu yang berbeda (Haryadi, 2012). Hasil pengujian yang dilakukan terhadap SFC RBDPKO, CBS RBDPKO hasil penelitian dan CBS komersial dapat dilihat pada Tabel.3

SFC pada suhu 20°C dan 22°C menentukan stabilitas produk dan tahan terhadap pengeluaran minyak pada suhu kamar (Lida & Ali, 1998). CBS RBDPKO dan CBS-CBS komersial mempunyai SFC pada suhu 20°C berkisar antar 70-95% yang artinya cukup stabil dan tahan terhadap pengeluaran minyak pada suhu kamar.

Nilai SFC pada suhu 30°C ditujukan untuk kestabilan produk selama transportasi/distribusi di negara tropis dan berperan sebagai aplikasi bakeri (Setiawan, 2007). Pada suhu ini nilai SFC CBS mulai beragam, CBS RBDPKO mempunyai nilai SFC 19,17%, mendekati SFC CF yaitu 17,89%. Melihat nilai SFC CBS RBDPKO yang mendekati CBS CF diperkirakan CBS RBDPKO dapat diaplikasikan mejadi cokelat batang yang mudah meleleh atau coating fat yang cenderung lebih cepat membeku pada suhu ruang. Sedangkan CBS FHCNO mempunyai SFC paling rendah yaitu 2,83%, hal ini karena memang penggunaan FHCNO sebagai filling wafer yang bersifat sangat creamy dan mudah meleleh. CBS komersial lainnya mempunyai SFC yang berkisar antara 35-52% yang masih cukup padat dan keras diperkirakan karena penggunaannya sebagai cokelat batang yang cukup memenuhi syarat untuk kestabilan produk selama transportasi/ distribusi di negara tropis.

SFC antara 35°C dan 37°C menentukan kekentalan dan sifat pelepasan flavor cokelat dalam mulut (Lida & Ali, 1998) serta untuk penerimaan konsumen dari segi organoleptik (oral melting) atau palatability (Setiawan, 2007). Pada suhu 35°C dan 40°C, CBS RBDPKO mempunyai SFC lebih rendah (6,62% dan 1,8%) daripada CBS FHPKO (13,76% dan 4,89%), CBS FHPKOI (17,07% dan 7,94%), PHPOI (16,8% dan 2,66%) serta CBS PHPKO (14% dan 6,13%). CBS komersial yang memiliki SFC lebih rendah pada suhu 35°C dan 40 °C dari CBS RBDPKO adalah CBS FHPKSt (3,44% dan 0%), CBS CF (4,17% dan 0,03%) dan CBS FHCNO (0,78% dan 0%). Persentase SFC CBS

RBDPKO pada suhu 35°C dan 40°C yang lebih rendah dibandingkan mayoritas CBS komersial lainnya mengindikasikan CBS RBDPKO sudah jauh lebih baik dalam sifat *oral melting* dan *flavor release* produk coklat.

Gunstone (2002) mengemukakan bahwa SFC yang terlalu rendah dapat menurunkan plastisitas produk lemak pengganti coklat, sebaliknya bila kandungan lemak padat terlalu tinggi dapat meningkatkan rasa seperti lilin di dalam mulut. Semakin besar konsumsi gas hidrogen maka SFC dari produk semakin meningkat. Sedangkan semakin tinggi suhu maka kadar SFC dari produk semakin menurun. Hal ini berkaitan dengan pengertian dari SFC sendiri sebagai rasio antara komponen solid terhadap *liquid*. Dengan kenaikan suhu maka jumlah komponen solid, yang merupakan kristal-kristal asam lemak akan semakin berkurang (meleleh). Akibatnya rasio solid terhadap *liquid* akan semakin kecil. List *et al.* (2010) menyatakan, dengan semakin tinggi konsumsi gas hidrogen, ketidakjenuhan minyak akan semakin berkurang. Akibatnya, titik leleh akan semakin tinggi yang berarti komponen solid pada minyak semakin bertambah pada suhu yang sama. Sehingga, dengan kenaikan konsumsi gas hidrogen maka SFC produk pun semakin meningkat pada suhu yang sama.

### 3.5. Komposisi asam lemak

Data komposisi asam lemak dari Tabel 4 menunjukkan perubahan komposisi asam lemak antara RBDPKO dan CBS RBDPKO. Terjadi penurunan pada enam asam lemak yaitu asam kaprilat (C8) dari 2,86% menjadi 2,57%, asam kaprat (C10) dari 4,42% menjadi 3,74%, asam laurat (C12) dari 54,5% menjadi 49,5%, asam miristat (C14) dari 15,7% menjadi 14,6%, asam oleat (C18:1) dari 10,1% menjadi 1,91% dan asam

linolenat (C18:2) dari 0,89% menjadi 0%. Beberapa asam lemak yang mengalami peningkatan setelah hidrogenasi adalah asam palmitat (C16) dari 8,34% menjadi 8,46% dan asam stearat (C18) dari 2,54% menjadi 19,1%. RBDPKO, yang berasal dari inti sawit didominasi oleh asam laurat (C12), setelah dihidrogenasi asam laurat tetap menjadi bagian terbesar dari CBS ini.

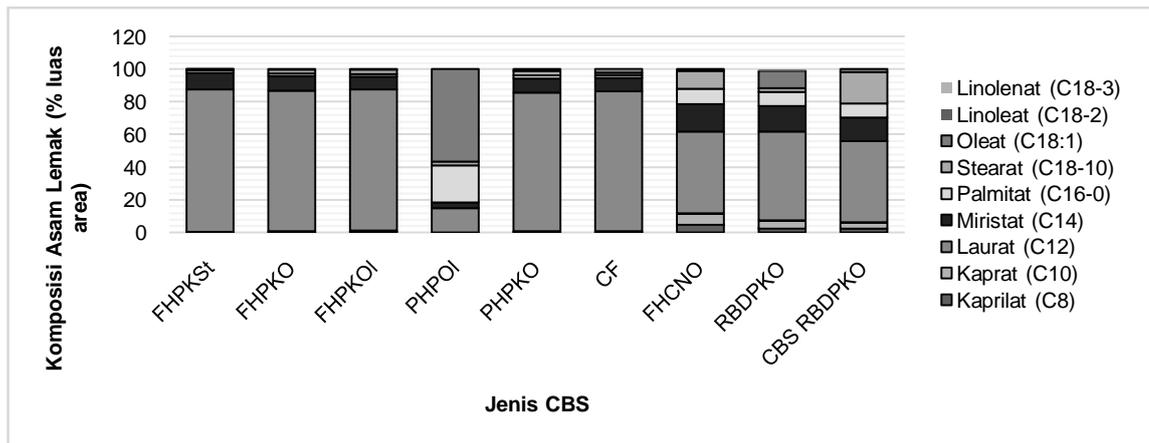
Hidrogenasi adalah proses pengolahan minyak dengan menambahkan hidrogen pada ikatan rangkap dari asam lemak sehingga mengurangi ketidakjenuhan minyak (List *et al.*, 2007). Oleh karena itu dapat dilihat bahwa terjadi penurunan drastis pada asam lemak tidak jenuh yaitu asam oleat (C18:1) dan asam linolenat (C18:2). Menurut Siahaan & Hasibuan (2012) salah satu faktor keberhasilan reaksi hidrogenasi dalam pembuatan CBS dapat ditunjukkan perubahan kandungan asam stearat, asam oleat dan asam linoleat. Tahapan perubahan asam lemak selama proses hidrogenasi biasanya dimulai dari asam linolenat (C18:3) berubah menjadi asam linoleat (C18:2), asam linoleat (C18:2) menjadi asam oleat (C18:1), dan asam oleat (C18:1) menjadi asam stearat (C18:0) (Sarma *et al.*, 2012). Perubahan asam lemak inilah yang mengakibatkan minyak cair menjadi lebih padat, plastis serta lebih stabil dan tahan terhadap oksidasi (Tjeng, 2012).

Pada CBS komersial lainnya terlihat bahwa asam lemak tidak jenuh yang terkandung sangat rendah kecuali CBS PHPOL yang berasal dari minyak sawit memiliki asam oleat (C18:1) 56,4%. Asam oleat (C18:1) yang dimiliki CBS FHPKSt sebesar 0,02%, CBS FHPKO 0,19%, CBS FHPKOI 0,04%, CBS PHPKO 1,1%, CBS CF 2,11%, dan CBS FHCNO 0,88%. Semua CBS komersial yang memiliki asam oleat rendah berasal dari minyak inti sawit dan minyak kelapa, dimana dari bahan baku awalnya memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh lebih rendah daripada jenis minyak lainnya.

**Tabel 4.**

Kandungan lemak padat (Solid Fat Content/SFC) RBDPKO, CBS RBDPKO hasil penelitian dan CBS komersial dalam %

Komposisi Asam Lemak (% luas area)	RBDPKO	CBS RBDPKO	FHPKSt	FHPKO	FHPKOI	PHPOI	PHPKO	CF	FHCNO
Asam Lemak Jenuh:									
Kaprilat (C8)	2,86	2,57	0,31	0,66	0,89	0,1	0,77	0,68	5,1
Kaprat (C10)	4,42	3,74	0,03	0,07	0,09	0	0,09	0,07	6,64
Laurat (C12)	54,5	49,5	87,37	86,14	86,61	14,86	84,81	85,6	49,9
Miristat (C14)	15,7	14,6	10,17	8,75	7,8	3,33	8,56	8,27	16,9
Palmitat (C16)	8,34	8,46	1,32	1,79	1,62	22,77	2,04	1,7	9,55
Stearat (C18)	2,54	19,1	0,78	2,4	2,84	2,41	2,53	1,46	10,9
Asam Lemak Tidak Jenuh:									
Oleat (C18:1)	10,6	1,91	0,02	0,19	0,04	56,4	1,1	2,11	0,88
Linoleat (C18:2)	0,89	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Linolenat (C18:3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Gambar. 2 Komposisi asam lemak RBDPKO, CBS RBDPKO dan CBS komersial

Menurut Tjeng (2012) komposisi asam lemak yang diperoleh tergantung dari kondisi operasi reaksi dan penurunan IV (angka yodium). Melihat dari hasil reaksi yang sudah dilakukan bahwa dengan penurunan IV maka asam lemak jenuh semakin meningkat dan asam lemak tak jenuh semakin menurun.

### 3.6. Profil triasilgliserol (TAG)

Profil TAG yang dimiliki CBS RBDPKO dan CBS komersial yang berasal dari minyak inti sawit yaitu CBS FHPKSt, FHPKO, FHPKOL, PHPKO, CF, dan FHCNO paling banyak didominasi oleh LaLaLa (laurat-laurat-laurat) dan LaLaM (laurat-laurat-miristat). Khusus untuk CBS PHPOL yang berasal dari minyak sawit didominasi TAG POP dan POS sebesar 36,53% dan 31,84% Profil triasilgliserol dapat dilihat pada Tabel 5.

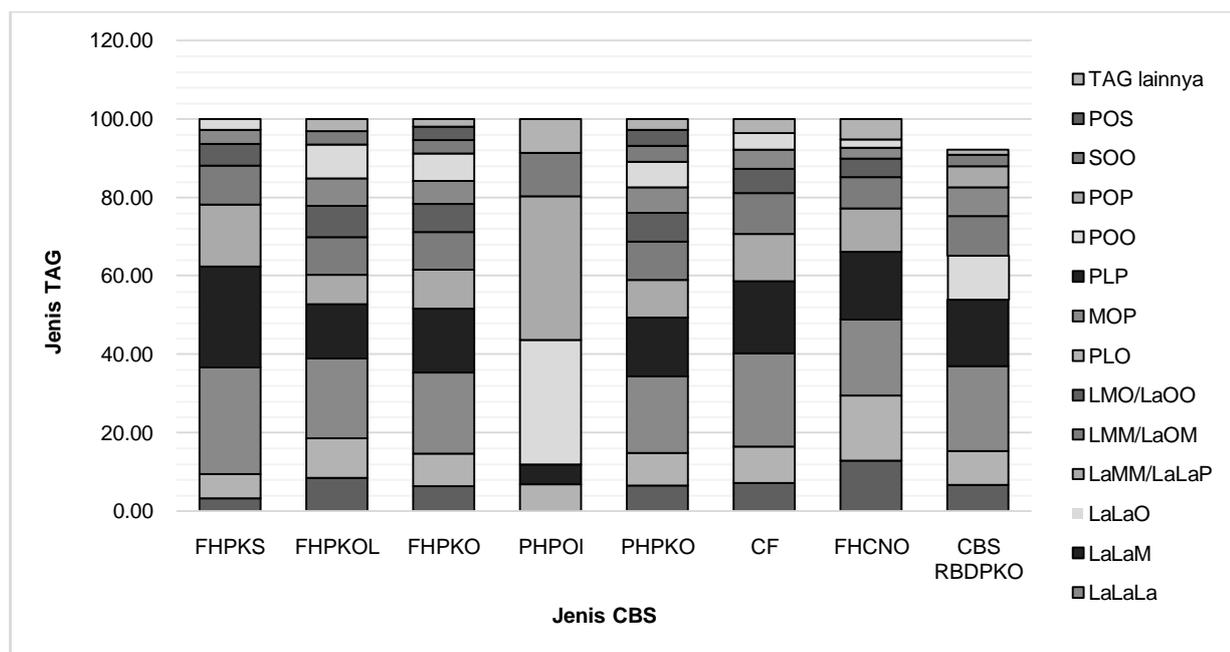
Struktur triasilgliserol (TAG) sangat menentukan karakteristik fisik CBS. Titik leleh TAG dan sifat kristalisasi CBS ditentukan oleh struktur dan posisi

asam lemak didalamnya. Sifat minyak sawit yang semi padat pada suhu kamar disebabkan oleh kandungan fraksi oleo dengan kandungan 2 (dua) asam lemak jenuh (*oleo-disaturated fraction*). Pada minyak sawit juga terkandung pecahan dari TAG yang diketahui sangat mempengaruhi kristalisasi minyak sawit (Wainwright, 1996).

CBS sebagai pengganti CB diharapkan mempunyai karakteristik unik seperti CB yaitu bersifat keras dan rapuh di bawah suhu ruang, tetapi ketika dimakan, CB meleleh sempurna di mulut dengan tekstur *creamy* yang lembut dan sensasi dingin. Karakteristik unik tersebut sebagai konsekuensi dari komposisi triasilgliserol (TAG) CB yang hampir 80% didominasi oleh tiga TAG simetrik, *saturated-unsaturated-saturated* (StUSt), yaitu palmitat-oleat-palmitat (POP, 16,8-19,0%), palmitat-oleat-stearat (POS, 38,0-43,8%) dan stearat-oleat-stearat (SOS, 22,8-30,0%) (Lipp & Anklam, 1998).

Tabel 5  
Profil triasilgliserol (TAG) RBDPKO, CBS RBDPKO dan CBS komersial

Jenis TAG	CBS RBDPKO	FHPKSt	FHPKO	FHPKOL	PHPOL	PHPKO	CF	FHCNO
CpLaLa	6,62	3,22	6,3	8,46	-	6,54	7,15	12,85
CaLaLa	8,75	6,24	8,29	10,09	-	8,34	9,31	16,61
LaLaLa	21,67	27,15	20,81	20,41	-	19,51	23,82	19,39
LaLaM	16,9	25,76	16,29	13,72	-	14,95	18,36	17,31
LaLaO	11,27	-	-	-	-	-	-	-
LaMM/LaLaP	-	15,83	9,79	7,57	-	9,64	12,02	10,99
LMM/LaOM	10,05	9,92	9,62	9,64	-	9,75	10,4	8,05
LMO/LaOO	-	5,57	7,25	7,92	-	7,26	6,17	4,65
PLO	-	-	-	-	6,76	-	-	-
MOP	7,29	3,44	5,83	7,02	-	6,48	4,95	2,72
PLP	-	-	-	-	5,07	-	-	-
POO	-	2,87	7,02	8,58	31,84	6,51	4,26	2,21
POP	5,38	-	-	-	36,53	-	-	-
SOO	2,86	-	3,36	3,54	11,13	4,1	-	-
POS	-	-	3,39	-	-	4,09	-	-
TAG lainnya	1,35	-	2,05	3,06	8,67	2,73	3,56	5,22



Gambar.3 Profil triasilgliserol (TAG) RBDPKO, CBS RBDPKO dan CBS komersial

Namun CBS tidak bisa dibandingkan secara langsung dengan CB karena secara alami mempunyai komposisi asam lemak yang berbeda. CBS berasal dari minyak kelapa atau minyak inti sawit yang dihidrogenasi, mempunyai sifat kimia berbeda dan tidak kompatibel dengan CB, namun mempunyai sifat fisik hampir sama dengan CB, stabilitas dan tekstur sangat baik, harga murah sehingga sangat populer digunakan dalam pembuatan produk cokelat (Soekopitojo, 2011).

#### 4. Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan, diperoleh Cocoa Butter Substitute (CBS) dari minyak inti sawit (RBDPKO) dengan tekstur, warna dan bau yang mirip dengan CBS dari minyak inti sawit (RBDPKO) komersial, kadar air 0,07%, bebas kotoran, *Slip Melting Point* 34°C, bilangan Iod 2,16 gram Iod/100 g, asam lemak bebas 0,61%, zero trans fatty acid, profil Solid Fat Content (SFC) pada suhu 15°C (92,31%), 20°C (82,4%), 25°C (65,54%), 30°C (19,17%), 35°C (6,62%) dan 40°C (1,8%) terjadi perubahan kandungan asam stearat, asam oleat dan asam linoleat, serta mempunyai profil triasilgliserol (TAG) yang serupa dengan CBS komersial lainnya.

#### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BBIA yang telah membiayai penelitian ini pada tahun 2013, melalui DIPA BBIA.

#### Daftar Pustaka

- American Oil Chemists Society. (2011). *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*. 4th ed. Champaign, IL: American Oil Chemists' Society.
- Ayustaningwarno, F. (2012). Proses pengolahan dan aplikasi minyak sawit merah pada industri pangan. *Vitasphere*, 2, 1-11.
- Berger, K. G., & Idris, N. A. (2005). Formulation of zero-trans acid shortenings and margarines and other food fats with products of the oil palm. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(11), 775-782. doi:10.1007/s11746-005-1143-9.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7709:2012 Minyak goreng sawit*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Farag, R. S., El-Agaimy, M. A. S., & Hakeem, B. S. A. El. (2010). Effects of Mixing Canola and Palm Oils with Sunflower Oil on the Formation of Trans Fatty Acids during Frying. *Food and Nutrition Sciences*, 01(01), 24-29. doi:10.4236/fns.2010.11005.
- Gunstone, F.D. (2002). Food Applications of Lipids. Di dalam C.C. Akoh, and D.B. Min (ed). *Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. edke-2. Newyork: Marcel Dekker.
- Hariyadi, P. (2009). High grade specialty fats dari sawit, sky is the limit. *Jurnal Info Sawit*, 41-43.
- Haryadi & Supriyanto. (2012). *Teknologi Cokelat*. Yogyakarta: Gajah mada University Press.
- Hasibuan, H.A. (2009). *Perolehan Kembali Nikel dari Katalis Nikel Terpakai (Spent Catalyst) Pasca Proses Hidrogenasi Minyak Sawit dengan Proses Pelindian (Leaching) Asam Sulfat*. Tesis. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ketaren, S. (2005). *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Lida, H. M. D. N., & Ali, A. R. M. (1998). Physico-chemical characteristics of palm-based oil blends for the production of reduced fat spreads. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(11), 1625-1631. doi:10.1007/s11746-998-0103-y.
- Lipp, M., & Anklam, E. (1998). Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate—Part B. Analytical approaches for identification and determination. *Food Chemistry*, 62(1), 99-108. doi:10.1016/S0308-8146(97)00161-1.

- List, G. R., Jackson, M., Eller, F., & Adlof, R. O. (2007). Low trans Spread and Shortening Oils via Hydrogenation of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(6), 609–612. doi:10.1007/s11746-007-1082-0.
- Sarma, P. V. V. R., Sailaja, B. B. V, Rao, T. A. S., & Rao, G. N. (2011). Physico chemical studies on texturized and partially hydrogenated RBD palm oil samples, *Annals of Biological Research*, 2(4), 439–446.
- Setiawan, A. (2007). *Pengaruh Mutu Raw Material Minyak Terhadap Mutu dan Formulasi Produk Cake Margarin di Pabrik SCC&C dan PT Unilever Indonesia, Tbk, Cikarang*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Siahaan, D & Hasibuan, H.A. (2012). Optimasi hidrogenasi minyak inti sawit skala 100kg/batch dan rafinasi cocoa butter substitute yang dihasilkan. Prosiding InSINas.
- Soekopitojo, S. (2011). Cocoa butter substitutes dalam formulasi cooking chocolate untuk industri jasa boga. *Kulinologi Indonesia*, 3, 30-35.
- Tjeng, M. (2011). *Perbandingan Kandungan Lemak Trans pada Pembuatan Coating Fat dari Minyak Inti Sawit Melalui Reaksi Hidrogenasi Parsial, Interesterifikasi dan Metode Blending*. Disertasi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wainwright, R.E. (1996). Oils and Fats in Confection. Di dalam Y.H. Hui (ed.) *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Ed ke-5 Volume 3. Edible Oil and Fat Products: Products and Application Technology. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Winarno, F. G., Fardiaz, S, & D. Fardiaz. (1980). *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta :P.T. Gramedia.