

## SIFAT FISIKA KIMIA CAMPURAN MINYAK DARI MINYAK SAWIT MERAH MURNI DENGAN MINYAK ZAITUN, MINYAK JAGUNG, MINYAK KEDELAI ATAU MINYAK BUNGA MATAHARI

### PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF OIL MIXTURES FROM VIRGIN RED PALM OIL WITH OLIVE OIL, CORN OIL, SOYBEAN OIL OR SUNFLOWER OIL

Hasrul Abdi Hasibuan dan Adi Priyanto<sup>1</sup>

**Abstrak** Minyak sawit merah murni (*virgin red palm oil*, VRPO) merupakan minyak mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh seimbang, serta senyawa bioaktif tinggi (seperti karoten, tokoferol dan tokotrienol). Sementara itu, minyak zaitun (*olive oil*, OO), minyak jagung (*corn oil*, CO), minyak kedelai (*soybean oil*, SBO) dan minyak bunga matahari (*sunflower oil*, SFO) merupakan minyak mengandung asam lemak tak jenuh tinggi. Pencampuran dua atau lebih jenis minyak dapat menghasilkan minyak sehat dengan profil asam lemak, stabilitas oksidatif dan senyawa bioaktif yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji karakteristik campuran VRPO dengan OO, CO, SBO, atau SFO pada rasio berat 100:0-0:100 meliputi kadar asam lemak bebas, karoten dan vitamin E, komposisi asam lemak, bilangan iodin, titik leleh, dan kandungan lemak padat. Peningkatan jumlah VRPO meningkatkan kadar asam palmitat, karoten dan vitamin e, titik leleh dan kandungan lemak padat. Peningkatan jumlah OO, CO, SBO, atau SFO menurunkan kadar asam lemak bebas dan meningkatkan bilangan iodin. Campuran VRPO dengan CO, SBO, atau SFO menghasilkan minyak sehat dengan rasio asam lemak jenuh: asam lemak tak jenuh tunggal: asam lemak tak jenuh ganda mendekati 1:1,5:1,0. Campuran VRPO dengan OO juga menghasilkan

minyak sehat dengan rasio asam linoleat: asam linolenat sebesar 5-10:1. Campuran-campuran minyak tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku untuk minyak goreng, *baking shortening* dan margarin yang kaya senyawa bioaktif.

**Kata kunci:** minyak sawit merah murni, minyak sehat, minyak goreng, margarin, shortening

**Abstract** *Virgin red palm oil (VRPO) is an oil contains balanced saturated and unsaturated fatty acids and high bioactive compounds (such as carotene, tocopherol, and tocotrienol). Meanwhile, olive oil (OO), corn oil (CO), soybean oil (SBO), and sunflower oil (SFO) are oils contain high unsaturated fatty acids. Blending two or more types of oil can produce healthy oil with a desired fatty acid profile, oxidative stability, and bioactive compounds. This research was conducted to examine the characteristics of a mixture of VRPO with OO, CO, SBO, or SFO at a weight ratio of 100:0 - 0:100 including free fatty acid, carotene and vitamin E content, fatty acids composition, iodine value, melting point and solid fat content. Increasing the amount of VRPO increased palmitic acid, carotene and vitamin e content, melting point, and solid fat content. Enhancing the amount of OO, CO, SBO or SFO decreased free fatty acid content and increased iodine value. The mixture of VRPO with CO, SBO or SFO produced healthy oils with a ratio of saturated fatty acids: monosaturated fatty acids: polyunsaturated fatty acids close to 1:1.5:1. The mixture of VRPO with OO also produced healthy oil with a ratio of linoleic acid: linolenic acid of 5-10:1. The oil mixtures can be*

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Hasrul Abdi Hasibuan (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: hasibuan\_abdi@yahoo.com

<sup>1</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

*used as cooking oil, baking shortening and margarine that rich bioactive compounds.*

**Keywords:** *virgin red palm oil, healthy oil, cooking oil, margarine, shortening*

## PENDAHULUAN

Minyak nabati merupakan salah satu sumber utama lemak dalam makanan, namun tidak ada minyak nabati tunggal yang memiliki komposisi asam lemak, stabilitas oksidatif dan sifat fungsional yang diinginkan. Perubahan komposisi asam lemak dan distribusinya dapat meningkatkan fungsionalitas minyak melalui modifikasi seperti pencampuran, fraksinasi, interesterifikasi, hidrogenasi atau kombinasinya. Pencampuran merupakan cara sederhana dan murah untuk menghasilkan minyak dengan fungsionalitas yang diinginkan, seperti profil asam lemak seimbang, stabilitas tinggi, dan kaya senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Dhyani *et al.*, 2018). Pengembangan sifat fungsional minyak dapat dikaitkan dengan minyak sehat. Berdasarkan *World Health Organization* (WHO, 2008), minyak sehat memiliki karakteristik meliputi rasio asam lemak jenuh (*saturated fatty acid/SFA*): tak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acid/MUFA*): tak jenuh ganda (*polyunsaturated fatty acid/PUFA*) sebesar 1:1,5:1, rasio asam lemak esensial (asam linoleat: asam linolenat) sebesar 5-10:1, dan adanya antioksidan (Dhyani *et al.*, 2018).

Salah satu minyak nabati yang luas digunakan pada produk pangan adalah minyak sawit (Mba *et al.*, 2015). Minyak sawit mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh seimbang (Hasibuan dan Siahaan, 2013). Setiap minyak nabati memiliki performa berbeda jika digunakan sebagai media penggorengan. Minyak sawit lebih stabil selama penggorengan berulang dibandingkan minyak kedelai (Fernández-Cedih *et al.*, (2012); Said *et al.*, 2013) dan minyak zaitun (Romano *et al.*, 2012). Hashem *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa campuran minyak yang mengandung olein sawit meningkatkan stabilitas oksidatif minyak kedelai dan minyak bunga matahari selama penggorengan. Minyak sawit dapat dicampur dengan minyak nabati lainnya untuk meningkatkan stabilitas minyak nabati, seperti minyak kedelai (Hashem *et al.*, 2017), minyak

kacang (Delisle, 2017), minyak bunga matahari (Hashem *et al.*, 2017), minyak jagung, minyak wijen atau minyak dedak padi (Azimah *et al.*, 2017), minyak kanola, minyak zaitun dan minyak inti *Bene* (Sharayei and Farhoosh, 2015). Di samping itu, Reena *et al.* (2009) melaporkan pencampuran antara minyak sawit dengan minyak dedak padi atau minyak wijen menghasilkan minyak sehat, yang mengandung SFA/ MUFA/ PUFA pada rasio 1:1:1 hingga 1:2:1.

Pencampuran dua atau lebih jenis minyak nabati dapat digunakan sebagai lemak untuk minyak goreng, shortening dan margarin. Minyak sawit, utamanya stearin sawit, paling umum digunakan sebagai lemak *hard stock* (Miskandar and Nor Aini, 2010) untuk margarin dan shortening. Pencampuran dengan minyak cair mengandung PUFA (seperti minyak bunga matahari, minyak kedelai atau lainnya) tetap diperlukan untuk memberikan plastisitas. Masuchi *et al.* (2014) mencampurkan minyak bunga matahari tinggi asam oleat dengan minyak sawit terhidrogenasi penuh untuk margarin meja, pengisi biskuit dan margarin *puff pastry*. Selain itu, campuran minyak kedelai dengan diasilgliserol minyak sawit dapat digunakan sebagai bahan baku margarin (Ong *et al.*, 2019). Pencampuran minyak yang dikombinasikan dengan interesterifikasi juga dapat menghasilkan margarin dan shortening. Soares *et al.* (2012) membuat margarin dan shortening melalui interesterifikasi campuran stearin sawit, minyak kelapa dan minyak kanola. Ruan *et al.* (2014) memformulasi margarin melalui interesterifikasi campuran minyak *Camellia*, stearin sawit dan minyak kelapa. Lakum and Sonwai (2018) melakukan interesterifikasi campuran minyak kedelai, stearin sawit dan stearin minyak kelapa untuk margarin.

Minyak sawit merah (MSM) (seperti MSM murni (*virgin red palm oil*, VRPO) dan MSM yang diolah dari *crude palm oil* (CPO)) merupakan minyak yang mengandung senyawa bioaktif tinggi. Senyawa bioaktif yang dikandung minyak sawit meliputi karoten 500-700 ppm, tokoferol 500-600 ppm, tokotrienol 1000-1200 ppm, fitosterol 326-527 ppm, fosfolipid 5-130 ppm, squalene 200-500 ppm, ubiquinone 10-80 ppm, alifatik alkohol 100-200 ppm, triterpen alkohol 40-80 ppm, metil sterol 40-80 ppm dan alifatik

hidrokarbon 50 ppm (Mba *et al.*, 2015). Namun, senyawa bioaktif seperti karoten, tokoferol dan tokotrienol belum dimanfaatkan secara optimal, padahal mereka bermanfaat untuk kesehatan. Karoten berfungsi mengurangi radikal bebas, menurunkan masalah kurang vitamin A (Pignitter *et al.*, 2016). Vitamin E (tokoferol dan tokotrienol) memiliki aktivitas sebagai *hypochloesterolemic*, *anti-inflammatory*, antikanker, antioksidan, *neuroprotective*, proteksi kulit dan kesehatan tulang (Qureshi *et al.*, 2018). Tokotrienol juga berpotensi dalam pencegahan penyakit neurodegeneratif (Musa *et al.*, 2017).

Minyak sawit dari buah kelapa sawit telah dikonsumsi langsung sebagai bahan dalam pembuatan makanan olahan di Afrika (Mba *et al.*, 2015; Cassidy, 2017). Sebagai media penggorengan, MSM menghasilkan produk gorengan kaya karoten dan vitamin E (Delisle, 2017; Hasibuan dan Ijah, 2018). Sebagai minyak goreng, MSM dapat dicampur dengan minyak nabati lain seperti minyak kacang (Delisle, 2017), minyak kelapa atau minyak inti sawit (Hasibuan dan Ijah, 2018), dan olein minyak inti sawit (Ulfah *et al.*, 2016). Mba *et al.*, (2018) juga mencampurkan minyak sawit dengan minyak kanola sebagai minyak goreng. Selain sebagai minyak goreng, MSM dapat digunakan sebagai sumber lemak dalam pembuatan shortening dan margarin (Hasibuan dan Hardika, 2015; Hasibuan *et al.*, 2018), serta nugget ayam (Nurkhuzaiah *et al.*, 2015a; 2015b). Konsumsi MSM tidak mengakumulasi asam lemak jenuh di hati, berpotensi mengurangi kadar kolesterol jahat, dan membantu menurunkan resiko aterosklerosis dan penyakit terkait lainnya (Ayeleso *et al.*, 2012).

Minyak nabati kaya asam lemak tak jenuh tinggi sangat rentan terhadap oksidasi (Pignitter *et al.*, 2016). Pencampurannya dengan VRPO (yang belum optimal dimanfaatkan) dapat menghasilkan minyak sehat dengan profil asam lemak, stabilitas oksidatif dan senyawa bioaktif yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji karakteristik mutu dan sifat fisiko kimia campuran VRPO sebagai sumber SFA dan senyawa bioaktif pada minyak nabati seperti minyak zaitun, minyak jagung, minyak kedelai dan minyak bunga matahari. Campuran minyak yang dihasilkan diharapkan berupa minyak sehat yang dapat diaplikasikan pada produk pangan seperti minyak goreng, margarin, dan *shortening*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah minyak sawit merah murni (*virgin red palm oil*, VRPO) yang diekstraksi dari buah kelapa sawit. Minyak zaitun (*olive oil*, OO), minyak jagung (*corn oil*, CO), minyak kedelai (*soybean oil*, SBO), dan minyak bunga matahari (*sunflower oil*, SFO) diperoleh dari supermarket di kota Medan. Bahan-bahan kimia seperti n-heksana, metanol, triflorobromida, natrium hidroksida, metanol, indikator fenolftalen, natrium tiosulfat dan alkohol teknis dari E. Merck (Jerman). Alat yang digunakan, yaitu seperangkat alat sterilisasi sederhana untuk pembuatan VRPO, neraca analitik, *hot plate*, penangas air dan *water bath*. Instrumen untuk analisa meliputi kromatografi gas (Shimadzu, Jepang), *high performance liquid chromatography* (Shimadzu, Jepang), spektrofotometer uv-vis (Shimadzu, Jepang), dan *nuclear magnetic resonance* (NMR mqone, Bruker, Jerman).

### Persiapan VRPO

VRPO dihasilkan melalui ekstraksi dari tandan buah segar (TBS) tepat matang (buah berwarna kemerahan dan jumlah berondolan di piringan sebanyak 1-3 butir) dari tanaman kelapa sawit berjenis Tenera. TBS dibersihkan dan disterilisasi menggunakan uap air mendidih selama 2 jam. Buah dipisahkan dari spikelet dan mesokarp dipisahkan dari biji. Mesokarp di-*press* menggunakan alat press kemudian minyak dipisahkan dengan cara sentrifugasi (4000 rpm selama 5 menit).

### Pencampuran VRPO dengan minyak nabati

Pembuatan campuran VRPO dan OO dibuat menggunakan rancangan percobaan acak lengkap kelompok (RAK) satu faktor dengan 11 taraf rasio berat, yaitu 100:0; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60; 30:70; 20:80; 10:90 dan 0:100. Campuran minyak dihomogenisasi dengan pemanasan pada 50 °C sambil diaduk pada 250 rpm selama 15 menit. Hal yang sama juga dilakukan pada pembuatan campuran VRPO dengan CO, SBO atau SFO. Campuran minyak dianalisa mutu dan sifat fisiko kimianya meliputi kadar asam lemak bebas (ALB), karoten dan vitamin E, komposisi asam lemak, bilangan iodin, titik leleh dan kandungan lemak padat.

### Kadar ALB

Kadar ALB ditentukan dengan mengadopsi prosedur AOCS *Official Method* Ca 5a-40 (2005). Sampel ditimbang dan ditambahkan etanol netral yang telah dipanaskan pada 50°C dan ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein 1%. Campuran dititrasikan menggunakan KOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama 30 detik. Kadar ALB dihitung berdasarkan kadar asam lemak tertinggi dari setiap campuran meliputi asam palmitat, asam oleat atau asam linoleat.

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{N \text{ KOH} \times \text{ml KOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{\text{Berat Contoh}}$$

### Kadar Karoten

Kadar karoten ditentukan dengan mengadopsi prosedur MPOB *Test Method* p.2.6. (2004). Sampel ditimbang sebanyak 0,1 g ke dalam labu takar 25 mL dan ditambahkan n-heksana sampai tanda batas. Absorbansi dari campuran diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 446 nm.

$$\text{Kadar karoten (ppm)} = \frac{25 \times A \times 383}{W \times 100}$$

### Kadar Vitamin E

Kadar vitamin E merupakan total dari kadar tokoferol dan tokotrienol yang ditentukan menggunakan *high performance liquid chromatography* (HPLC) (Shimadzu, Jepang) yang dilengkapi kolom C18. Prosedur analisa yang digunakan merupakan modifikasi dari metode standar AOCS (2005). Sebanyak 2 g sampel dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL dan ditambahkan n-heksana sampai tanda batas. Sebanyak 2 mL dari larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL dan ditambahkan metanol sampai tanda batas. Campuran di-vortex selama 1 menit kemudian disentrifugasi (4000 rpm selama 20 menit). Sebanyak 20 µL sampel diinjeksikan ke dalam alat HPLC. Kadar masing-masing tokoferol dan tokotrienol ditentukan dengan persamaan yang dihasilkan dari kurva kalibrasi.

### Komposisi Asam Lemak dan Bilangan Iodin

Komposisi asam lemak ditentukan menggunakan prosedur AOCS *Official Method* Ce

1b-89 (2005). Sampel ditimbang 0,025 gram, ditambah 1,5 mL NaOH dalam metanol 0,5 N, diaduk menggunakan vortex selama 1 menit, dan dipanaskan dalam penangas air pada 100°C selama 5 menit. Campuran didinginkan hingga suhu kamar, ditambah 2 mL BF<sub>3</sub>, diaduk menggunakan vortex selama 1 menit dan dipanaskan kembali pada suhu 100 °C selama 30 menit. Campuran didinginkan hingga suhu 30-40 °C, ditambah 1 mL isooktana, diaduk menggunakan vortex selama 1 menit. Campuran ditambah 5 mL NaCl jenuh dan diaduk menggunakan vortex. Lapisan isooktana dipisahkan dan dipindahkan ke dalam vial, lalu diinjeksikan sebanyak 0,1 µL ke dalam kromatografi gas yang dilengkapi dengan kolom DB-23. Kondisi parameter operasi kromatografi gas adalah suhu detektor 260°C, suhu injektor 260°C. Temperatur oven awalnya 70°C, kemudian dinaikkan sebesar 20 °C/menit hingga 180 °C, kemudian naik 1 °C/menit hingga 182 °C, kemudian naik 10 °C/menit hingga 220 °C dan ditahan selama 2 menit. Bilangan iodin dihitung menggunakan persamaan (AOCS, 2005):

$$\text{Bilangan iodin} = (\% \text{ C16:1} \times 0,9976) + (\% \text{ C18:1} \times 0,8986) + (\% \text{ C18:2} \times 1,810) + (\% \text{ C18:3} \times 2,735) + (\% \text{ C20:1} \times 0,8175) + (\% \text{ C22:1} \times 0,7497)$$

### Titik Leleh

Titik leleh ditentukan menggunakan prosedur AOCS *Official Method* Ce 1 – 25 (2005). Sampel dicairkan dan dimasukkan ke dalam pipa kapiler (3 buah pipa) setinggi 1 cm dari bawah pipa kemudian dibekukan selama 16 jam. Sampel ditentukan titik lelehnya menggunakan beaker glass yang telah berisi air bersuhu 8-10 °C di bawah titik leleh sampel dan suhu air dipanaskan perlahan-lahan (dengan kenaikan 0,5-1 °C/menit) dengan pengadukan (*magnetic stirrer*). Pemanasan dilanjutkan dan suhu diamati dari saat contoh meleleh sampai naik pada tanda batas merupakan suhu titik leleh sampel. Titik leleh dihitung berdasarkan rata-rata suhu dari kedua sampel yang diamati.

### Kandungan Lemak Padat

Kandungan lemak padat ditentukan dengan menggunakan prosedur AOCS *Official Method* Cd 16b-93 (2005). Sampel dicairkan dan dimasukkan ke dalam tabung analisa kandungan lemak padat sekitar 4±1 cm. Tabung dipanaskan dalam *waterbath* pada 100 °C selama 15 menit lalu

dipindahkan ke *waterbath* bersuhu 60 °C selama 5 menit dan dipindahkan ke *waterbath* bersuhu 0 °C selama 15 menit. Tabung dipindahkan ke *waterbath* pada suhu 10, 20, 25, 30, 35, dan 40 °C selama 30-35 menit. Kandungan lemak padat ditentukan menggunakan alat *nuclear magnetic resonance* (NMR) dengan metode non *StabAOCS method*.

### Analisis Data

Analisis statistik dari data yang dihasilkan dari rancangan percobaan acak kelompok dengan satu faktor dengan 11 taraf rasio berat dilakukan menggunakan IBM SPSS 22. *One way analysis of variance* (ANOVA) dilakukan untuk penentuan perbedaan dalam sampel ketika nilai F untuk ANOVA signifikan, perbedaan diantara rata-rata ditentukan menggunakan Duncan *multiplerange test* (DMRT) ( $p < 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar ALB

Kadar ALB VRPO yang dihasilkan dari TBS sebesar 1,87%, nilai ini relatif lebih rendah dibandingkan rata-rata kadar ALB CPO Indonesia yaitu 3,94% (Hasibuan, 2012). Kadar ALB campuran minyak berbeda nyata pada rasio 10:90-90:10. Kadar ALB semakin rendah seiring peningkatan jumlah OO, CO, SBO atau SFO (Tabel 1). Meskipun kadar ALB pada campuran minyak relatif tinggi, campuran minyak masih

dapat diaplikasikan sebagai minyak goreng. Pada penelitian sebelumnya, Hasibuan (2016) melaporkan bahwa kadar ALB campuran MSM dengan minyak goreng sawit tidak berubah signifikan selama 5 kali penggorengan berulang. Dalam penelitian lain, Hasibuan dan Ijah (2018) juga melaporkan kadar ALB campuran MSM: minyak kelapa (kadar ALB awal 0,58%) tidak berubah signifikan selama 10 kali penggorengan kentang secara berulang.

### Kadar Karoten dan Vitamin E

Kadar karoten VRPO sebesar 486 ppm, sementara OO, CO, SBO, dan SFO, masing-masing adalah 14, 6, 1, dan 9 ppm. Kadar karoten yang dikandung VRPO berada pada kisaran rata-rata kadar karoten CPO Indonesia yaitu 420 ppm (138-611 ppm) (Hasibuan, 2012). Kadar karoten pada minyak sawit sangat dipengaruhi oleh varietas tanaman, kematangan tandan buah sawit dan proses pengolahan buah sawit. Campuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO memiliki kadar karoten berbeda nyata pada rasio 90:10-10:90. Kadar karoten semakin rendah seiring peningkatan jumlah OO, CO, SBO, atau SFO (Tabel 1). Ulfah *et al.* (2016) melaporkan kadar karoten pada campuran MSM dengan fraksi olein minyak inti sawit pada rasio 100:10-10:100 sebesar 99,181-674, 408 ppm. Sementara itu, Hasibuan dan Ijah (2018) melaporkan kadar karoten pada campuran MSM dengan minyak inti sawit atau minyak kelapa pada rasio 80:20

Tabel 1. Kadar ALB, kadar karoten dan kadar vitamin E campuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO  
Table 1. FFA content, carotene content and vitamin E content of oil mixtures of VRPO with OO, CO, SBO or SFO

Rasio (% b/b)	Kadar ALB (%)				Kadar karoten (ppm)				Kadar vitamin E (ppm)			
	VRPO: OO	VRPO: CO	VRPO: SO	VRPO: SFO	VRPO: OO	VRPO: CO	VRPO: SO	VRPO: SFO	VRPO: OO	VRPO: CO	VRPO: SO	VRPO: SFO
100/0	1,87 <sup>i</sup>	1,87 <sup>k</sup>	1,87 <sup>j</sup>	1,87 <sup>i</sup>	486 <sup>k</sup>	486 <sup>k</sup>	486 <sup>k</sup>	486 <sup>k</sup>	938 <sup>k</sup>	938 <sup>k</sup>	938 <sup>k</sup>	938 <sup>k</sup>
90/10	1,76 <sup>h</sup>	1,66 <sup>j</sup>	1,62 <sup>i</sup>	1,66 <sup>h</sup>	476 <sup>j</sup>	444 <sup>j</sup>	443 <sup>j</sup>	443 <sup>j</sup>	813 <sup>j</sup>	830 <sup>j</sup>	727 <sup>j</sup>	711 <sup>j</sup>
80/20	1,76 <sup>h</sup>	1,65 <sup>j</sup>	1,55 <sup>h</sup>	1,55 <sup>g</sup>	416 <sup>j</sup>	385 <sup>j</sup>	392 <sup>j</sup>	395 <sup>j</sup>	421 <sup>i</sup>	742 <sup>i</sup>	683 <sup>j</sup>	823 <sup>j</sup>
70/30	1,76 <sup>h</sup>	1,55 <sup>j</sup>	1,55 <sup>h</sup>	1,55 <sup>g</sup>	380 <sup>h</sup>	338 <sup>h</sup>	348 <sup>h</sup>	345 <sup>h</sup>	704 <sup>h</sup>	709 <sup>h</sup>	651 <sup>h</sup>	704 <sup>h</sup>
60/40	1,55 <sup>g</sup>	1,45 <sup>g</sup>	1,45 <sup>g</sup>	1,45 <sup>f</sup>	326 <sup>g</sup>	293 <sup>g</sup>	293 <sup>g</sup>	302 <sup>g</sup>	565 <sup>g</sup>	583 <sup>g</sup>	541 <sup>g</sup>	722 <sup>g</sup>
50/50	1,45 <sup>f</sup>	1,35 <sup>f</sup>	1,44 <sup>f</sup>	1,45 <sup>f</sup>	273 <sup>f</sup>	248 <sup>f</sup>	249 <sup>f</sup>	243 <sup>f</sup>	550 <sup>f</sup>	573 <sup>f</sup>	640 <sup>f</sup>	638 <sup>f</sup>
40/60	1,37 <sup>e</sup>	1,24 <sup>e</sup>	1,36 <sup>e</sup>	1,35 <sup>e</sup>	228 <sup>e</sup>	203 <sup>e</sup>	213 <sup>e</sup>	192 <sup>e</sup>	409 <sup>e</sup>	510 <sup>e</sup>	489 <sup>e</sup>	649 <sup>e</sup>
30/70	1,35 <sup>d</sup>	1,03 <sup>d</sup>	1,23 <sup>d</sup>	1,24 <sup>d</sup>	166 <sup>d</sup>	145 <sup>d</sup>	149 <sup>d</sup>	148 <sup>d</sup>	275 <sup>d</sup>	437 <sup>d</sup>	401 <sup>d</sup>	477 <sup>d</sup>
20/80	0,93 <sup>c</sup>	0,93 <sup>c</sup>	1,14 <sup>c</sup>	1,14 <sup>c</sup>	117 <sup>c</sup>	116 <sup>c</sup>	101 <sup>c</sup>	99 <sup>c</sup>	279 <sup>c</sup>	182 <sup>c</sup>	593 <sup>c</sup>	487 <sup>c</sup>
10/90	0,62 <sup>b</sup>	0,41 <sup>b</sup>	1,04 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	63 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>	224 <sup>b</sup>	296 <sup>b</sup>	359 <sup>b</sup>	418 <sup>b</sup>
0/100	0,31 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	136 <sup>a</sup>	220 <sup>a</sup>	246 <sup>a</sup>	365 <sup>a</sup>

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%  
Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

masing-masing sebesar 209 ppm dan 202 ppm. Pada penelitian ini, pada rasio 80:20 campuran minyak memiliki kadar karoten masing-masing sebesar 416 ppm (VRPO: OO), 385 ppm (VRPO: CO), 392 ppm (VRPO: SBO), dan 395 ppm (VRPO: SFO).

Kadar vitamin E (total tokoferol dan tokotrienol) VRPO (938 ppm) lebih tinggi dibandingkan OO (136 ppm), CO (220 ppm), SBO (246 ppm) dan SFO (365 ppm). Berdasarkan literatur, kadar total tokoferol dan tokotrienol pada minyak sawit, OO, CO, SBO dan SFO masing-masing adalah  $240 \pm 60$  ppm;  $560 \pm 140$  ppm,  $110 \pm 40$  ppm;  $89 \pm 89$  ppm,  $1477 \pm 183$  ppm;  $355 \pm 355$  ppm,  $1293 \pm 300$  ppm;  $86 \pm 86$  ppm, dan  $738 \pm 82$  ppm;  $270 \pm 270$  ppm (O'brien, 2004). Campuran antara VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO memiliki kadar vitamin E berbeda nyata pada rasio 90:10-10:90. Semakin tinggi jumlah VRPO, kadar vitamin E pada campuran semakin tinggi (Tabel 1).

Mba *et al.* (2018) melaporkan campuran CPO dengan minyak kanola yang digunakan untuk menggoreng kentang menunjukkan bahwa karotenoid merupakan senyawa bioaktif yang paling diserap diikuti oleh tokotrienol dan tokoferol. Selain itu, produk kentang goreng menyerap lebih sedikit minyak (Mba *et al.*, 2018). Selama penggorengan, karoten bertindak sebagai antioksidan untuk melindungi tokoferol dan tokotrienol. Tokoferol dan tokotrienol dapat meregenerasi karoten dari bentuk teroksidasi. Namun, pada kondisi aerobik, karoten tidak melindungi lemak atau tokoferol dan tokotrienol terhadap oksidasi tetapi bertindak sebagai prooksidan (Yi *et al.*, 2011).

### Bilangan Iodin

Bilangan iodin VRPO sebesar 51,25, nilai ini berada pada kisaran bilangan iodin CPO Indonesia yaitu 48,56-55,0 (Hasibuan, 2012). Campuran antara VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO memiliki bilangan iodin berbeda nyata pada rasio 90:10-10:90 dengan nilai masing-masing adalah 54,44-80,70 (VRPO: OO), 57,72-110,17 (VRPO: CO), 59,65-126,29 (VRPO: SBO), 58,70-124,57 (VRPO: SFO). Bilangan iodin semakin meningkat seiring peningkatan jumlah OO, CO, SBO atau SFO (Tabel 2). Hal ini disebabkan oleh bilangan iodin sangat dipengaruhi oleh jumlah asam lemak tak jenuh pada campuran minyak-minyak tersebut. PUFA memiliki bilangan iodin lebih tinggi dibandingkan MUFA.

### Titik Leleh

Titik leleh VRPO sebesar  $45,0^{\circ}\text{C}$ , nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan titik leleh CPO Indonesia yaitu  $33,2-38,2^{\circ}\text{C}$  (Hasibuan, 2012), namun berada pada kisaran CPO pada umumnya ( $35,5-45,0^{\circ}\text{C}$ ) (O'brien, 2004). Titik leleh pada OO ( $0^{\circ}\text{C}$ ) sementara CO, SBO dan SFO tidak dapat ditentukan menggunakan metode pipa kapiler dikarenakan titik leleh ketiganya  $< 0^{\circ}\text{C}$ , yaitu masing-masing berkisar  $-12$  hingga  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-22$  hingga  $-23^{\circ}\text{C}$ ,  $-18$  hingga  $-20^{\circ}\text{C}$  (O'brien, 2004). Rendahnya titik leleh pada ketiga minyak nabati tersebut dikarenakan tingginya kandungan PUFA seperti asam linoleat. Sementara, OO mengandung asam oleat tinggi sedangkan VRPO mengandung asam palmitat tinggi. Campuran antara VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO menunjukkan titik leleh berbeda nyata pada rasio 90:10-10:90 dengan nilai masing-masing sebesar  $9,0-44,0^{\circ}\text{C}$  (VRPO: OO),  $5,0-43,0^{\circ}\text{C}$  (VRPO: CO),  $3,0-43,0^{\circ}\text{C}$  (VRPO: SBO) dan  $<0-43,0^{\circ}\text{C}$  (VRPO: SFO). Titik leleh pada campuran semakin rendah seiring peningkatan jumlah OO, CO, SBO atau SFO (Tabel 2).

### Komposisi Asam Lemak

Komposisi asam lemak VRPO: OO, VRPO:CO, VRPO: SBO, dan VRPO: SFO disajikan masing-masing pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6. Asam lemak dominan pada VRPO adalah asam palmitat dan asam oleat sedangkan pada OO adalah asam oleat. Sementara itu, asam lemak utama pada CO, SBO, dan SFO adalah asam linoleat diikuti asam oleat. Rasio PUFA/SFA pada VRPO, OO, CO, SBO dan SFO, masing-masing adalah 0,23, 0,46, 2,53, 3,94, dan 6,12. Rasio SFA/MUFA/PUFA pada VRPO, OO, CO, SBO, dan SFO, masing-masing adalah 1:0,55:0,23; 1:6;15:0,46; 1:2;17:2,53; 1:1,81:3,94; dan 1:3,84:6,12. Rasio asam lemak esensial (asam linoleat: asam linolenat) pada VRPO, OO, CO, SBO, dan SFO masing-masing adalah 2,5:1, 14,4:1, 0,9:1, 0,5:1, 0,6:1. Dari data-data tersebut menunjukkan bahwa kelima minyak nabati tersebut belum memenuhi kriteria WHO (2008) sebagai minyak sehat yaitu rasio SFA/MUFA/PUFA sebesar 1:1,5:1, dan rasio asam linoleat: asam linolenat sebesar 5-10:1.

Pencampuran minyak dapat meningkatkan stabilitas oksidatif minyak yang mengandung MUFA dan PUFA (Ramli *et al.*, 2014). Pencampuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO dapat menghasilkan minyak mengandung

Tabel 2. Bilangan iodin dan titik leleh campuran VRPO dengan OO, CO, SBO, atau SFO  
 Table 2. Iodine value and melting point of oil mixtures of VRPO with OO, CO, SBO, or SFO

Rasio (% b/b)	Bilangan iodin				Titik leleh (°C)			
	VRPO: OO	VRPO: CO	VRPO: SO	VRPO: SFO	VRPO: OO	VRPO: CO	VRPO: SO	VRPO: SFO
100/0	51,25 <sup>a</sup>	51,25 <sup>a</sup>	51,25 <sup>a</sup>	51,25 <sup>a</sup>	45,0 <sup>k</sup>	45,0 <sup>k</sup>	45,0 <sup>k</sup>	45,0 <sup>h</sup>
90/10	54,44 <sup>b</sup>	57,72 <sup>b</sup>	59,65 <sup>b</sup>	58,70 <sup>b</sup>	44,0 <sup>i</sup>	43,0 <sup>i</sup>	43,0 <sup>i</sup>	43,0 <sup>g</sup>
80/20	57,78 <sup>c</sup>	64,02 <sup>c</sup>	67,38 <sup>c</sup>	67,28 <sup>c</sup>	43,0 <sup>i</sup>	41,0 <sup>i</sup>	42,0 <sup>i</sup>	40,0 <sup>f</sup>
70/30	61,02 <sup>d</sup>	64,18 <sup>d</sup>	75,38 <sup>d</sup>	75,79 <sup>d</sup>	42,0 <sup>h</sup>	32,0 <sup>h</sup>	41,0 <sup>h</sup>	36,0 <sup>e</sup>
60/40	64,37 <sup>e</sup>	77,12 <sup>e</sup>	83,97 <sup>e</sup>	83,59 <sup>e</sup>	40,0 <sup>g</sup>	29,0 <sup>g</sup>	40,0 <sup>g</sup>	28,0 <sup>d</sup>
50/50	67,84 <sup>f</sup>	83,23 <sup>f</sup>	92,07 <sup>f</sup>	91,74 <sup>f</sup>	38,0 <sup>f</sup>	26,0 <sup>f</sup>	39,0 <sup>f</sup>	24,0 <sup>c</sup>
40/60	70,89 <sup>g</sup>	90,22 <sup>g</sup>	100,60 <sup>g</sup>	99,78 <sup>g</sup>	35,0 <sup>e</sup>	24,0 <sup>e</sup>	34,0 <sup>e</sup>	17,0 <sup>b</sup>
30/70	74,63 <sup>h</sup>	96,87 <sup>h</sup>	109,40 <sup>h</sup>	108,23 <sup>h</sup>	20,0 <sup>d</sup>	10,0 <sup>d</sup>	28,0 <sup>d</sup>	0,0 <sup>a</sup>
20/80	77,66 <sup>i</sup>	103,30 <sup>i</sup>	117,80 <sup>i</sup>	116,38 <sup>i</sup>	10,0 <sup>c</sup>	6,0 <sup>c</sup>	6,0 <sup>c</sup>	<0
10/90	80,70 <sup>j</sup>	110,20 <sup>j</sup>	126,30 <sup>j</sup>	124,57 <sup>j</sup>	9,0 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>	3,0 <sup>b</sup>	<0
0/100	84,13 <sup>k</sup>	116,50 <sup>k</sup>	134,90 <sup>k</sup>	132,72 <sup>k</sup>	0 <sup>a</sup>	<0 <sup>a</sup>	<0 <sup>a</sup>	<0

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji DMRT 5%  
 Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

asam lemak yang seimbang. Pencampuran dapat merubah komposisi SFA (asam palmitat) dan asam lemak tak jenuh meliputi asam oleat, asam linoleat atau keduanya. Campuran VRPO: CO yang memiliki profil SFA/MUFA/PUFA mendekati 1:1,5:1 adalah pada rasio 60:60, 30:70, dan 20:80, masing-masing adalah 1:1,05:0,96, 1:1,20:1,1, dan 1:1,44:1,55 (Tabel 4). Sedangkan, pada campuran VRPO: SBO yaitu pada rasio 50:50, 40:60, dan 30:70, masing-masing adalah 1:0,81:0,98, 1:0,90:1,25, dan 1:1,02:1,62 (Tabel 5). Sementara itu, campuran VRPO: SFO pada rasio 50:50, 40:60, 30:70, masing-masing adalah 1:1:1,04, 1:1,18:1,36, dan 1:1,45:1,84 (Tabel 6). Dalam penelitian lain, Reena *et al.* (2009) melaporkan rasio SFA/MUFA/PUFA campuran minyak sawit dengan minyak dedak padi atau minyak wijen, masing-masing sebesar 1:1,50:0,88 dan 1:1,23:0,81. Sementara itu, rasio SFA/MUFA/PUFA campuran antara minyak kelapa dengan minyak dedak padi atau minyak wijen, masing-masing sebesar 1:0,99:0,83 dan 1:1,05:1,04.

Berbeda dengan yang lain, campuran VRPO: OO tidak ada yang memiliki rasio SFA/MUFA/PUFA mendekati 1:1,5:1 disebabkan oleh kedua jenis minyak tersebut mengandung PUFA pada kadar rendah. Namun, campuran VRPO: OO dapat menghasilkan campuran minyak sehat yang memiliki rasio asam lemak esensial

(asam linoleat: asam linolenat) sebesar 5-10:1, yaitu pada rasio 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, masing-masing sebesar 5,2:1, 6,0:1, 7,3:1, dan 8,4:1 (Tabel 3). Rasio asam lemak esensial, yaitu omega-6 ( $\omega$ -6): omega-3 ( $\omega$ -3) sangat penting, rasio yang tidak seimbang dapat menyebabkan diabetes, aterosklerosis dan obesitas, tekanan darah tinggi dan kanker (Simopoulos, 2016).

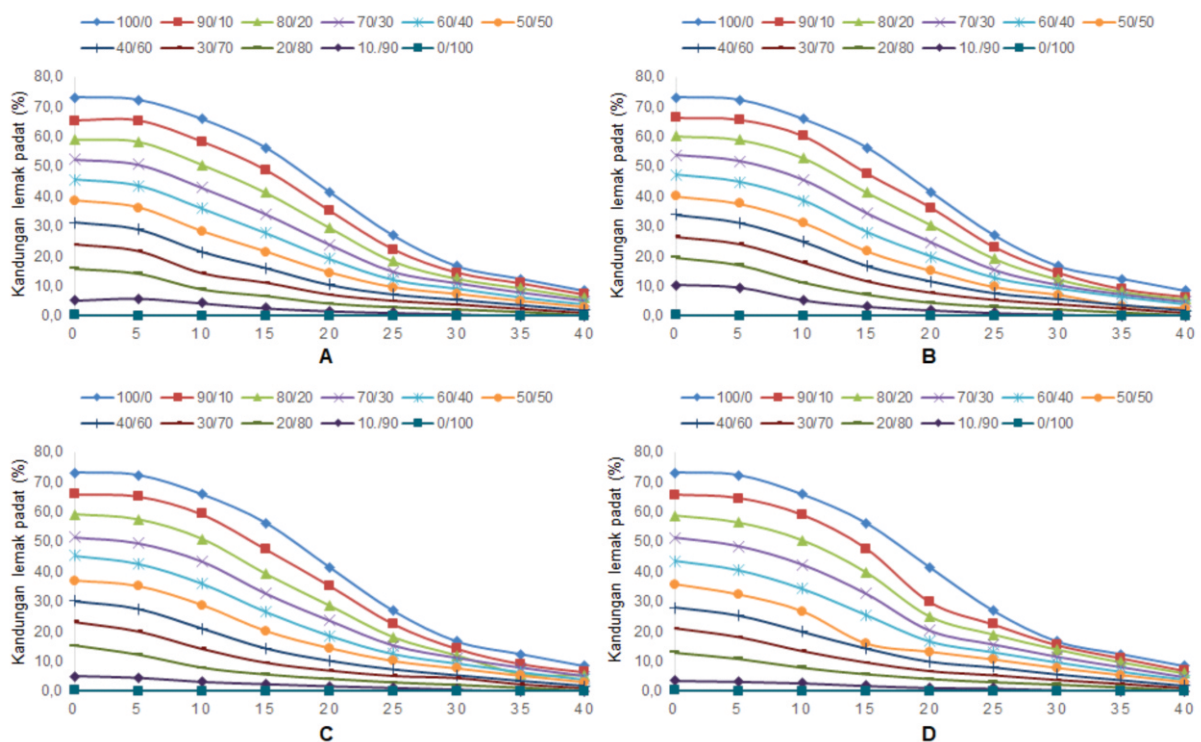
### Kandungan Lemak Padat

Kandungan lemak padat menunjukkan banyaknya lemak berbentuk padatan pada suhu tertentu, yang dipengaruhi oleh komposisi dan distribusi asam lemak pada struktur triasilgliserol (Norizzah *et al.*, 2014). Kandungan lemak padat VRPO dan campurannya disajikan pada Gambar 1. Kandungan lemak padat campuran VRPO semakin rendah dengan meningkatnya temperatur. Pada VRPO menunjukkan kisaran pelelehan yang lebih lama mulai dari 0°C hingga 40°C, yang mengindikasikan adanya campuran triasilgliserol yang memiliki titik leleh rendah dan tinggi. Sementara itu, OO, CO, SBO dan SFO tidak memiliki kandungan lemak padat pada suhu 0°C. Ini menunjukkan bahwa keempat jenis minyak nabati tersebut mengandung triasilgliserol tak jenuh dalam jumlah tinggi. Khusus OO, triasilgliserolnya tersusun atas MUFA (asam oleat) sedangkan CO, SBO, dan SFO tersusun atas MUFA (asam oelat) dan PUFA (asam linoleat).

Sebagai pembandingan kandungan lemak padat minyak nabati yang mengandung asam lemak tak jenuh tinggi, Reena *et al.* (2009) melaporkan bahwa minyak dedak padi memiliki kandungan lemak padat kurang dari 7,2% di atas 0°C sementara minyak wijen mengandung lemak padat 97% di bawah 0°C dan tidak ada lemak padat di atas 10°C.

Pencampuran VRPO memengaruhi kandungan lemak padat OO, CO, SBO dan SFO. Kandungan lemak padat pada campuran

semakin tinggi seiring peningkatan jumlah VRPO. Hal ini disebabkan oleh, VRPO mengandung asam palmitat (asam lemak jenuh) pada jumlah tinggi dalam struktur triasilgliserol yang dikombinasikan dengan asam lemak lainnya. Triasilgliserol pada minyak sawit meliputi MMM (0,4%), MPL (2,4%), OOL (0,7%), MMP (1,8%), POL (10,1%), PPL (9,8%), MPP (0,6%), OO (4,1%), POO (24,2%), PPO (31,1%), PPP (5,9%), SOO (2,3%), PSO (5,1%), PPS (0,9%), SSO (0,5%) (Tan and Man, 2002).



Gambar 1. Kandungan lemak padat campuran VRPO: OO (A), VRPO: CO (B), VRPO: SBO (C), dan VRPO: SFO (D).

Figure 1. Solid fat content mixtures of VRPO: OO (A), VRPO: CO (B), VRPO: SBO (C), and VRPO: SFO (D).

Kandungan lemak padat dibutuhkan untuk menentukan karakteristik lemak plastis seperti margarin dan shortening. Lemak plastis memiliki plastisitas dan daya oles pada 4-10°C serta dapat mempertahankan penampilannya selama waktu tertentu pada suhu 20-22°C. Lemak tersebut juga harus memiliki kandungan lemak padat yang rendah pada 35-37°C untuk menghindari rasa

kasar dan berpasir di dalam mulut (Dian *et al.*, 2007). Pencampuran dua atau lebih jenis minyak dapat memformulasi lemak untuk margarin dan shortening. Kriteria lemak yang dapat digunakan untuk baking shortening yaitu titik leleh > 38°C dan kandungan lemak padat pada 25°C sebesar 15-35% serta rendah pada 35-37°C (Dian *et al.*, 2007). Selain itu, target kandungan lemak padat



Tabel 3. Komposisi asam lemak campuran VRPO dan OO  
Table 3. Fatty acid composition mixtures of VRPO and OO

Rasio (% b/b)	Komposisi asam lemak											Distribusi (%)				Rasio			Rasio asam lemak esensial	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	SFA	MUFA	PUFA	linoleat	linolenat		
100/0	0,9 <sup>l</sup>	50,7 <sup>k</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>k</sup>	30,8 <sup>a</sup>	12,6 <sup>k</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	56,2	31,0	12,8	0,23	1	0,55	0,23	2,5	1		
90/10	0,8 <sup>l</sup>	46,8 <sup>l</sup>	0,2 <sup>b</sup>	4,0 <sup>l</sup>	35,7 <sup>b</sup>	11,8 <sup>l</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	51,9	36,0	12,1	0,23	1	0,69	0,23	3,0	1		
80/20	0,8 <sup>l</sup>	42,7 <sup>l</sup>	0,3 <sup>c</sup>	3,9 <sup>l</sup>	40,5 <sup>c</sup>	11,2 <sup>l</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	47,6	40,9	11,5	0,24	1	0,86	0,24	3,6	1		
70/30	0,7 <sup>h</sup>	38,6 <sup>h</sup>	0,3 <sup>c</sup>	3,8 <sup>h</sup>	45,3 <sup>d</sup>	10,5 <sup>h</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	43,4	45,8	10,8	0,25	1	1,05	0,25	4,3	1		
60/40	0,6 <sup>g</sup>	34,5 <sup>g</sup>	0,4 <sup>d</sup>	3,6 <sup>g</sup>	50,4 <sup>e</sup>	9,7 <sup>g</sup>	0,4 <sup>c</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	39,0	50,9	10,1	0,26	1	1,31	0,26	5,2	1		
50/50	0,5 <sup>f</sup>	30,3 <sup>f</sup>	0,4 <sup>d</sup>	3,5 <sup>f</sup>	55,3 <sup>f</sup>	9,2 <sup>f</sup>	0,4 <sup>c</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	34,6	55,9	9,5	0,28	1	1,62	0,28	6,0	1		
40/60	0,4 <sup>e</sup>	26,3 <sup>e</sup>	0,5 <sup>e</sup>	3,3 <sup>e</sup>	60,3 <sup>g</sup>	8,3 <sup>e</sup>	0,4 <sup>c</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	30,4	60,9	8,7	0,29	1	2,00	0,29	7,3	1		
30/70	0,3 <sup>d</sup>	21,9 <sup>d</sup>	0,5 <sup>e</sup>	3,2 <sup>d</sup>	65,3 <sup>h</sup>	7,8 <sup>d</sup>	0,5 <sup>d</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	25,7	66,0	8,2	0,32	1	2,57	0,32	8,4	1		
20/80	0,2 <sup>c</sup>	18,0 <sup>c</sup>	0,6 <sup>f</sup>	3,0 <sup>c</sup>	70,3 <sup>i</sup>	6,9 <sup>c</sup>	0,5 <sup>d</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	21,6	71,0	7,4	0,34	1	3,29	0,34	10,2	1		
10/90	0,1 <sup>b</sup>	14,2 <sup>b</sup>	0,6 <sup>f</sup>	2,9 <sup>b</sup>	74,9 <sup>j</sup>	6,3 <sup>b</sup>	0,5 <sup>d</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	17,6	75,7	6,7	0,38	1	4,31	0,38	12,0	1		
0/100	0,0 <sup>a</sup>	10,0 <sup>a</sup>	0,7 <sup>g</sup>	2,8 <sup>a</sup>	79,9 <sup>k</sup>	5,5 <sup>a</sup>	0,5 <sup>d</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	13,1	80,8	6,1	0,46	1	6,15	0,46	14,4	1		

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji DMRT 5%  
Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

Tabel 4. Komposisi asam lemak campuran VRPO dan CO  
Table 4. Fatty acid composition mixtures of VRPO and CO

Rasio (% b/b)	Komposisi asam lemak											Distribusi (%)				Rasio			Rasio asam lemak esensial	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	SFA	MUFA	PUFA	linoleat	linolenat		
100/0	0,9 <sup>h</sup>	50,7 <sup>k</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>k</sup>	30,8 <sup>a</sup>	12,6 <sup>k</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	56,2	31,0	12,8	0,23	1	0,55	0,23	2,5	1		
90/10	0,9 <sup>h</sup>	47,1 <sup>l</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,1 <sup>l</sup>	31,2 <sup>b</sup>	15,6 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	52,4	31,5	16,0	0,31	1	0,60	0,31	2,0	1		
80/20	0,8 <sup>g</sup>	43,6 <sup>l</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>l</sup>	31,9 <sup>c</sup>	18,5 <sup>c</sup>	0,6 <sup>c</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	48,7	32,2	19,1	0,39	1	0,66	0,39	1,7	1		
70/30	0,8 <sup>g</sup>	43,5 <sup>h</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>h</sup>	32,0 <sup>d</sup>	18,6 <sup>d</sup>	0,6 <sup>c</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	48,6	32,2	19,2	0,39	1	0,66	0,39	1,7	1		
60/40	0,7 <sup>f</sup>	36,3 <sup>g</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>g</sup>	33,4 <sup>e</sup>	24,4 <sup>e</sup>	1,0 <sup>d</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	40,9	33,7	25,4	0,62	1	0,82	0,62	1,4	1		
50/50	0,6 <sup>e</sup>	33,0 <sup>f</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,4 <sup>f</sup>	34,0 <sup>f</sup>	27,2 <sup>f</sup>	1,2 <sup>e</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	37,3	34,3	28,4	0,76	1	0,92	0,76	1,2	1		
40/60	0,5 <sup>d</sup>	29,2 <sup>e</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,2 <sup>e</sup>	34,5 <sup>g</sup>	30,4 <sup>g</sup>	1,4 <sup>f</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	33,3	34,9	31,8	0,96	1	1,05	0,96	1,1	1		
30/70	0,4 <sup>c</sup>	25,5 <sup>d</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,0 <sup>d</sup>	35,5 <sup>h</sup>	33,4 <sup>h</sup>	1,6 <sup>g</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	29,2	35,8	35,0	1,20	1	1,23	1,20	1,1	1		
20/80	0,3 <sup>b</sup>	21,9 <sup>c</sup>	0,1 <sup>a</sup>	2,8 <sup>c</sup>	36,2 <sup>i</sup>	36,3 <sup>i</sup>	1,8 <sup>h</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,3 <sup>c</sup>	25,4	36,5	38,1	1,50	1	1,44	1,50	1,0	1		
10/90	0,2 <sup>a</sup>	18,2 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	2,6 <sup>b</sup>	36,9 <sup>j</sup>	39,4 <sup>j</sup>	2,0 <sup>i</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,3 <sup>c</sup>	21,4	37,3	41,4	1,94	1	1,74	1,94	0,9	1		
0/100	0,2 <sup>a</sup>	14,6 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	37,7 <sup>k</sup>	42,2 <sup>k</sup>	2,2 <sup>j</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,3 <sup>c</sup>	17,5	38,0	44,4	2,53	1	2,17	2,53	0,9	1		

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji DMRT 5%  
Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

Tabel 5. Komposisi asam lemak campuran VRPO dan SBO  
 Table 5. Fatty acid composition mixtures of VRPO and SBO

Rasio (% b/b)	Komposisi asam lemak											Distribusi (%)			Rasio			Rasio asam lemak esensial	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	SFA	MUFA	PUFA	linoleat	linolenat	
100/0	0,9 <sup>l</sup>	50,7 <sup>k</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>f</sup>	30,8 <sup>k</sup>	12,6 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	56,2	31,0	12,8	0,23	1	0,55	0,23	2,5	1	
90/10	0,9 <sup>l</sup>	46,5 <sup>j</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>g</sup>	30,3 <sup>j</sup>	16,7 <sup>b</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	52,0	30,5	17,4	0,34	1	0,59	0,34	1,8	1	
80/20	0,8 <sup>h</sup>	43,0 <sup>i</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>f</sup>	29,8 <sup>i</sup>	20,5 <sup>c</sup>	1,2 <sup>c</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	48,2	30,1	21,7	0,45	1	0,62	0,45	1,5	1	
70/30	0,7 <sup>g</sup>	39,3 <sup>h</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>e</sup>	29,3 <sup>h</sup>	24,5 <sup>d</sup>	1,7 <sup>d</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	44,3	29,5	26,1	0,59	1	0,67	0,59	1,2	1	
60/40	0,6 <sup>f</sup>	35,0 <sup>g</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>e</sup>	29,1 <sup>g</sup>	28,4 <sup>e</sup>	2,3 <sup>e</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	40,0	29,3	30,7	0,77	1	0,73	0,77	1,0	1	
50/50	0,5 <sup>e</sup>	31,2 <sup>f</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>d</sup>	28,7 <sup>f</sup>	32,3 <sup>f</sup>	2,8 <sup>f</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	35,9	28,9	35,1	0,98	1	0,81	0,98	0,9	1	
40/60	0,4 <sup>d</sup>	27,1 <sup>e</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>d</sup>	28,3 <sup>e</sup>	36,4 <sup>g</sup>	3,3 <sup>g</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	31,7	28,6	39,7	1,25	1	0,90	1,25	0,8	1	
30/70	0,4 <sup>d</sup>	22,9 <sup>d</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>c</sup>	27,8 <sup>d</sup>	40,7 <sup>h</sup>	3,8 <sup>h</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	27,4	28,0	44,5	1,62	1	1,02	1,62	0,7	1	
20/80	0,3 <sup>c</sup>	19,0 <sup>c</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,7 <sup>b</sup>	27,3 <sup>c</sup>	44,9 <sup>i</sup>	4,4 <sup>i</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	23,3	27,5	49,2	2,11	1	1,18	2,11	0,6	1	
10/90	0,2 <sup>b</sup>	14,9 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	27,0 <sup>b</sup>	48,7 <sup>j</sup>	5,0 <sup>j</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	19,1	27,3	53,7	2,82	1	1,43	2,82	0,6	1	
0/100	0,1 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	26,6 <sup>a</sup>	52,8 <sup>k</sup>	5,6 <sup>k</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	14,8	26,8	58,4	3,94	1	1,81	3,94	0,5	1	

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji DMRT 5%  
 Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

Tabel 6. Komposisi asam lemak campuran VRPO dan SFO  
 Table 6. Fatty acid composition mixtures of VRPO and SFO

Rasio (% b/b)	Komposisi asam lemak											Distribusi (%)			Rasio			Rasio asam lemak esensial	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	SFA	MUFA	PUFA	PUFA/SFA	SFA	MUFA	PUFA	linoleat	linolenat	
100/0	0,9 <sup>h</sup>	50,7 <sup>k</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>k</sup>	30,8 <sup>b</sup>	12,6 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	56,2	31,0	12,8	0,23	1	0,55	0,23	2,5	1	
90/10	0,9 <sup>h</sup>	46,9 <sup>j</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,1 <sup>j</sup>	30,7 <sup>a</sup>	16,7 <sup>b</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	52,1	30,9	17,0	0,33	1	0,59	0,33	1,8	1	
80/20	0,8 <sup>g</sup>	41,9 <sup>i</sup>	0,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>i</sup>	31,4 <sup>c</sup>	31,1 <sup>c</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	47,0	31,6	31,4	0,67	1	0,67	0,67	1,0	1	
70/30	0,7 <sup>f</sup>	37,2 <sup>h</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>h</sup>	32,0 <sup>d</sup>	25,5 <sup>d</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	42,0	32,2	25,8	0,61	1	0,77	0,61	1,3	1	
60/40	0,7 <sup>f</sup>	32,8 <sup>g</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,7 <sup>g</sup>	31,1 <sup>e</sup>	29,8 <sup>e</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	37,4	31,3	30,0	0,80	1	0,84	0,80	1,0	1	
60/40	0,7 <sup>f</sup>	32,8 <sup>g</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,7 <sup>g</sup>	31,1 <sup>e</sup>	29,8 <sup>e</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	37,4	31,3	30,0	0,80	1	0,84	0,80	1,0	1	
50/50	0,5 <sup>e</sup>	28,5 <sup>f</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>f</sup>	32,7 <sup>f</sup>	34,0 <sup>f</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	32,9	32,9	34,2	1,04	1	1,00	1,04	1,0	1	
40/60	0,4 <sup>d</sup>	24,0 <sup>e</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,5 <sup>e</sup>	33,2 <sup>g</sup>	38,2 <sup>g</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	28,2	33,4	38,4	1,36	1	1,18	1,36	0,9	1	
30/70	0,3 <sup>c</sup>	19,4 <sup>d</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,3 <sup>d</sup>	33,5 <sup>h</sup>	42,7 <sup>h</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	23,3	33,7	42,9	1,84	1	1,45	1,84	0,8	1	
20/80	0,2 <sup>b</sup>	14,9 <sup>c</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,2 <sup>c</sup>	34,0 <sup>f</sup>	47,0 <sup>f</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	18,6	34,2	47,2	2,54	1	1,84	2,54	0,7	1	
10/90	0,2 <sup>b</sup>	10,4 <sup>b</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	34,4 <sup>f</sup>	51,3 <sup>f</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	13,9	34,6	51,5	3,72	1	2,50	3,72	0,7	1	
0/100	0,1 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	34,8 <sup>g</sup>	55,6 <sup>g</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	9,1	35,0	55,8	6,12	1	3,84	6,12	0,6	1	

Keterangan: \*angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji DMRT 5%  
 Note: \*numbers followed by different letter at the same column are significantly difference at 5% of DMRT

margarin pada suhu 15 °C dan 20 °C sebaiknya masing-masing sebesar 28% dan 12-15% (Miskandar and Nor Aini, 2010). Campuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO dapat digunakan sebagai lemak untuk baking shortening dan margarin. Penggunaan VRPO ke dalam baking shortening dan margarin dapat meningkatkan senyawa bioaktif (karoten, tokoferol dan tokotrienol) dan pemberi warna orange-kemerahan dari karoten.

Lemak untuk baking shortening dapat dibuat dari: 1) campuran VRPO: OO pada rasio 70:30 – 90:10 (titik leleh 42-44°C dan kandungan lemak padat pada 25°C sebesar 14,6-22,2%), 2) campuran VRPO: CO pada rasio 80:20 – 90:10 (titik leleh 41-43°C dan kandungan lemak padat pada 25°C 19,1-22,9%), 3) campuran VRPO: SBO pada rasio 70:30 – 90:10 (titik leleh 42-44 °C dan kandungan lemak padat pada 25°C 15,2-22,5%), dan 4) campuran VRPO: SFO pada rasio 80:20 – 90:10 (titik leleh 40-43°C dan kandungan lemak padat pada 25 °C 19,0-22,3%). Campuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO juga dapat digunakan sebagai lemak yang mendekati lemak untuk margarin meja meliputi: 1) campuran VRPO: OO pada rasio 40:60-50:50 (titik leleh 35-38°C dan kandungan lemak padat pada 15°C dan 20°C, masing-masing 16,0-21,4 % dan 10,4-14,4%), 2) campuran VRPO: CO pada rasio 60:40-70:30 (titik leleh 29-32°C dan kandungan lemak padat pada 15°C dan 20°C, masing-masing 27,9-34,2% dan 19,8-24,7%), 3) campuran VRPO: SBO pada rasio 40:60-50:50 (titik leleh 34,0-39,0°C dan kandungan lemak padat pada 15°C dan 20°C, masing-masing 14,2-20,1% dan 10,1-14,3%), dan 4) campuran VRPO: SFO pada rasio 70:30 (titik leleh 36°C dan kandungan lemak padat pada 15°C dan 20°C, masing-masing 32,6% dan 20,3%).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Campuran VRPO dengan OO, CO, SBO atau SFO memengaruhi kadar asam lemak bebas, karoten dan vitamin E, komposisi asam lemak, bilangan iodin, titik leleh dan kandungan lemak padat. Pencampuran VRPO dengan CO, SBO atau SFO dapat menghasilkan minyak sehat dengan rasio asam lemak jenuh: asam lemak tak jenuh tunggal: asam lemak tak jenuh ganda dengan nilai mendekati 1:1,5:1,0. Sementara itu, campuran VRPO dengan OO dapat menghasilkan minyak sehat dengan rasio asam lemak esensial 5-10:1. Campuran minyak juga dapat digunakan

sebagai lemak untuk baking shortening dan margarin.

Penggunaan VRPO sangat bermanfaat, selain sebagai sumber lemak sekaligus juga sebagai sumber senyawa bioaktif seperti karoten, tokoferol dan tokotrienol. Namun demikian, uji ketahanan termal dan oksidasi serta kestabilan kandungan karoten dan vitamin E dari campuran VRPO dengan minyak nabati perlu diteliti lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOCS] American Oil Chemist's Society. 2005. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Ed ke-5. Campaign. Illinois (US): AOCS.
- Ayeleso, A.O., O.O. Oguntibeju, and N.L. Brooks. 2012. Effects of dietary intake of red palm oil on fatty acid composition and lipid profiles in male wistar rats. *African Journal of Biotechnology*. 11(33): 8275-8279.
- Azimah, R., A. Azrina, and H.E. Khoo. 2017. Stability of blended palm oils during potato frying. *International Food Research Journal*. 24(5): 2122-2127.
- Cassiday, L. 2017. Red palm oil. *Inform*. 28(2): 6-10.
- Dhyani, A., R. Chopra, and M. Garg. 2018. A review on blending of oils and their functional and nutritional benefits. *Chem Sci Rev Lett*. 7(27): 840-847.
- Delisle, H. 2017. The Nutritional Value of Red Palm Oil. Burleigh Dodds Science Publishing *L i m i t e d* . <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0018.33>.
- Dian, N.L.H.M., K. Sundram, and N.A. Idris. 2007. Effect of chemical interesterification on triacylglycerol and solid fat contents of palm stearin, sunflower oil and palm kernel olein blends. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 109: 147-156.
- Dian, N.L.H.M., R.A. Hamid, S. Kanagaratnam, W.R.A. Isa, N.A.M. Hassim, N.H. Ismail, Z. Omar, and M.M. Sahri. 2017. Palm oil and palm kernel oil: versatile ingredients for food applications. *Journal of Oil Palm Research*. 29(4): 487-511. <https://doi.org/10.21894/Jopr.2017.00014>.

- Fernández-Cedih, L.N., B.E. Enríquez-Fernández, L.Á. De La Cadena, Y. Yañez, and M.E. Sosa-Morales. 2012. Performance of palm olein and soybean oil during the frying of french fries and its effect on the characteristics of the fried product. *Journal of Culinary Science & Technology*. 10 : 211 – 222 . <https://doi.org/10.1080/15428052.2012.706125>.
- Hashem, H.A., M. Shahat, S. A. El-Behairy, and A. Sabry. 2017. Use of palm olein for improving the quality properties and oxidative stability of some vegetable oils during frying process. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 7(1): 68-79.
- Hasibuan, H.A. 2012. Kajian mutu dan karakteristik minyak sawit Indonesia serta produk fraksinasinya. *Jurnal Standardisasi*. 14(1): 13-21.
- Hasibuan, H.A., dan D. Siahaan. 2013. Karakteristik CPO, Minyak Inti Sawit dan Fraksinya. Seri Buku Saku 30. Penerbit Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Hasibuan, H.A., dan A.P. Hardika. 2015. Formulasi dan pengolahan margarin menggunakan fraksi minyak sawit pada skala industri kecil serta aplikasinya dalam pembuatan bolu gulung. *Jurnal Agritech*. 35(4): 377-386.
- Hasibuan, H.A. 2016. Retensi karoten dan retinol palmitat pada minyak goreng dan produk gorengannya. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 24(3): 147-159.
- Hasibuan, H.A., dan A.P. Hardika. 2016. Formulasi shortening menggunakan fraksi-fraksi minyak sawit melalui pendekatan sifat fisikokimiawinya. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*. 29(2): 103-111.
- Hasibuan H.A., dan Ijah. 2018. Peningkatan kesukaan minyak sawit merah dengan penambahan minyak nabati atau flavor dan stabilitasnya dalam penggorengan berulang. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 26(1): 1-9.
- Hasibuan, H.A., A. Akram, P. Putri, E.C. Mentari, dan B.T. Rangkuti. 2018. Pembuatan margarin dan baking shortening berbasis minyak sawit merah dan aplikasinya dalam produk bakery. *Agritech*. 38(4): 353-363. <https://doi.org/10.22146/agritech.32162>.
- Lakum, R., and S. Sonwai. 2018. Production of trans-free margarine fat by enzymatic interesterification of soy bean oil, palm stearin and coconut stearin blend. *International Journal of Food Science and Technology* . <https://doi.org/10.1111/ijfs.13888>.
- Masuchi, M.H., K.M. Gandra, A.L. Marangoni, C.de.S. Perenha, M.C. Chiu, R. Grimaldi, and L.A.G. Gonçalves. 2014. Fats from chemically interesterified high-oleic sunflower oil and fully hydrogenated palm oil. *J Am Oil Chem Soc*. 91:859–866. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2420-7>.
- Mba, O.I., M. Dumont, and M. Ngadi. 2015. Palm oil: processing, characterization and utilization in the food industry – a review. *Food Bioscience*. 10: 26-41.
- Mba, O.I., M. Dumoni and M. Ngadi. 2018. Characterization of tocopherols, tocotrienols and total carotenoids in deep fat fried French fries. *Journal of Food Composition and Analysis*. 69: 78-86.
- Musa, I., H. Khaza'ai, M.S.A. Mutalib, F. Yusuf, J. Sanusi, and S.K. Chang. 2017. Effects of oil palm tocotrienol rich fraction on the viability and morphology of astrocytes injured with glutamate. *Food Bioscience*. 20: 168–177. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Fbio.2017.10.005](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Fbio.2017.10.005).
- Miskandar, M.S., and I. Nor Aini. 2010. Palm stearin as low trans hard stock for margarine. *Sains Malaysiana*. 39: 821-827.
- [MPOB] Malaysian Palm Oil Board. 2004. MPOB Test Method: A Compendium of Test on Palm Oil Products, Palm Kernel Products, fatty Acids, Food Related Products and Others.
- Norizzah, A.R., M. Norsyamimi, O. Zaliaha, K.N. Azimah, and M.F.S. Hazirah. 2014. Physicochemical properties of palm oil and palm kernel oil blend fractions after interesterification. *International Food Research Journal*. 22(4): 1390-1395.
- Nurkhuzaiah, K., A.S. Babji, W.I. Wan Rosli, and S.P. Foo. 2015a. Tocopherol and tocotrienol contents of chicken nuggets blended with red palm oils before and after frying. *Journal of Oil Palm Research*. 27(1): 82-89.

- Nurkhuzaiah, K., A.S. Babji, W.R.W. Ismail, and F.S. Peng. 2015b. Vitamin E contents and oxidative stability of red palm oils blended chicken nuggets during frozen storage. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 19(1): 202–212.
- Ong, C.R.E., T.K. Tang, Y.Y. Lee, T.S.Y. Choong, O.M. Lai, C.H. Kuan, and E.T. Phuah. 2019. Melting and crystallisation behaviour of soybean oil in blend with palm oil based diacylglycerol. *International Food Research Journal*. 26(3): 781-791.
- Pignitter, M., N. Hernler, M. Zaunschim, J. Kienesberger, M.M. Samoza, K. Kraemer and V. Somoza. 2016. Evaluation of palm oil as a suitable vegetable oil for vitamin a fortification programs. *Nutrients*. 8(378): 1-13. <https://doi.org/10.3390/nu8060378>.
- Qureshi, A.A. D.A. Khan, S. Mushtaq, S.Q. Ye, M. Xiong, and N. Qureshi. 2018.  $\delta$ -tocotrienol feeding modulates of EIF2, mTOR, protein ubiquitination through multiple-signaling pathways in chronic hepatitis c patients. *Lipids in Health and Disease*. 17: 167. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0804-7>.
- Ramli, N., M. Said, A.B.A. Mizan, Y.N. Tan, and M.K. Ayob. 2014. Physicochemical properties of blends of palm mid-fraction, palm stearin and olive oil. *Journal of Food Quality*. 37: 57–62.
- Romano, R., A. Giordano, S. Vitiello, L.L. Grottaglie, and S.S. Musso. 2012. Comparison of the frying performance of olive oil and palm super olein. *Journal of Food Science*. [Httpd://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02663.x](http://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02663.x).
- Reena, M.B., S.R.Y. Reddy, and B.R. Lokesh. 2009. Changes in triacylglycerol molecular species and thermal properties of blended and interesterified mixtures of coconut oil or palm oil with rice bran oil or sesame oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 111: 346–357.
- Ruan, X., X.M. Zhu, H. Ziong, S.Q. Wang, C.Q. Bai, and Q. Zhao. 2014. Characterization of zero-trans margarine fats produced from camellia seed oil, palm stearin and coconut oil using enzymatic interesterification strategy. *International Journal of Food Science and Technology*. 49: 91-97.
- Said, D., G. Belinato, G.S. Sarmiento, R.L.S. Otero, G.E. Totten, A. Gaston, and L.C.F. Canale. 2013. Comparison of oxidation stability and quenchant cooling curve performance of soybean oil and palm oil. *Journal of Materials Engineering and Performance*. 22(7): 1929-1936.
- Sharayei, P., and R. Farhoosh. 2015. Improved frying stability of canola oil blended with palm olein and virgin olive oils as affected by bene kernel oil and its unsaponifiable matter. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 117. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400344>.
- Simopoulos, A.P. 2016. An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*. 8(3): 128.
- Soares, F.A.S.D.M., R.C. da Silva, M. Hazzan, I.R. Capacá, E.R. Viccola, J.M. Maruyama, and L.A. Gioielli. 2012. Chemical interesterification of blends of palm stearin, coconut oil, and canola oil: physicochemical properties. *J. Agric. Food Chem*. 60: 1461–1469. <https://doi.org/10.1021/jf204111t>.
- Ulfah, M., A. Ruswanto, dan Ngatirah. 2016. Karakteristik minyak campuran red palm oil dengan palm kernel oil. *Agritech*. 36(2): 145-153.
- Tan, C.P., and Y.B. Che Man. 2002. Diiferential scanning calorimetric analysis of palm oil, palm oil based products and coconut oil: effects of scanning rate variation. *Food Chemistry*. 76: 89-102.
- [WHO] World Health Organization. 2008. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids. In: *The Joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids in human nutrition*, WHO, Geneva.
- Yi, J., M.L. Andersen, and L.H. Skibsted. 2011. Interactions between tocopherols, tocotrienols and carotenoids during autoxidation of mixed palm olein and fish oil. *Food Chemistry*. 127: 1792-1797. <https://doi.org/10.1016/J.Foodchem.2011.02.061>.

