

## RETENSI KAROTEN DAN RETINOL PALMITAT PADA MINYAK GORENG DAN PRODUK GORENGANNYA

### RETENTION OF CAROTENE AND RETINYL PALMITATE IN PALM COOKING OIL AND THE PRODUCTS FRIED IN THE OIL

Hasrul Abdi Hasibuan

**Abstrak** Fortifikasi vitamin A dalam minyak goreng perlu dikaji kembali mengingat bahwa minyak yang digunakan adalah minyak sawit dan fortifikan berupa vitamin A/retinol palmitat masih harus diimpor. Di sisi lain, minyak sawit mengandung karoten sebagai pro-vitamin A dan berpotensi sebagai alternatif bahan fortifikan. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui perbandingan retensi karoten dengan retinol palmitat pada minyak goreng dan produk gorengannya secara *deep frying* pada suhu 150°C. Bahan yang digunakan sebagai produk gorengan adalah kentang, tahu dan ayam. Kualitas minyak goreng yang ditentukan adalah komposisi asam lemak, kadar air, asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, retensi karoten dan retinol palmitat. Sementara kualitas produk gorengan yang ditentukan adalah kadar air, lemak, karoten dan retinol palmitat. Hasil kajian ini diperoleh bahwa fortifikan (karoten dan retinol palmitat) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kualitas minyak goreng kecuali warna, retensi karoten dan retinol palmitat. Bahan fortifikan juga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kualitas produk gorengan. Retensi karoten secara signifikan menurun dengan meningkatnya penggorengan berulang, namun memiliki retensi lebih tinggi dan berbeda secara signifikan dibandingkan retinol palmitat.

*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

Retensi karoten pada penggorengan pertama, kedua, ketiga, keempat, dan kelima adalah pada kisaran 86-89%, 83-89%, 80-83%, 77-80%, dan 77-80% sedangkan retinol palmitat adalah 68-100%, 58-97%, 51-89%, 50-84%, dan 40-75%. Dengan demikian, karoten dapat digunakan sebagai alternatif bahan fortifikan pro-vitamin A pada minyak goreng.

**Kata Kunci:** minyak goreng sawit, fortifikasi, vitamin A, karoten, retinol palmitat

**Abstract** *Fortification of vitamin A in the cooking oil needs to be revisited given that the used oil is palm oil and fortificant form of vitamin A or retinol palmitate have to be imported. On the other hand, palm oil contains carotene as pro-vitamin A and potentially as an alternative of fortificant. The aim of this study was to compare the retention of carotene to retinol palmitate in palm cooking oil and the products fried in the oil using deep frying at 150°C. Materials used as fried products were potatoes, tofu and chicken. The quality of cooking oil that determined were the fatty acid composition, water content, free fatty acid, peroxide value, color, retention of carotene and retinol palmitate. While the quality of the products fried in the oil that determined were water, fat, carotene and retinol palmitate content. The results of this study showed that fortificant (carotene and retinol palmitate) no significant difference to the quality of cooking oil except color, retention of carotene and retinol palmitate. Fortificants also showed no significant difference to the quality of fried products. Retention of carotene showed significantly decreased with increasing frying repeatedly, but had a higher retention and*

*significantly different than retinol palmitate. Retention of carotene in the frying pan first, second, third, fourth and fifth were in the range of 86-89%, 83-89%, 80-83%, 77-80% and 77-80%, while retinol palmitate were 68-100%, 58-97%, 51-89%, 50-84%, and 40-75%. Thus, carotene can be used as an alternative of fortificant in the palm cooking oil.*

**Keywords:** palm cooking oil, fortification, vitamin A, carotene, retinyl palmitate

## PENDAHULUAN

Kurang vitamin A (KVA) masih merupakan masalah di Indonesia akibat dari daya beli masyarakat rendah terhadap produk pangan bergizi (Kemenkes RI, 2015). Program penanggulangan masalah KVA dapat dilakukan melalui perbaikan gizi masyarakat secara promotif, preventif, kuratif dan rehabilitatif. Kegiatan promotif dapat dilakukan melalui promosi atau penyuluhan untuk meningkatkan konsumsi makanan kaya vitamin A. Secara preventif dapat dilakukan dengan suplementasi kapsul vitamin A dosis tinggi dan fortifikasi bahan makanan dengan vitamin A (Depkes RI, 2003). Fortifikasi merupakan cara yang cukup efektif dan menguntungkan dibandingkan suplementasi karena distribusinya relatif cepat dan mudah terjangkau (Martianto *et al.*, 2009a).

Fortifikasi vitamin A yang efektif dan efisien dapat dilakukan pada matriks berlemak karena vitamin A mudah larut dalam minyak/lemak seperti pada minyak goreng (Alam, 2002 dalam Hasibuan dan Siahaan, 2014). Sandjaja *et al.* (2013) melaporkan bahwa minyak goreng terfortifikasi vitamin A dapat mempengaruhi status vitamin A pada wanita dan anak-anak. Achadi *et al.* (2010) menambahkan bahwa fortifikasi vitamin A pada minyak goreng dapat menyebabkan prevalensi anemia turun dari 21,8% menjadi 11,6%. Dari aspek pasarnya, minyak goreng terfortifikasi vitamin A dapat diterima oleh konsumen dan tidak memberikan perbedaan yang signifikan dengan tanpa fortifikasi terhadap warna, tekstur, aroma dan rasa dari produk gorengannya (Martianto *et al.*, 2009b; Nadimin dan Tamrin, 2013). Andarwulan *et al.* (2014) juga melaporkan bahwa kehilangan vitamin A relatif rendah (masih dapat diterima yaitu sebesar 10%) pada minyak goreng terfortifikasi vitamin A di dalam kemasan yang di pasarkan.

Sebagai upaya dalam pencegahan KVA di Indonesia, Pemerintah merevisi Standar Nasional Indonesia minyak goreng sawit (SNI-7709/2012) dengan mempersyaratkan fortifikasi vitamin A (BSN, 2012; Hasibuan dan Siahaan, 2014). Saat ini, beberapa perusahaan telah melakukan fortifikasi menggunakan vitamin A sintetik berupa retinol palmitat karena relatif stabil terhadap pemanasan (Martianto *et al.*, 2009a; Boonme and Junyaprasert, 2010; Souganidis *et al.*, 2013; Hasibuan dan Siahaan, 2014). Dengan defenisi SNI-7709/2012 seperti yang ada sekarang ini maka program fortifikasi ini hanya bisa dilakukan dengan impor vitamin A. Jika standar (SNI) menghendaki bahwa minyak goreng sawit mengandung vitamin A setara dengan 45 IU, maka hal ini sebetulnya dapat dicapai tanpa harus dengan penambahan vitamin A sintetik (Hariyadi, 2013). Hal ini dikarenakan oleh minyak sawit mengandung pro-vitamin A berupa karoten dan vitamin E tinggi (tokoferol dan tokotrienol) (Alyas *et al.*, 2006; Siahaan *et al.*, 2008).

Minyak goreng sawit ber-vitamin A tinggi dapat diperoleh melalui dua opsi yaitu (i) mengubah proses pemurnian dengan mengatur dan mengendalikan proses pemurnian agar menyisakan 27 ppm karoten (setara dengan 45 IU vitamin A) dan (ii) menggunakan minyak sawit merah sebagai fortifikan (Hariyadi, 2013; Hasibuan dan Siahaan, 2014). Minyak sawit merah mengandung karoten dan vitamin E masing-masing sebesar 400 – 500 ppm dan 500 ppm (Alyas *et al.*, 2006; Hasibuan dan Siahaan, 2014). Alyas *et al.* (2006) juga menyatakan bahwa minyak sawit merah memiliki kestabilan terhadap panas dan pada suhu 200°C selama 30 menit dengan jumlah karoten yang terdegradasi hanya sebesar 15% dari kadar awalnya.

Karoten merupakan pro-vitamin A sebagai zat pembentuk vitamin A. Satu molekul karoten akan terbelah membentuk dua molekul vitamin A dan kemudian digabungkan dengan asam palmitat dan disimpan dalam bentuk retinil-palmitat di dalam hati (Burri and Clifford, 2004; Tillman *et al.*, 1986 dalam Hasibuan *et al.*, 2009). Karoten tidak mempengaruhi perkembangan bobot badan, organ jantung, hati, ginjal, testis, usus dan lambung serta uji hispatologinya tidak mempengaruhi hati, lambung, jantung, paru-paru, adrenal, ginjal dan limpa. Selain itu, karoten tidak memberikan sifat mutagenik dan berdasarkan uji toksisitas kronis menunjukkan bahwa



karoten tidak menimbulkan sifat karsinogenik dan tumorigenik (Heywood *et al.*, 1985 dalam Hasibuan *et al.*, 2009). Ayeleso *et al.* (2012) juga menambahkan bahwa minyak sawit merah yang mengandung karoten tinggi tidak memberikan pengaruh terhadap serum kolesterol dan trigliserida yang diakumulasi oleh asam lemak jenuh. Karoten dalam minyak sawit merah secara reguler dalam jumlah kecil cukup efektif dalam penurunan KVA (Zeba *et al.*, 2006; Marliyati *et al.*, 2010; Burri, 2012; Dwiyanti *et al.*, 2013).  $\beta$ -karoten juga dapat menurunkan resiko penyakit kanker dan kardiovaskuler (Jia *et al.*, 2007).

Berbeda dengan vitamin A sintetik, karoten sebagai bahan fortifikan dapat merubah warna minyak goreng menjadi warna kuning jingga (Hasibuan dan Siahaan, 2014). Nurmalasari (2013) melaporkan bahwa minyak goreng terfortifikasi karoten dari minyak sawit merah cukup rendah diterima oleh rumah tangga dan jasa boga. Meskipun demikian, peningkatan penerimaan minyak goreng terfortifikasi karoten dapat dilakukan dengan cara intervensi melalui pemberian informasi nilai gizi yang dikandung minyak sawit merah dan perubahan budaya konsumsi minyak goreng kepada konsumen (Hasibuan dan Siahaan, 2014).

Stabilitas bahan fortifikan dalam minyak goreng sawit selama penggorengan merupakan hal yang penting untuk diketahui. Bahan fortifikan berupa karoten dan retinol palmitat akan mengalami degradasi selama penggorengan berulang membentuk senyawa yang mudah menguap dan tidak mudah menguap (Hasibuan dan Siahaan, 2014). Sahidin *et al.*, dalam Hasibuan dan Siahaan (2014) melaporkan bahwa senyawa-senyawa hasil degradasi karoten yang mudah menguap diantaranya adalah 2-metil heksana, 3-metil heksana, n-heptana, siklooktanona, toluena dan (orto, meta atau para) xilena. Sedangkan senyawa yang tidak mudah menguap adalah (1) 1,12-bis-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-3,6,10-trimetildodeka-1,3,5,7,9,11-heksaena; (2) 1, 12-bis-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-3,7-dimetildodeka-1,3,5,7,9,11-heksaena; (3) 1,6-bis-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-3 metil sikloheks-1,3,5-triena; (4) 1,6-bis-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-heksa-1,3,5-triena; (5) 1,12-bis-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-3,7,10-trimetildodeka-1,3,5,7,9,11-heksaena; (6) 3,7-dimetil-8 toluenil-1-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-okta-1,3,5,7-tetraena; (7)  $\beta$ -apo-13-karotenon; (8) dihidro-aktinideolida; (9) 2-

hidroksimetil-1,3,3 trimetil-1,2-sikloheksadiol; (10)  $\beta$ -apo-14-karotenol; dan (11) 1-(2,6,6-trimetil sikloheks-1-enil)-3-hidroksi-2-butanol. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan karoten dari minyak sawit merah dengan retinol palmitat terhadap kualitas minyak goreng dan produk gorengannya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng tidak terfortifikasi vitamin A yang diperoleh dari swalayan di kota Medan, vitamin A palmitat berupa retinol palmitat dari PT. BASF Indonesia, minyak sawit merah dibuat dari *crude palm oil* (CPO). Bahan pangan yang digoreng berupa kentang, tahu dan ayam diperoleh dari swalayan di Kota Medan. Bahan-bahan kimia seperti heksan, metanol dan etanol licrosoft, triflorobromida, natrium hidroksida, metanol, indikator fenolftalen, natrium tiosulfat, dan alkohol teknis dari *supplier* lokal E. Merck. Alat yang digunakan adalah alat penggorengan tipe *deep frying* kapasitas 3 kg.

### Metode

#### **Fortifikasi karoten dan vitamin A pada minyak goreng**

Fortifikan yang dipakai adalah karoten dari minyak sawit merah yang mengandung kadar karoten 450 ppm dan vitamin A dalam bentuk retinol palmitat yang memiliki kadar 1.000.000 IU per gram. Fortifikasi karoten dilakukan dengan jumlah yang disetarakan dengan dosis vitamin A (45 IU/g) dalam usulan restandarisasi SNI minyak goreng yaitu sebesar 27 ppm (Hasibuan dan Siahaan, 2014). Dosis fortifikasi retinol palmitat dilakukan sebesar 25 ppm setara dengan vitamin A 45 IU/g yang telah disesuaikan dengan usulan restandarisasi minyak goreng sesuai SNI 7709-2012 (Haryadi, 2014).

Proses pencampuran bahan fortifikan ke dalam minyak goreng mengacu pada Martianto *et al.* (2009a). Setiap bahan fortifikan ditimbang sesuai kadar masing-masing yang telah ditentukan kemudian dicampurkan dengan minyak goreng yang dilakukan dalam ruang yang tidak terkena cahaya matahari langsung dan pada suhu ruang. Proses pengadukan

dilakukan di dalam ember tertutup dan diaduk menggunakan alat pengaduk dengan kecepatan 500 rpm selama satu jam. Minyak hasil fortifikasi kemudian dimasukkan ke dalam wadah gelap dan ditutup rapat. Selanjutnya dilakukan analisa kadar warna menggunakan Lovibon Tintometer pada sel 1 dengan mengacu metode MPOB, 2004. Bahan fortifikan tercampur secara homogen dilakukan dengan analisa kadar karoten menggunakan spektrofotometer UV-VIS sedangkan kadar retinol palmitat menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

### **Penggorengan bahan makanan**

Minyak goreng yang telah terfortifikasi karoten dan retinol palmitat masing-masing digunakan untuk menggoreng kentang, tahu dan ayam. Penggorengan dilakukan secara *deep frying* sebanyak 5 kali penggorengan. Setiap bahan makanan digoreng dengan rasio 10% terhadap minyak dengan suhu penggorengan 150°C selama 8-10 menit. Suhu penggorengan yang digunakan pada penelitian ini merupakan salah satu suhu optimal dengan mengacu Ilmi *et al.* (2015). Setelah proses penggorengan bahan makanan dilakukan analisa terhadap minyak dan produk gorengannya. Kualitas minyak yang dianalisa meliputi komposisi asam lemak, kadar air, asam lemak bebas bilangan peroksida, warna, kadar karoten dan retinol palmitat. Sementara, mutu produk gorengan yang dianalisa adalah kadar air, kadar lemak (untuk mengetahui berapa banyak minyak/lemak yang terserap ke dalam produk gorengan dan terkait dengan jumlah bahan fortifikan yang terserap), kadar karoten dan retinol palmitat. Metode analisa yang dilakukan untuk parameter kualitas tersebut mengadopsi prosedur MPOB (MPOB, 2004) kecuali kadar retinol palmitat atau vitamin A dianalisa mengadopsi prosedur sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI: 7709-2012) (BSN, 2012).

### **Perhitungan recovery dan retensi karoten dan retinol palmitat**

Penentuan *recovery* bahan fortifikan dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari fortifikasi pada saat pencampurannya ke dalam minyak goreng. Kadar karoten dan retinol palmitat dalam minyak goreng yang tidak difortifikasi dan terfortifikasi yang belum dipakai menggoreng dianalisis masing-masing dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS dan *High*

*Performance Liquid Chromatography* (HPLC) untuk mengetahui kadar karoten dan retinol palmitat (vitamin A) asal dan terfortifikasi.

$$\text{Recovery} = (b-a)/c \times 100\%$$

Keterangan:

- a = kandungan karoten atau retinol palmitat pada minyak goreng tanpa fortifikasi (ppm).
- b = kandungan karoten atau retinol palmitat pada minyak goreng setelah fortifikasi (ppm).
- c = kandungan karoten atau retinol palmitat yang ditambahkan untuk fortifikasi (ppm).

Perhitungan retensi karoten dan retinol palmitat pada minyak goreng fortifikasi setelah proses penggorengan adalah sebagai berikut:

$$R = (v1/v0) \times 100 \%$$

Keterangan:

- R = retensi karoten atau retinol palmitat (%).
- v0 = kandungan karoten atau retinol palmitat dalam minyak goreng fortifikasi awal.
- v1 = kandungan karoten atau retinol palmitat dalam minyak goreng fortifikasi setelah proses penggorengan.

### **Rancangan Percobaan dan Analisis Data**

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Faktor yang dilihat pengaruhnya terhadap percobaan ini adalah jenis fortifikan, pengulangan penggorengan dan jenis bahan pangan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diolah menggunakan uji ragam (ANOVA), kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* untuk melihat perlakuan mana yang memberikan efek berbeda.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Fortifikasi dan Recovery Karoten dan Retinol Palmitat**

Minyak goreng yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak goreng *branded* dengan kandungan karoten dan retinol palmitat (vitamin A) masing-masing adalah 0,5 ppm dan 0 ppm. Tabel 1 menunjukkan data

Tabel 1. *Recovery* karoten dan retinol pamiat pada minyak goreng fortifikasi.Table 1. *Recovery of carotene and retinol palmitate in fortified cooking oil.*

Parameter	Nilai (ppm)	Dosis fortifikasi (ppm)	<i>Recovery</i> (%)
Karoten	27,1	27,00	100
Retinol palmitat	25,2	25,08	100



Gambar 1. Minyak goreng tanpa fortikasi (a), minyak goreng terfortifikasi retinol palmitat 25 ppm (b) dan minyak goreng terfortifikasi karoten 27 ppm (c).

Figure 1. Cooking oil without fortification (a), fortified cooking oil with retinol palmitate of 25 ppm (b), and fortified cooking oil with carotene of 27 ppm ©.

kandungan karoten dan retinol palmitat pada minyak goreng setelah fortifikasi dan data *recovery*-nya pada proses fortifikasi. Penambahan karoten merubah warna minyak goreng menjadi kuning jingga (warna pada sel 1": 3,0/10 (*red/yellow*) berbeda dengan retinol palmitat (warna pada sel 1": 0,1/1,3 *red/yellow*) yang tidak merubah warna minyak goreng awal (0,1/1,3 *red/yellow*) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

#### Kualitas Minyak Goreng Fortifikasi Karoten dan Retinol Palmitat pada Penggorengan Berulang

##### **Komposisi asam lemak**

Tabel 2 menunjukkan komposisi asam lemak minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat selama penggorengan berulang. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan dan jenis pangan tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap komposisi

asam lemak minyak goreng. Perlakuan pengulangan penggorengan juga menunjukkan tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap komposisi asam lemak.

Selama penggorengan berulang menggunakan minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat tidak terjadi pembentukan asam lemak trans. Ini menunjukkan bahwa kualitas minyak terfortifikasi relatif aman dan sehat. Menurut Martin *et al.* (2007) bahwa pembentukan asam lemak trans selama penggorengan bahan pangan sangat dipengaruhi oleh temperatur dan lamanya waktu proses penggorengan. Tidak terbentuknya asam lemak trans pada penelitian ini dikarenakan oleh suhu penggorengan relatif rendah yaitu sebesar 150°C. Penggorengan pada suhu 150-165°C merupakan suhu yang optimal dalam menggoreng produk tahu karena apabila di bawah 150 °C produk gorengan masih mentah dan di atas 165°C produk gorengan sudah lewat matang (gosong) (Ilmi *et*

Tabel 2. Komposisi asam lemak (%) minyak goreng terfortifikasi selama penggorengan berulang.

Table 2. Fatty acid composition (%) of fortified cooking oil during repeated frying.

Minyak terfortifikasi karoten <sup>a</sup>																
Komposisi Asam Lemak	Awal (0)	Kentang <sup>a</sup>					Ayam <sup>a</sup>					Tahu <sup>a</sup>				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C16:0	36,5	37,4	37,0	36,8	37,1	36,8	37,1	37,3	37,1	38,0	37,4	36,9	37,2	37,1	37,1	36,8
C18:0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
C18:1trans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C18:1 cis	45,7	45,3	45,5	45,5	45,2	45,2	45,5	45,4	45,5	44,8	45,3	45,6	45,4	45,4	45,5	45,7
C18:2	11,8	11,4	11,5	11,6	11,6	11,7	11,3	11,3	11,3	11,1	11,2	11,4	11,4	11,4	11,3	11,5

  

Minyak terfortifikasi retinol palmitat <sup>a</sup>																
Komposisi Asam Lemak	Awal (0)	Kentang <sup>a</sup>					Ayam <sup>a</sup>					Tahu <sup>a</sup>				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C16:0	36,5	36,5	36,7	36,3	36,2	36,1	36,6	36,5	36,7	36,5	36,4	36,4	36,2	36,9	36,5	36,2
C18:0	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
C18:1 trans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C18:1 cis	45,7	45,6	45,4	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	45,5	45,7	45,7	45,8	46,0	45,4	45,8	46,0
C18:2	11,8	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	11,6	11,7	11,6	11,7	11,7	11,7	11,7	11,6	11,7	11,7

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.  
 Note: Type of fortificant, food type or number with the same letter shows no significant difference at the 5% test level.

al., 2015). Sartika (2009) melaporkan bahwa asam lemak trans mulai terbentuk setelah penggorengan kedua pada suhu penggorengan 200°C. Menurut Chen *et al.* (2014) bahwa asam lemak trans akan terbentuk pada suhu 200°C dalam jumlah kecil dan meningkat secara signifikan pada suhu 250°C. Aladedunye and Praybylski (2009) juga melaporkan bahwa pemanasan minyak pada 215°C dengan waktu 7 jam per hari selama 7 hari menurunkan *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) sekitar 50% dan asam lemak trans meningkat 2,5 kali.

**Kadar Air**

Tabel 3 menunjukkan kadar air pada minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat selama penggorengan berulang. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air. Jenis pangan memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air. Perlakuan pengulangan penggorengan pada ayam

juga menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kadar air berbeda dengan kentang dan tahu. Menurut Orthoefer *et al.* (1996) dalam Martianto *et al.* (2009a) bahwa penggorengan akan menyebabkan terjadinya penguapan air. Adanya penggorengan bahan pangan yang mengandung air menyebabkan dalam minyak goreng akan selalu mengandung air walaupun dalam jumlah kecil. Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng ayam memiliki kadar air relatif lebih tinggi dibandingkan kentang dan tahu dikarenakan oleh tekstur ayam cukup padat sementara kentang dan tahu memiliki pori-pori/rongga relatif besar. Minyak akan mudah masuk ke dalam bahan gorengan yang memiliki pori besar dan ukurannya kecil sehingga relatif cepat terjadinya penguapan air.

**Kadar Asam Lemak Bebas**

Kadar asam lemak bebas minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat selama penggorengan berulang ditunjukkan pada Tabel 4.



Tabel 3. Kadar air (%) minyak goreng terfortifikasi selama penggorengan berulang.

Table 3. Moisture (%) of fortified cooking oil during repeated frying.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	0,06 a	0,12 b	0,07 a	0,06 a	0,08 b	0,05 a
2	0,08 a	0,13 b	0,04 a	0,06 a	0,07 b	0,05 a
3	0,06 a	0,17 b	0,07 a	0,05 a	0,07 b	0,05 a
4	0,05 a	0,22 a	0,07 a	0,07 a	0,08 b	0,05 a
5	0,04 a	0,22 a	0,08 a	0,09 a	0,16 a	0,07 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

Tabel 4. Kadar asam lemak bebas (%) minyak terfortifikasi selama penggorengan berulang.

Table 4. Free fatty acid content (%) of fortified cooking oil during repeated frying.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	0,04 a	0,03 a	0,03 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a
2	0,05 a	0,03 a	0,03 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a
3	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a
4	0,05 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a
5	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a	0,04 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, food type or number with the same letter shows no significant difference at the 5% test level.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan, jenis pangan dan perlakuan pengulangan penggorengan tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar asam lemak bebas. Hal ini berarti bahwa kadar asam lemak bebas minyak goreng tidak berbeda pada penggorengan pertama hingga kelima dan antara jenis pangan kentang, ayam dan tahu serta jenis fortifikan karoten dan retinol palmitat.

Kadar asam lemak bebas minyak goreng selama penggorengan pertama hingga kelima sebesar 0,03-0,05% yang menunjukkan bahwa minyak goreng relatif stabil dan masih aman untuk dikonsumsi. Standar Nasional Indonesia minyak goreng mempersyaratkan kadar asam lemak bebas maksimum 0,3% (SNI 7709:2012, BSN, 2012). Menurut Choe and Min (2007)

bahwa peningkatan pengulangan penggorengan akan menimbulkan reaksi hidrolisis semakin cepat sehingga asam lemak bebas dalam minyak goreng akan meningkat. Razali dalam Tarmizi and Ismail (2008) melaporkan bahwa peningkatan asam lemak bebas sebesar 0,04-0,21% dapat terjadi setelah 40 jam penggorengan dan stabil antara 0,2-0,24 % sampai dengan 1900 jam. Kristot dalam Tarmizi and Ismail (2008) juga menambahkan bahwa kadar asam lemak bebas setelah penggorengan minyak selama 29 jam sebesar 0,21% dan setelah 40 jam sebesar 0,25%.

#### Bilangan Peroksida

Tabel 5 menunjukkan bilangan peroksida minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat

Tabel 5. Bilangan peroksida (mgeq/kg) minyak terfortifikasi selama penggorengan berulang.  
 Table 5. Peroxide value (mgeq/kg) of fortified cooking oil during repeated frying.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	9,6 b	6,6 b	2,9 c	3,7 d	3,5 d	1,4 e
2	8,8 b	5,4 b	5,6 b	5,8 c	6,0 c	2,5 d
3	9,6 b	5,9 b	6,1 b	8,1 b	8,6 b	3,7 c
4	10,3 b	7,1 b	7,1 b	8,8 b	9,3 b	5,6 b
5	11,1 a	8,8 a	8,6 a	10,2 a	10,4 a	6,7 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.  
 Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

selama penggorengan berulang. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan dan jenis pangan tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap bilangan peroksida. Perlakuan penggorengan berulang menunjukkan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap bilangan peroksida. Semakin lama jumlah penggorengan cenderung menyebabkan bilangan peroksida meningkat. Siswanto dan Mulasari (2015) juga melaporkan hal yang sama bahwa ada pengaruh frekuensi penggorengan terhadap peningkatan bilangan peroksida pada minyak goreng terfortifikasi dan tidak terfortifikasi. Hal ini dikarenakan oleh minyak terus mengalami pemanasan dengan waktu yang lebih tinggi dibandingkan penggorengan pertama. Pada saat pemanasan terjadi kontak minyak dengan oksigen yang menyebabkan terjadinya proses oksidasi (Martianto *et al.*, 2009a).

Menurut Choe and Min (2007) bahwa proses oksidasi dapat terjadi karena pemanasan dan autooksidasi namun laju oksidasi karena pemanasan lebih cepat dibandingkan autooksidasi. Proses oksidasi dapat terjadi pada suhu kamar maupun selama proses pengolahan menggunakan suhu tinggi. Beberapa produk dari reaksi oksidasi akan menguap, sedangkan sisanya masih berada di dalam minyak dan dapat mempercepat oksidasi lemak lebih lanjut (Lawson, 1995 dalam Martianto *et al.*, 2009a).

Minyak goreng pada penelitian ini dengan penggorengan keempat dan kelima untuk ketiga bahan pangan menunjukkan bilangan peroksida di bawah 10 meq/kg. Hal ini menunjukkan bahwa mutu

minyak goreng relatif stabil dan aman untuk dikonsumsi hingga penggorengan keempat bahkan kelima. Standar Nasional Indonesia minyak goreng mempersyaratkan bilangan peroksida yaitu maksimum 10 meq/kg (SNI 7709:2012, BSN, 2012). Razali dalam Tarmizi and Ismail (2008) menabahkan bahwa stabilitas minyak goreng pada pemanasan 100°C adalah 42 jam.

### Warna

Kadar warna (*red/yellow*) minyak terfortifikasi karoten pada sel 1 *inchi* adalah 3,0/10,0 sedangkan retinol palmitat adalah 0,1/1,3. Warna minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat selama penggorengan berulang ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan dan bahan pangan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap warna minyak goreng. Perlakuan pengulangan penggorengan ayam menggunakan minyak goreng terfortifikasi retinol palmitat juga menunjukkan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap warna. Sementara itu, warna minyak untuk menggoreng tahu menggunakan minyak goreng terfortifikasi karoten berbeda nyata dari penggorengan pertama hingga ketiga dengan keempat dan kelima sedangkan terfortifikasi retinol palmitat tidak berbeda nyata setiap pengulangan penggorengan.

### Retensi Karoten dan Vitamin A

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan, jenis pangan dan perlakuan pengulangan penggorengan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap

Tabel 6. Warna (*red/yellow*, sel 1 *inchi*) minyak terfortifikasi selama penggorengan berulang.Table 6. Color (*red/yellow*, sel 1 *inchi*) of fortified cooking oil during repeated frying.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	2,9/10,0 a	2,5/10,0 a	3,0/10,0 a	0,1/1,9 a	0,2/3,0 c	0,1/2,0 a
2	3,0/10,0 a	2,2/10,0 a	3,0/10,0 a	0,1/2,3 a	0,3/4,0 c	0,1/3,0 a
3	3,0/10,0 a	2,2/10,0 a	3,0/10,0 a	0,1/2,3 a	0,6/6,0 b	0,1/3,0 a
4	3,0/10,0 a	2,4/10,0 a	2,5/10,0 b	0,1/3,0 a	0,9/9,0 a	0,1/2,2 a
5	3,0/10,0 a	2,4/10,0 a	2,5/10,0 b	0,1/3,0 a	1/6,1 b	0,1/2,2 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

retensi karoten dan retinol palmitat pada minyak goreng. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa retensi karoten untuk produk tahu setelah penggorengan pertama berbeda nyata dengan penggorengan kedua, ketiga, keempat, dan kelima sedangkan untuk produk kentang dan ayam setelah penggorengan pertama dan kedua berbeda nyata dengan penggorengan ketiga, keempat dan kelima. Sementara itu, hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa retensi retinol palmitat untuk produk kentang dan ayam setelah penggorengan pertama berbeda nyata dengan penggorengan kedua, ketiga, keempat dan kelima sedangkan untuk produk tahu setelah penggorengan pertama tidak berbeda nyata dengan penggorengan kedua dan ketiga tetapi berbeda nyata dengan penggorengan keempat dan kelima.

Tabel 7 juga menunjukkan bahwa retensi karoten relatif lebih tinggi dibandingkan retinol palmitat. Retensi karoten pada penggorengan pertama, kedua, ketiga, keempat, dan kelima adalah pada kisaran 86-89%, 83-89%, 80-83%, 77-80%, dan 77-80%, sedangkan retinol palmitat adalah 68-100%, 58-97%, 51-89%, 50-84%, dan 40-75%. Favaro *et al.* (1991) dalam Hariyadi (2002) melaporkan bahwa retensi vitamin A pada minyak goreng akan menurun menjadi 81% setelah dilakukan dua kali pengulangan penggorengan, 71% setelah tiga kali, 52% setelah empat kali sampai menjadi 0 setelah 12 kali pengulangan penggorengan. Martianto *et al.* (2009a) juga melaporkan bahwa retensi vitamin A palmitat pada penggorengan pertama, kedua, dan ketiga masing-masing adalah 81-94%, 64-77% dan 51-63%.

Tabel 7. Retensi karoten (%) dan retinol palmitat (%) pada minyak goreng setelah penggorengan berulang.

Table 7. Retention of carotene (%) and retinol palmitate (%) of fortified cooking oil after repeated frying.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	86,1 a	88,9 a	88,9 a	67,9 a	98,6 a	99,7 a
2	86,1 a	88,9 a	83,3 b	57,9 b	74,6 b	96,5 a
3	80,6 b	83,3 b	83,3 b	50,7 b	72,6 b	88,7 a
4	80,6 b	77,8 c	77,8 c	49,7 b	70,5 b	84,0 b
5	77,8 b	77,8 c	77,8 c	46,7 b	39,7 c	74,6 b

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

Berbeda dengan hasil penelitian ini, Rao dalam Hasibuan dan Siahaan (2014) melaporkan bahwa retensi karoten menurun menjadi 83% setelah penggorengan satu kali, 28% setelah dua kali dan 6% setelah tiga kali penggorengan. Manorama (2014) juga menambahkan bahwa minyak yang mengandung karoten dipanaskan dan retensi karoten setelah dua kali penggorengan adalah 60% tetapi hilang sebesar 65-100% setelah tiga, empat dan lima kali penggorengan. Perbedaan retensi karoten dan vitamin A setiap perlakuan penggorengan dapat disebabkan oleh berbedanya suhu dan lamanya penggorengan.

Alyas *et al.* (2006) melaporkan bahwa minyak goreng merah yang dipanaskan pada suhu 200°C selama 30 menit diperoleh jumlah karoten yang terdegradasi sebesar 15% dari kadar awalnya namun dengan peningkatan lama pemanasan hingga 90-120 menit akan menyebabkan degradasi sebesar 59%. Hasibuan *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa pemanasan minyak berkadar karoten 30-50 ppm dan 75-100 ppm pada 180°C selama 30 menit menurunkan kadar karoten sebesar 35-40% dan 40-50%. Peningkatan pemanasan hingga 120 menit menyebabkan penurunan menjadi sebesar 60-81% dan 87%.

Menurut Martianto *et al.* (2009a) bahwa perbedaan yang nyata antara tiap penggorengan disebabkan oleh adanya proses kenaikan suhu pada saat pemanasan minyak di setiap penggorengan. Selain itu, terjadi penurunan suhu pada saat jeda waktu antara penggorengan pertama, kedua, ketiga, keempat dan

kelima atau selanjutnya. Hariyadi (2002) menyatakan bahwa oksidasi vitamin A akan lebih cepat terjadi karena adanya oksidasi minyak goreng. Sementara itu, karoten akan mudah terdegradasi apabila tidak ada bahan penyalut yang mampu menstabilkannya. Jia *et al.* (2007) melaporkan bahwa karoten yang hilang dengan diperkaya 1% minyak tidak teroksidasi, 1% minyak teroksidasi dan tanpa minyak selama 48 jam dengan penggunaan cahaya masing-masing adalah sebesar 11,2%, 80%, dan 100%. Namun dengan penambahan 100 ppm TBHQ mampu meningkatkan kestabilan karoten.

### Kualitas produk yang digoreng menggunakan minyak goreng fortifikasi

#### Kadar Air

Tabel 8 menunjukkan kadar air pada produk pangan menggunakan minyak terfortifikasi karoten dan retinol palmitat. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa fortifikan tidak memberikan pengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar air. Jenis pangan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar air. Perlakuan pengulangan penggorengan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air pada ketiga produk pangan. Kadar air produk pangan akan menurun setelah adanya proses penggorengan. Menurut Martianto *et al.* (2009a) bahwa wajan akan mentransfer panas sehingga menyebabkan air keluar dari produk yang digoreng dan kemudian akan diuapkan melalui permukaan produk. Air yang hilang selama penguapan kemudian akan diisi oleh minyak.

Tabel 8. Kadar air (%) produk gorengan.

Table 8. Water content (%) of the products fried in the oil.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
Mentah	60,9	66,1	71,8	60,9	66,1	71,8
1	34,5 a	45,8 a	50,3 a	24,9 a	41,5 a	54,3 a
2	31,1 a	44,6 a	55,5 a	21,1 a	47,5 a	50,0 a
3	31,7 a	49,6 a	50,7 a	26,7 a	50,6 a	52,4 a
4	35,9 a	48,4 a	54,4 a	23,4 a	40,9 a	50,2 a
5	36,1 a	50,6 a	50,1 a	26,3 a	53,2 a	51,5 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.



### Kadar Lemak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa fortifikan tidak memberikan pengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar lemak. Jenis pangan memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar lemak. Perlakuan pengulangan penggorengan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak produk pangan. Kadar lemak yang dikandung oleh produk kentang, ayam dan tahu yang telah digoreng masing-masing berkisar antara 15,4 – 23,5%, 9,2 – 11,5% dan 5,7 – 7,7%. Tabel 9 menunjukkan bahwa kadar lemak pada produk yang telah digoreng relatif meningkat kecuali ayam relatif sama dengan bahan mentahnya yang disebabkan oleh tekstur ayam lebih padat dan keras sehingga relatif sedikit minyak yang terserap. Penyerapan minyak ke dalam bahan pangan ini disebabkan oleh adanya proses penggorengan yang

memakai minyak goreng sebagai media penghantar (Martianto *et al.*, 2009a). Orthoefer *et al.* (1996) dalam Martianto *et al.* (2009a) menyatakan bahwa bentuk produk dan komposisi produk (kandungan lemak dan protein) mempengaruhi penyerapan minyak.

### Kadar Karoten dan Retinol Palmitat

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa fortifikan dan jenis pangan memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar karoten dan retinol palmitat yang dikandung oleh lemak pada produk gorengan. Tabel 10 menunjukkan bahwa kadar karoten dan retinol palmitat pada lemak produk yang telah digoreng relatif menurun dengan meningkatnya pengulangan penggorengan. Hal ini terjadi karena pemanasan yang tinggi dan waktu pemanasan yang berulang dan meningkat.

Tabel 9. Kadar lemak (%) produk gorengan.

Table 9. Fat content (%) of the products fried in the oil.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
Mentah	5,8	9,4	0,1	5,8	9,4	0,1
1	21,2 a	9,3 a	6,8 a	23,5 a	9,8 a	6,3 a
2	17,6 a	9,2 a	6,6 a	19,0 a	10,6 a	5,7 a
3	15,4 a	9,3 a	6,0 a	19,3 a	9,0 a	5,7 a
4	20,0 a	9,6 a	7,7 a	18,3 a	10,4 a	6,4 a
5	17,7 a	9,3 a	7,4 a	21,4 a	11,5 a	6,0 a

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

Tabel 10. Kadar karoten (ppm) dan retinol palmitat (ppm) pada lemak dalam produk gorengan.

Table 10. Carotene content (ppm) and retinol palmitate content (ppm) of fat in the products fried in the oil.

Penggorengan	Karoten <sup>a</sup>			Retinol palmitat <sup>a</sup>		
	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>b</sup>	Kentang <sup>b</sup>	Ayam <sup>a</sup>	Tahu <sup>c</sup>
1	24,0 a	23,0 a	27,0 a	15,3 a	22,3 a	22,3 a
2	21,0 a	21,0 a	26,0 b	11,9 b	17,0 b	21,3 a
3	20,0 a	22,0 a	19,0 c	11,6 b	16,2 b	19,0 b
4	20,0 a	23,0 a	15,0 c	11,4 b	15,8 b	18,0 b
5	20,0 a	23,0 a	14,0 c	10,4 b	9,9 c	17,2 b

Keterangan : Jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

Kandungan vitamin A yang dikandung minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat per 100 gram produk gorengan ditunjukkan pada Tabel 11. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis fortifikan dan jenis pangan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kandungan vitamin A per 100 gram produk gorengan. Sementara perlakuan pengulangan penggorengan tidak berbeda nyata kecuali pada produk kentang baik menggunakan

karoten maupun retinol palmitat pada penggorengan pertama. Hal ini dikarenakan oleh tingginya penyerapan minyak produk kentang dan retensi karoten atau retinol palmitat pada penggorengan pertama. Martianto *et al.* (2009a) juga menyatakan bahwa kontribusi vitamin A lebih tinggi pada penggorengan pertama menggunakan minyak goreng dari pada minyak yang digunakan pada penggorengan berikutnya.

Tabel 11. Kandungan vitamin A dalam produk gorengan.

Table 11. Vitamin A content in the products fried in the oil.

Fortifikan	Jenis Pangan	Penggorengan ke-	Vitamin A ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	AKG per hari untuk vitamin A ( $\mu\text{g}$ )	Kontribusi per 100 g terhadap AKG (%)
Karoten <sup>a</sup>	Kentang <sup>a</sup>	1	849,7 a	500	169,9
		2	617,2 b		123,4
		3	514,4 b		102,9
		4	668,0 b		133,6
		5	591,2 b		118,2
	Ayam <sup>b</sup>	1	357,2 a		71,4
		2	322,6 a		64,5
		3	341,7 a		68,3
		4	368,7 a		73,7
		5	357,2 a		71,4
Retinol palmitat <sup>b</sup>	Tahu <sup>b</sup>	1	306,6 a	61,3	
		2	286,6 a	57,3	
		3	190,4 a	38,1	
		4	192,9 a	38,6	
		5	173,0 a	34,6	
	Kentang <sup>a</sup>	1	647,2 a	129,4	
		2	407,0 b	81,4	
		3	403,0 b	80,6	
		4	375,5 b	75,1	
		5	400,6 b	80,1	
Ayam <sup>b</sup>	1	393,4 a	78,7		
	2	324,4 a	64,9		
	3	262,4 a	52,5		
	4	295,8 a	59,2		
	5	204,9 a	41,0		
Tahu <sup>b</sup>	1	252,9 a	50,6		
	2	218,5 a	43,7		
	3	194,9 a	39,0		
	4	207,4 a	41,5		
	5	185,8 a	37,2		

Keterangan: jenis fortifikan, jenis pangan atau angka dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5%,

Note: Type of fortificant, type of food or number with different letter shows significantly different at the 5% test level.

AKG = angka kecukupan gizi

Recommended Dietary Allowances (DRA)



Minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat memberikan kontribusi masing-masing sebesar 34,6-169,9% dan 37,2-129,4% per 100 gram produk gorengan terhadap Angka Kecukupan Vitamin A per hari untuk anak usia 7-9 tahun. Kontribusi terbesar diberikan oleh kentang hasil penggorengan pertama sedangkan kontribusi terkecil diberikan oleh tahu hasil penggorengan kelima. Martianto *et al.* (2009a) juga melaporkan bahwa kontribusi minyak goreng terfortifikasi vitamin A 20 ppm pada produk gorengan sebesar 17,87-55,62% per 100 gram produk gorengan. Tingginya kontribusi vitamin A yang diperoleh pada penelitian ini karena kadar karoten dan retinol palmitat relatif lebih besar dibandingkan yang digunakan oleh Martianto *et al.* (2009a) selain itu bahan pangan yang digoreng juga berbeda. Martianto *et al.* (2009a) menggunakan bahan pangan berupa roti lasuna, roti kambu, jalangkote, dan ikan kembung como.

## KESIMPULAN

Stabilitas karoten sebagai fortifikan pada minyak goreng sawit dengan penggorengan berulang pada suhu 150°C relatif tinggi dan berbeda nyata terhadap retinol palmitat. Pengulangan penggorengan dan jenis pangan memberikan pengaruh yang nyata terhadap retensi karoten dan retinol palmitat. Karoten sebagai fortifikan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kualitas minyak goreng selama penggorengan dibandingkan dengan retinol palmitat.

## SARAN

1. Karoten dari minyak sawit merah dapat digunakan sebagai alternatif bahan fortifikan minyak goreng sawit.
2. Penelitian lebih lanjut untuk deteksi senyawa hasil samping dari minyak goreng sawit terfortifikasi karoten dan retinol palmitat setelah penggorengan.
3. Penelitian lebih lanjut untuk uji aktivitas vitamin A minyak goreng terfortifikasi karoten dan retinol palmitat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achadi, E., S. Arifah, S. Muslimatun, T. Anggondowati, and A. Setiarini. 2010. Efektivitas program fortifikasi minyak goreng dengan vitamin A terhadap status gizi anak sekolah di Kota Makasar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. 4(6): 255-261.
- Aladedunye, F.A. and R. Przybylski. 2009. Degradation and nutritional quality changes of oil during frying. *Journal of American Oil Chemists Society*. 86: 149-156.
- Alyas, S.A., A. Abdullah, and N.A. Idris. 2006. Changes of  $\beta$ -Carotene content during heating of red palm olein. *Journal of Palm Oil Research. Special Issue-April 2006*. P. 99-102.
- Andarwulan, N., D. Gitaprawati, A. Lailou, D. Fitriani, P. Hariyadi, R.M. Pfanner, and D. Martianto. 2014. Quality of vegetable oil prior to fortification is an important criteria to achieve a health impact. *Nutrients*. 6: 5051-5050.
- 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.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 7709:2012. Minyak goreng.
- Boonme, P. and V.B. Junyaprasert. 2010. Characterization and stability of vitamin A palmitate microemulsions composed of isopropyl palmitate, water and polyoxyethylene-10-oleyl ether. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science*. 37(3-4): 21-28.
- Burri, B.J. and A.J. Clifford. 2004. Carotenoid and retinoid metabolism: Insights from isotop studies. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 430: 110-119.
- Burri, B.J. 2012. Evaluating global barriers to the use of red palm oil as an intervention food to prevent vitamin A deficiency. *Comprehensive Reviews to Food Science and Food Safety*. 11. doi: 10.1111/j.1541-4337.2011.00181.x: 221-232.

- Chen, Y., Y. Yang, S. Nie, X. Yang, Y. Wang, M. Yang, C. Li, and M. Xie. 2014. The analysis of trans fatty acid profiles in deep frying palm oil and chicken fillets with an improved gas chromatography method. *Food Control*. 44: 191-197.
- Choe, E. and D.B. Min. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Sciences*. 72 (5): 77-86.
- Departemen Kesehatan R.I. 2003. Deteksi dan tatalaksana kasus xeroftalmia: Pedoman bagi tenaga kesehatan. Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat-Direktorat Gizi Masyarakat.
- Dwiyanti, H., H. Riyadi, R. Rimbawan, E. Damayanthi, A. Sulaeman, and E. Handharyani. 2013. Effect of feeding palm sugars enriched with cpo and rpo on liver retinol and IgG concentration of vitamin A depletion rats. *Pakistan Journal of Nutrition*. 12(12): 1042-1049.
- Hariyadi, P. 2002. Kelayakan teknis fortifikasi vitamin A pada minyak goreng. Hardiansyah, L. Amalia, & B. Setiawan (Eds.). Dalam *Fortifikasi Tepung Terigu dan Minyak Goreng* (hlm. 71 – 82). Bogor: Pusat Studi Kebijakan Pangan dan Gizi IPB.
- Hariyadi, P. 2013. Lima alasan mengapa SNI minyak goreng perlu direvisi. *Food Review Indonesia*. 8(3): 26-27.
- Hariyadi, P. 2014. Vitamin A fortification of palm cooking oil: a continuing controversy. *Proceeding of International Oil Palm Conference (IOPC): Product Development and Process Technology*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Hasibuan, H.A., D. Siahaan, dan I.B. Sumatri. 2009. Toksisitas akut pada mencit (*Mus musculus*) konsentrat karoten kelapa sawit hasil proses terpadu solvolytic micellization dan destilasi molekuler. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*.
- Hasibuan, H.A., M. Rivani, dan A. Lubis. 2013. Studi stabilitas  $\beta$ -karoten yang digunakan sebagai bahan fortifikasi minyak goreng kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 18(3): 91-95.
- Hasibuan, H.A. dan D. Siahaan. 2014. Review standar minyak goreng sawit diperkaya karoten terkait fortifikasi vitamin A sebagai revisi SNI 031-3741-2002. *Jurnal Standardisasi, Majalah Ilmiah Standardisasi*. 16: 65-76.
- Ilmi, I.M.B., A. Khomsan, dan S.A. Marliyati. 2015. Kualitas minyak goreng dan produk gorengan selama penggorengan di rumah tangga Indonesia. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 4(2): 61-65.
- Jia, M., H.J. Kim, and D.B. Min. 2007. Effects of soybean oil and oxidized soybean oil on the stability of  $\beta$ -Carotene. *Food Chemistry*. 103: 695-700.
- Kementerian Kesehatan RI. 2015. InfoDatin: Situasi dan analisis gizi. Pusat Data dan Informasi.
- Manorama, K. 2014. Potential use of red palm oil in combating vitamin A deficiency in India. *Indian Journal of Community Health*. 26(1): 45-53.
- Marliyati, S.A., Hardiansyah, dan N. Rucita. 2010. Pemanfaatan RPO (red palm oil) sebagai provitamin A alami pada produk mi instan untuk anak balita. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 5(1): 31-38.
- Martianto, D., S.A. Marliyati, dan A.A. Arafah. 2009a. Retensi vitamin A pada minyak goreng curah yang difortifikasi vitamin A dan produk gorengannya. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(2): 83-89.
- Martianto, D., S.A. Marliyati, Retnaningsih, dan H.T. Mulyono. 2009b. Studi penerimaan dan preferensi konsumen terhadap minyak goreng curah yang difortifikasi vitamin A. *Jurnal Ilmu Kel. dan Kons*. 2(10): 86-95.
- Martin, C.A., M.C. Milinsk, J.V. Visentainer, M. Matsushita, and N.E. De-Souza. 2007. Trans fatty acid-forming processes in foods: A Review. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 79(2): 343-350.
- MPOB. 2004. MPOB test method: A compendium of test on palm oil products, palm kernel products, fatty acids, food related products and others.



- Nadimin dan A. Tamrin. 2013. Pengaruh fortifikasi vitamin A pada minyak goreng curah terhadap tingkat kepuasan konsumen pada makanan gorengan. *Media Gizi Pangan*. 15(1): 62-69.
- Nurmalasari, T. 2013. Penerimaan dan preferensi rumah tangga dan jasa boga terhadap minyak goreng curah yang difortifikasi karoten dari red palm olein (RPO). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Sandjaja, I. Jusat, A.B. Jahari, Idrad, M.K. Htet, R.L. Tilden, D. Soekarjo, B. Utomo, R.M. Pfanner, Soekirman, and E.L. Korenromp. 2013. Vitamin A-fortified cooking oil reduces vitamin A deficiency in infants, young children and women: Results from a programme evaluation in Indonesia. *Public Health Nutrition*. Doi: 10.1017/S136898001400322X: 1-12.
- Sartika, R.A.D. 2009. Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (deep frying) terhadap pembentukan asam lemak trans. *Makara Sains*. 13(1): 23-28.
- Siahaan, D., H.A. Hasibuan, M. Rivani, dan F.R. Panjaitan. 2008. Karakteristik CPO Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 16(1): 27-37.
- Siswanto, W. dan S.A. Mulasari. 2015. Pengaruh frekuensi penggorengan terhadap peningkatan peroksida minyak goreng curah dan fortifikasi vitamin A. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 9(1): 1-10.
- Souganidis, E., A. Lailou, M. Leyvraz, and R.M. Pfanner. 2013. A Comparison of retinyl palmitate and red palm oil  $\beta$ -Carotene as strategies to address vitamin a deficiency. *Nutrients*. 5: 3275-3271.
- Tarmizi, A.H.A. and R. Ismail. 2008. Comparison of the frying stability of standard palm olein and special quality palm olein. *Journal of American Oil Chemists Society*. 85: 245-251.
- Zeba, A.N., Y.M. Prevel, I.T. Somee, and H.F. Delisle. 2006. The positive impact of red palm oil in school meals on vitamin A status: Study in Burkina Faso. *Nutrition Journal*. 5(17): 1-10.