

VOLUME 15, NOMOR 3 SEPTEMBER 2021

ISSN: 1907-8056  
e-ISSN: 2527-5410

# AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

## **AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian**

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

### **Editor In Chief**

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Editorial Board**

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Managing Editor**

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Assistant Editor**

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

### **Alamat Redaksi**

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: [Agrointek@trunojoyo.ac.id](mailto:Agrointek@trunojoyo.ac.id)

## KATA PENGANTAR

Salam,

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, kami terbitkan Agrotek edisi September 2021. Di tengah pandemi yang berkepanjangan ini, ilmuwan Indonesia masih tetap berkarya. Pada edisi kali ini 32 artikel hasil penelitian, yang terdiri dari 11 artikel dari bidang pengolahan pangan dan nutrisi, sistem manajemen, rantai pasok, dan pengendalian kualitas; 3 artikel tentang rekayasa pangan, dan 2 artikel tentang manajemen limbah. Para penulis berasal dari berbagai institusi pendidikan dan penelitian di Indonesia.

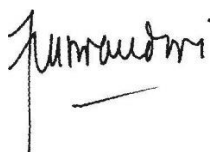
Kami mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan penelaah yang telah bekerja keras untuk menyiapkan manuskrip hingga final. Kami juga berterimakasih kepada ibu dan bapak yang memberi kritik dan masukan berharga bagi Agrotek.

Untuk menyiapkan peringkat jurnal Agrotek di masa depan, kami berharap kontribusi para peneliti untuk mengirimkan manuskrip dalam bahasa Inggris. Semoga kita akan mampu menerbitkan sendiri karya-karya unggul para ilmuwan Indonesia.

Selamat berkarya.

Salam hormat

Prof. Umi Purwandari





## PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA MINYAK SELAMA PENGGORENGAN DENGAN METODE *DEEP FAT FRYING*: KAJIAN LITERATUR

Moh. Taufik<sup>1\*</sup>, Yoni Atma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centre for Science and Technology, Universitas Islam Negeri Raden Mas Said Surakarta, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia.*

<sup>2</sup>*Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Bioindustri, Universitas Trilogi, Jakarta, Indonesia.*

### Article history

*Diterima:*

18 April 2021

*Diperbaiki:*

27 April 2021

*Disetujui:*

11 Juni 2021

### Keyword

*deep fat frying;  
physicochemical  
properties; frying oil.*

### ABSTRACT

*Deep fat frying is a popular frying method in the world. There are several chemical reactions that occur during the frying process, namely oxidation, hydrolysis and polymerization. These reactions will influence to the physicochemical properties of the oil, such as increasing-decreasing in the peroxide value, an increasing in free fatty acids, a decreasing in the iodine value, an increasing in viscosity and a decrease in the smoke point. The types of oil will affect to the stability of physicochemical properties. Oils rich in unsaturated fatty acids tend to have low heating stability. The type of fried food will also affect the stability of the oil used. Animal-based food (chicken, chicken nuggets and cod) tend to cause oil deterioration more quickly than plant-based foods (potato and banana).*

© hak cipta dilindungi undang-undang

---

\* Penulis korespondensi  
Email : filik\_fik36@yahoo.co.id  
DOI 10.21107/agrointek.v15i3.10436

## PENDAHULUAN

Salah satu metode pengolahan pangan yang sudah lama digunakan adalah penggorengan (Bordin *et al.*, 2013; Oke *et al.*, 2018). Produk yang dihasilkan dari penggorengan termasuk produk yang populer karena memiliki tekstur dan aroma yang unik dan menarik (Honerlaw *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2020). Pada penggorengan digunakan minyak yang berperan sebagai media penggorengan panas. Minyak tersebut umumnya berasal dari minyak nabati yang berasal dari bagian-bagian tertentu dari tanaman. Menurut Braga *et al.* (2019) komposisi asam lemak dari masing-masing minyak berbeda-beda, akan tetapi terdapat satu asam lemak dominan pada masing-masing minyak nabati tersebut. Komposisi asam lemak yang berbeda-beda tersebut secara langsung akan mempengaruhi sifat fisikomianya.

Penggorengan melibatkan perpindahan kalor dan massa yang akan mempengaruhi sifat sensoris dan juga nutrisi dari produk (Choe dan Min, 2007; Ziaififar *et al.*, 2008). Zhang *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa selama proses penggorengan akan terjadi dua hal, yaitu pemasakan dan dehidrasi. Pemasakan akan memicu beberapa reaksi kimia yang diinduksi oleh panas seperti gelatinisasi pati, denaturasi protein, reaksi Maillard dan karamelisasi, sedangkan dehidrasi terjadi karena proses penggorengan terjadi pada suhu diatas 100 °C dan terjadi penguapan air.

Minyak yang berperan sebagai media perpindahan panas juga akan mengalami perubahan sifat fisikokimia selama proses penggorengan. Hal ini dipicu oleh penggunaan suhu tinggi sehingga terjadi beberapa reaksi seperti reaksi oksidasi, polimerisasi dan degradasi termal (Gloria dan Aguilera, 1998). Perubahan sifat fisikokimia tersebut juga dipengaruhi oleh metode penggorengan yang digunakan. Metode penggorengan berdasarkan jumlah minyak yang digunakan dapat kita bagi menjadi dua jenis, yaitu *pan frying* dan *deep frying*, sedangkan berdasarkan kondisi prosesnya, penggorengan dapat kita bagi menjadi tiga jenis, yaitu penggorengan pada kondisi tekanan atmosfer, penggorengan pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer, dan penggorengan pada kondisi vakum (Pudjihastuti *et al.*, 2019).

Pada kajian literatur ini akan dibahas perubahan sifat fisikokimia dari beberapa minyak selama penggorengan beberapa jenis bahan

makanan dengan metode *deep fat frying*. Pemilihan metode tersebut karena termasuk metode yang paling banyak digunakan dalam proses penggorengan (Asadi dan Farahmandfar, 2019; Zhang *et al.*, 2020).

## METODE

Kajian literatur ini meliputi beberapa tahapan, yaitu (1) Pencarian artikel. Pencarian artikel dilakukan menggunakan mesin pencari, *google search*. *Keyword* yang digunakan dalam pencarian ini adalah kata berhubungan dengan tema kajian literatur. (2) Seleksi artikel jurnal. Artikel yang telah terkumpul kemudian diseleksi berdasarkan beberapa kriteria, yaitu (a) Metode penggorengan yang digunakan, yaitu *deep fat frying* pada kondisi tekanan atmosfer, (b) Jenis bahan makanan yang digoreng, yaitu bahan hewani atau nabati, (c) Kelengkapan informasi tentang kondisi proses penggorengan (suhu dan waktu) yang digunakan, (d) Kelengkapan informasi tentang perubahan sifat fisikokimia dari minyak selama penggorengan. (3) Analisis data. Artikel yang telah terpilih kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis minyak dan jenis bahan yang digoreng, setelah itu dianalisis agar diperoleh kajian literatur yang komperhensif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Deep fat frying* didefinisikan proses pemasakan makanan dengan cara merendam dalam minyak panas (Moreira, 2007). Metode *deep fat frying* merupakan metode yang umum digunakan (Zahir *et al.*, 2017). Hal ini karena metode ini menghasilkan produk makanan yang memiliki *flavor* yang dikehendaki dan tekstur yang krispi. Bordin *et al.* (2013) menyatakan bahwa metode penggorengan ini banyak digunakan di industri karena biaya murah dan permintaannya yang cukup tinggi.

*Deep fat frying* dapat dioperasikan dengan sistem *batch* atau kontinu. Sistem *batch* umumnya digunakan pada skala produksi yang kecil, sedangkan sistem kontinu digunakan pada skala yang lebih besar. Suhu yang digunakan dalam penggorengan metode *deep fat frying* berkisar 160–180 °C (Banerjee dan Sahu, 2017) atau 150–200 °C (Combe dan Rossignol-Castera, 2010). Suhu tertinggi terletak di pinggir makanan yang mendekati minyak, sedangkan suhu dibagian tengah makanan berkisar antara 101 dan 103 °C (Bordin *et al.*, 2013).

Penggunaan suhu yang tinggi pada *deep fat frying* akan memicu terjadinya beberapa reaksi kimia pada minyak yang digunakan sebagai media perpindahan panas. Reaksi kimia tersebut pada akhirnya akan mempengaruhi perubahan sifat fisikokimia minyak. Oleh karena itu, pembahasan pada kajian literatur ini difokuskan pada reaksi kimia yang terjadi pada minyak dan perubahan sifat fisikokimia minyak selama penggorengan dengan metode *deep fat frying*.

### Reaksi Kimia pada Minyak

Minyak goreng akan mengalami kerusakan selama proses penggorengan. Kerusakan tersebut ditandai dengan perubahan warna menjadi kecokelatan, lebih kental, berbusa, berasap, serta meninggalkan aroma yang tidak disukai (Herlina *et al.*, 2017). Hal ini karena selama proses penggorengan akan terjadi beberapa reaksi kimia seperti reaksi hidrolisis, oksidasi dan polimerisasi (Choe dan Min, 2007; Aniołowska dan Kita, 2015).

### Hidrolisis

Hidrolisis terjadi pada minyak karena adanya air yang berasal dari minyak dalam jumlah kecil atau bahan makanan yang mengalami proses penggorengan. Air tersebut akan menyerang ikatan ester trigliserida dan menghasilkan diasilgliserol dan monoasilgliserol, gliserol, dan asam lemak bebas (Choe dan Min, 2007). Menurut Crosa *et al.* (2014) reaksi hidrolisis selama proses penggorengan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu komposisi asam lemak dan suhu penggorengan. Nayak *et al.* (2015) menambahkan bahwa suhu minyak, luas permukaan antara minyak dan fase air, jumlah air dan uap akan mempengaruhi peningkatan reaksi hidrolisis.

Komposisi asam lemak akan mempengaruhi reaksi hidrolisis. Hidrolisis lebih cenderung terjadi pada asam lemak pendek dan tak jenuh dibandingkan dengan asam lemak panjang dan jenuh. Hal ini karena asam lemak pendek dan tak jenuh lebih larut dalam air (Choe dan Min, 2007). Salah satu produk dari reaksi hidrolisis adalah asam lemak bebas yang jumlahnya meningkat seiring dengan lamanya proses penggorengan (Chung *et al.*, 2004). Asam lemak bebas tersebut dapat dijadikan indikator untuk melihat kualitas minyak (Omer *et al.*, 2014; Oke *et al.*, 2017).

### Oksidasi

Oksidasi yang terjadi pada minyak akan menyebabkan perubahan kualitas nutrisi dari lemak dan minyak (Farahmandfar *et al.*, 2015).

Oksidasi terjadi karena adanya serangan oksigen terhadap gliserida dan terjadi pada semua jenis lemak tak jenuh (Sangale dan Daptere, 2014). Reaksi ini akan berkontribusi pada pembentukan produk dekomposisi yang mudah menguap dan tidak mudah menguap (Omer *et al.*, 2014). Menurut Sharoba dan Ramadan (2012) produk dekomposisi yang tidak menguap dihasilkan dari oksidasi dan polimerisasi asam lemak tidak jenuh.

Menurut Nayak *et al.* (2015) terdapat tiga jenis oksidasi, yaitu autooksidasi, oksidasi termal dan oksidasi fotosensitisasi. Reaksi oksidasi utama yang terjadi pada saat penggorengan adalah oksidasi termal. Oksidasi termal terjadi karena pemanasan pada suhu tinggi lebih dari 180 °C (Marinova *et al.*, 2012). Menurut Mulasari dan Utami (2012) oksidasi termal terjadi karena adanya paparan panas dan udara, sehingga menghasilkan peroksida.

Reaksi oksidasi dapat dibagi tiga tahap, yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi (Frankel, 2005). Inisiasi merupakan tahap awal yang akan membentuk radikal asam lemak bebas ( $R\cdot$ ). Pada tahap propagasi, akan terjadi konversi radikal bebas yang terbentuk pada tahap inisiasi menjadi bentuk radikal bebas lain, seperti peroksi radikal bebas ( $ROO\cdot$ ). Tahap terakhir adalah terminasi yang akan menghasilkan hidroperoksida lemak ( $ROOH$ ). Pada tahap ini akan terjadi reaksi antar radikal, sehingga terbentuk radikal yang lebih stabil (Martínez-Yusta *et al.*, 2014).

### Polimerisasi

Menurut Oke *et al.* (2017) produk penguraian utama minyak goreng adalah senyawa polar non volatil dan juga dimer dan polimer dari trigliserida. Menurut Tompkins dan Perkins (2000) polimer dapat berupa dimer, trimer, dan polimer dengan berat molekul yang lebih tinggi. Polimer dihasilkan dari polimerisasi termal yang terjadi karena adanya panas baik dengan adanya oksigen maupun tidak. Panas dari penggorengan metode *deep fat frying* akan memutus molekul minyak atau asam lemak. Minyak atau asam lemak yang telah terputus tersebut saling bereaksi dan berikatan membentuk molekul polimer (Gupta, 2005). Molekul polimer yang berukuran besar tersebut akan mengakibatkan tingkat kejernihan minyak semakin menurun (Serjouie *et al.*, 2010).

Menurut Khor *et al.* (2019) pengukuran trigliserida yang terpolimerisasi merupakan ukuran paling sesuai untuk mengukur tingkat oksidasi.

Dimerisasi dan polimerisasi yang terjadi dalam penggorengan dengan metode *deep fat frying* termasuk reaksi radikal (Oke *et al.*, 2017).

### **Perubahan Sifat Fisikokimia Minyak**

Mutu minyak goreng dapat diamati dengan melihat sifat fisikokimia. Menurut Sharoba dan Ramadan (2012) beberapa metode telah dikembangkan berdasarkan sifat fisikokimia untuk melihat kerusakan pada minyak selama proses penggorengan dengan metode *deep fat frying*. Beberapa sifat kimia yang dapat digunakan untuk melihat kerusakan minyak adalah bilangan peroksida, asam lemak bebas dan bilangan iodin, sedangkan sifat fisik adalah viskositas dan bilangan asap. Nilai rata-rata (tanpa standar deviasi) sifat fisikokimia beberapa jenis minyak sebelum dan sesudah penggorengan yang digunakan untuk menggoreng beberapa jenis bahan dapat dilihat pada Tabel 1.

### **Bilangan Peroksida**

Peroksida merupakan produk hasil reaksi oksidasi minyak. Menurut Dobarganes dan Velasco (2002) dan Park dan Kim (2016) peroksida terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi minyak dan akan mengalami reaksi lanjutan dan terkonversi menjadi produk lain yang mudah menguap (*volatile*) dan tidak mudah menguap. Jumlah peroksida tersebut dapat diketahui dengan menggunakan parameter bilangan peroksida. Bilangan peroksida merupakan salah satu parameter mutu minyak yang sering digunakan dalam industri pangan (Dobarganes dan Velasco, 2002). Menurut de Almeida *et al.* (2019) dan Debnath *et al.* (2012) bilangan peroksida dapat digunakan sebagai indikator tingkat oksidasi pada minyak.

Hasil penelitian Karouw dan Indrawanto (2015), Abdulkarim *et al.* (2007), Almrhag dan Abookleesh (2016), Goburdhun *et al.* (2000), Mongi *et al.* (2016), Tsaknis dan Lalas (2002) dan Ali *et al.* (2014) menunjukkan nilai bilangan peroksida meningkat dan ketika mencapai puncaknya maka akan turun. Hal ini karena terjadi degradasi peroksida yang bersidat tidak stabil menjadi aldehida dan keton, sebagai senyawa sekunder turunan dari oksidasi minyak (Almrhag dan Abookleesh, 2016). Hal ini berarti bilangan peroksida tidak bisa dijadikan patokan untuk mengukur kerusakan dari minyak selama proses penggorengan (Shahidi dan Wanasundara, 2002).

Besarnya nilai bilangan peroksida dipengaruhi oleh jumlah asam lemak tidak jenuh yang terdapat pada minyak sebagai medium penggorengan. Menurut Abdulkarim *et al.* (2007) derajat ketidakjenuhan minyak akan mempengaruhi stabilitas minyak tersebut selama proses penggorengan. Hasil penelitian Almrhag dan Abookleesh (2016) menunjukkan nilai bilangan peroksida pada penggorengan yang menggunakan minyak olein sawit lebih kecil dibandingkan minyak jagung dan minyak kedelai. Hal ini kemungkinan disebabkan jumlah asam lemak tidak jenuh pada minyak jagung dan minyak kedelai lebih besar dibandingkan minyak sawit. Hasil penelitian lain, Abdulkarim *et al.* (2007), menunjukkan minyak kanola memiliki stabilitas oksidasi yang lebih rendah dibandingkan minyak kedelai karena minyak kanola memiliki persentase asam linolenat lebih tinggi. Almrhag dan Abookleesh (2016) menyatakan bahwa asam linoleat bersifat tidak stabil dan cepat teroksidasi. Semakin banyak asam lemak tidak jenuh, yaitu C18:2 and C18:3, maka akan makin cepat mencapai puncak nilai bilangan peroksida (Abdulkarim *et al.*, 2007).

Besarnya bilangan peroksida juga dipengaruhi oleh bahan yang digoreng. Hasil penelitian Goburdhun *et al.* (2000) menunjukkan minyak kedelai yang digunakan untuk menggoreng kentang mengalami kenaikan sampai proses penggorengan menit ke-315, sedangkan minyak kedelai yang digunakan untuk menggoreng ayam sedikit mengalami kenaikan pada awal proses penggorengan yang kemudian diikuti penurunan bilangan peroksida. Hasil penelitian Almrhag dan Abookleesh (2016) juga menunjukkan pola yang hampir sama, yaitu minyak jagung, minyak kedelai dan minyak sawit yang digunakan untuk menggoreng ayam lebih cepat mengalami proses penurunan bilangan peroksida dibandingkan dengan minyak yang digunakan untuk menggoreng kentang. Hal ini kemungkinan karena minyak atau lemak dari ayam bermigrasi ke dalam media penggorengan, sehingga jumlah asam lemak tidak jenuh pada minyak meningkat. Hal ini berakibat semakin cepat mencapai puncak bilangan peroksida yang kemudian diikuti penurunan bilangan peroksida tersebut.

Tabel 1 Perubahan karakteristik fisikokimia dari beberapa minyak yang digunakan untuk menggoreng beberapa jenis bahan yang berbeda (nilai rata-rata, tanpa standar deviasi)

Jenis Minyak	Jenis Bahan	Kondisi Penggorengan	Bilangan peroksida (meq/Kg)		Asam lemak bebas (%)		Bilangan iod (g/100 g)		Viskositas (cp)		Bilangan asap (°C)		Sumber
			sebelum m	sesudah h	sebelum m	sesudah h	sebelum m	sesudah h	sebelum m	sesudah h	sebelum m	sesudah h	
Minyak Sawit	Kentang	170°C; 10 sesi; 15 menit/sesi	0,59	0,91	0,26	0,32							Karouw dan Indrawanto (2015)
	Kentang	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	1,64	17,20			60,99	55,18					Almrhag dan Abookleesh (2016)
	Kentang	185 ±5°C; 5 sesi (1 sesi/hari); 6 jam/sesi	6,8	34,55	0,16	0,93	51,2	44,6			212,0	177,5	Fan <i>et al.</i> (2013)
	Kentang	185 ±5°C; 5 sesi (1 sesi/hari); 6 jam/sesi	2,25	3,25	0,19	0,55	56,8	53,7	90,0	108,7			Abdulkarim <i>et al.</i> (2007)
	Pisang	180°C; 15 sesi; 20-25 menit/sesi			0,17	0,38							Mongi <i>et al.</i> (2016)
	Ayam	174-186°C; 10 sesi; 5 menit/sesi	1,595	5,623	1,595	5,623							Aminullah <i>et al.</i> (2018)
	Ayam	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	1,64	10,80			60,99	56,98					Almrhag dan Abookleesh (2016)
Minyak Kedelai	Kentang	180°C; 0-315 menit	6,6	12,6	0,154	0,219	140,3	134,8					Goburdhun <i>et al.</i> (2000)
	Kentang	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	2,24	23,16			128,5	123,37					Almrhag dan Abookleesh (2016)
	Kentang	185 ±5°C; 5 sesi (1 sesi/hari); 6 jam/sesi	3,05	2,25	0,22	0,54	116,9	111,7	74,4	95,9			Abdulkarim <i>et al.</i> (2007)
	Ayam	180°C; 0-315 menit	6,6	5,5	0,154	0,279	140,3	129,6					Goburdhun <i>et al.</i> (2000)
	Ayam	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	2,24	15,20			128,5	122,07					Almrhag dan Abookleesh (2016)
Minyak Kelapa	Kentang	170°C; 10 sesi; 15 menit/sesi	0,46	0,91	0,19	0,20							Karouw dan Indrawanto (2015)
	Pisang	180°C; 15 sesi; 20-25 menit/sesi	0,76	7,50									Mongi <i>et al.</i> (2016)
Minyak Kanola	Kentang	185 ±5°C; 5 sesi (1 sesi/hari); 6 jam/sesi	2,42	2,75	0,11	0,35	109,9	103,0	79,2	110,9			Abdulkarim <i>et al.</i> (2007)
	Nugget	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 8 jam/sesi	2,84	6,81	0,15	0,42	103,34	95,70	30,01	49,11			Ali <i>et al.</i> (2014)
Minyak Jagung	Kentang	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	2,12	20,15			120,83	114,44					Almrhag dan Abookleesh (2016)
	Ayam	185 ±5°C; 3 sesi (1 sesi/hari); 5 jam/sesi	2,12	16,00			120,83	111,17					Almrhag dan Abookleesh (2016)
Minyak Kelor ( <i>cold press</i> )	Kentang	175 ±5°C; 25 sesi; 6 menit/sesi			1,22	1,76	65,93	65,15	94,15	95,01	200	196	Lalas <i>et al.</i> (2006)
	Ikan cod	175 ±5°C; 25 sesi; 8 menit/sesi			1,22	1,99	65,93	65,10	94,15	95,31	200	194	Lalas <i>et al.</i> (2006)



### Asam Lemak Bebas

Proses penggorengan akan menghasilkan asam lemak bebas akibat reaksi hidrolisis yang terjadi pada minyak (Kalapathy dan Proctor, 2000). Menurut Abdulkarim *et al.* (2007) jumlah asam lemak bebas dapat digunakan sebagai indikator kerusakan akibat hidrolisis trigliserida dan oksidasi ikatan rangkap asam lemak. Asam lemak bebas dan produk oksidasinya akan menyebabkan minyak tidak dapat diterima karena timbulnya *flavor* yang tidak dikehendaki pada minyak tersebut (Choe dan Min, 2007).

Menurut Tarmizi dan Ismail (2008) pengukuran asam lemak bebas relatif cepat untuk mengukur tingkat keasamaan minyak selama penggorengan. Metode yang banyak digunakan untuk menentukan asam lemak bebas adalah titrasi dengan menggunakan indikator fenoltalein. Keterbatasan metode tersebut adalah tidak dapat menentukan profil asam lemak bebas hasil hidrolisis (Bazina dan He, 2018).

Sebagian besar hasil penelitian menunjukkan semakin lama proses penggorengan maka jumlah asam lemak bebas akan semakin besar (Karouw dan Indrawanto, 2015; Fan *et al.*, 2013; Abdulkarim *et al.*, 2007; Aminullah *et al.*, 2018; Goburdhun *et al.*, 2000; Ali *et al.*, 2014; Lalas *et al.*, 2006). Hasil berbeda diperoleh Mongi *et al.* (2016) yang terjadi peningkatan asam lemak bebas sampai penggorengan ke-8 dan terjadi penurunan pada penggorengan selanjutnya. Penurunan kadar asam lemak bebas tersebut kemungkinan karena terjadi penguapan asam lemak bebas yang berbobot molekul rendah (Sulieman *et al.*, 2006). Penguapan asam lemak bebas dapat terjadi karena suhu penggorengan yang tinggi pada penggorengan dengan metode *deep fat frying*.

Jenis minyak akan mempengaruhi peningkatan asam lemak bebas selama penggorengan. Hasil penelitian Abdulkarim *et al.* (2007) menunjukkan peningkatan asam lemak dari minyak kanola (71,4%) lebih besar dari minyak kedelai (60%). Hal ini karena pada minyak kanola memiliki asam linolenat yang lebih besar. Peningkatan asam lemak juga dipengaruhi oleh senyawa lain yang terdapat pada minyak. Fan *et al.* (2013) membandingkan peningkatan asam lemak bebas dari minyak sawit dan minyak dedak padi. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan asam lemak bebas dari minyak sawit tidak sebesar minyak dedak padi. Hal ini karena terdapat senyawa  $\gamma$ -oryzanol pada minyak sawit yang dapat

menghambat pembentukan peroksida dan asam lemak bebas (Xu *et al.*, 2001).

Jenis bahan yang digoreng akan mempengaruhi perubahan asam lemak bebas. Menurut Ali *et al.* (2014) setiap bahan yang digoreng memiliki komposisi yang berbeda sehingga memberikan pengaruh yang berbeda juga. Minyak yang digunakan untuk menggoreng Ayam (Goburdhun *et al.*, 2000), nugget ayam (Enríquez-Fernández *et al.*, 2011) dan ikan kod (Lalas *et al.*, 2006) memberikan peningkatan asam lemak bebas yang lebih besar dibandingkan dengan minyak yang digunakan untuk menggoreng kentang. Hal ini kemungkinan karena terjadi migrasi komponen dari bahan yang digoreng, sehingga mempengaruhi peningkatan asam lemak bebas.

### Bilangan Iodin

Ikatan rangkap pada minyak atau lemak mudah teroksidasi sehingga menentukan kestabilan minyak tersebut. Jumlah ikatan rangkap digambarkan dengan bilangan iodin (Arslan *et al.*, 2017). Penurunan bilangan iodin menandakan terjadinya kerusakan pada minyak atau lemak akibat reaksi oksidasi (Chebet *et al.*, 2016; Abdulkarim *et al.*, 2007). Menurut Alireza *et al.* (2010) semakin besar jumlah ikatan rangkap pada minyak, maka laju oksidasi saat penggorengan akan semakin besar. Laju reaksi oksidasi dapat dikurangi dengan adanya antioksidan alami yang terdapat pada minyak, sehingga dapat menekan penurunan bilangan iodin (Kim dan Choe, 2004).

Penurunan bilangan iodin dipengaruhi oleh jenis minyak yang digunakan sebagai medium penggorengan. Semakin besar kandungan asam lemak tidak jenuh dalam minyak, maka penurunan bilangan iodin juga akan semakin besar. Hasil penelitian Chebet *et al.* (2016) menunjukkan penurunan bilangan iodin dari minyak kedelai selama penggorengan lebih besar dibandingkan dengan minyak sawit dan minyak kacang tanah. Hasil penelitian Fan *et al.* (2013) menunjukkan penurunan bilangan iodin dari minyak dedak padi lebih cepat dibandingkan minyak sawit.

Jenis bahan yang digoreng akan mempengaruhi laju penurunan bilangan iodin. Hasil penelitian Almrhag dan Abookleesh (2016), Goburdhun *et al.* (2000) dan Lalas *et al.* (2006) menunjukkan penurunan bilangan iodin dari minyak yang digunakan untuk menggoreng ayam dan ikan kod lebih besar dibandingkan dengan yang digunakan untuk menggoreng kentang. Hal

ini kemungkinan disebabkan oleh adanya migrasi asam lemak tidak jenuh dari ayam dan ikan kod ke dalam medium penggorengan, sehingga mempercepat reaksi oksidasi. Lemak ayam tersusun dari 20–25% asam palmitat, 5–10% asam stearat, 40–45% asam oleat (satu ikatan rangkap) dan 20% asam linoleat (dua ikatan rangkap) (Goburdhun *et al.*, 2000), sedangkan minyak ikan kod mengandung asam lemak tidak jenuh 80,53% dan asam lemak jenuh 19,47% (Pan *et al.*, 2005).

### Viskositas

Viskositas merupakan salah satu parameter fisik yang umum digunakan untuk mengevaluasi kerusakan minyak selama proses penggorengan karena mudah diamati oleh masyarakat umum. Viskositas minyak yang meningkat, menandakan tingkat kerusakan yang semakin besar pada minyak (Abdulkarim *et al.*, 2007). Menurut Ziaifar *et al.* (2008) viskositas akan mempengaruhi perpindahan dan penyerapan minyak pada makanan.

Hasil penelitian Abdulkarim *et al.* (2007) dan Lalas *et al.* (2006) menunjukkan terjadi peningkatan nilai viskositas dengan semakin lama proses penggorengan. Menurut Abdulkarim *et al.* (2007) dan Tsaknis dan Lalas (2002) peningkatan viskositas pada minyak selama proses penggorengan disebabkan terbentuknya polimer yang berbobot molekul besar.

Peningkatan nilai viskositas selama proses penggorengan dipengaruhi oleh jenis minyak, suhu penggorengan dan kualitas minyak (Sahasrabudhe *et al.*, 2017). Adanya bahan yang digoreng dapat mempercepat peningkatan nilai viskositas. Hasil penelitian Ali *et al.* (2014) menunjukkan peningkatan viskositas dari minyak kanola yang lebih besar ketika digunakan untuk menggoreng nugget ayam dibandingkan tidak ada bahan yang digoreng. Hal ini kemungkinan karena bahan yang digoreng mempengaruhi peningkatan polimer yang berbobot molekul besar. Hasil penelitian Kalogianni *et al.* (2009) menunjukkan terjadi peningkatan konsentrasi polimer dan senyawa polar secara signifikan dibandingkan dengan minyak tanpa kentang.

Faktor lain yang juga mempengaruhi peningkatan viskositas adalah jenis bahan yang digoreng. Hasil penelitian Abriana *et al.* (2013) menunjukkan peningkatan viskositas dari minyak yang lebih besar ketika digunakan untuk menggoreng ayam dibandingkan dengan menggoreng pisang. Lalas *et al.* (2006)

mengamati perubahan nilai viskositas dari minyak biji kelor yang digunakan untuk menggoreng kentang dan ikan kod. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai viskositas yang lebih besar ketika menggoreng ikan kod. Perbedaan yang diperoleh dari kedua penelitian tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi dari bahan yang digoreng. Menurut Rani *et al.* (2010) peningkatan viskositas dari minyak karena terjadi degradasi dari komponen bahan yang digoreng sehingga terbentuk dimer, trimer, polimer, epoksida, alkohol dan hidrokarbon. Faktor lain yang kemungkinan juga berpengaruh adalah migrasi asam lemak tidak jenuh dari ayam dan ikan kod ke dalam media penggorengan, sehingga mempercepat kerusakan minyak yang berakibat pada peningkatan viskositas yang lebih besar.

### Bilangan Asap

Salah satu sifat fisik minyak yang digunakan untuk mengukur kestabilan selama proses penggorengan adalah bilangan asap (Khor *et al.*, 2019). Bilangan asap merupakan suhu saat minyak terbakar dan mengeluarkan asap secara terus menerus (Katragadda *et al.*, 2010 dan Quiles *et al.*, 2002). Hal ini menandakan terjadi pemecahan asam lemak menjadi gliserol dan asam lemak bebas (Alzaa *et al.*, 2018). Nilai bilangan asap yang diinginkan pada minyak adalah tinggi (Eyes, 2015). Bilangan asap yang tinggi menandakan minyak memiliki kualitas yang baik (Khor *et al.*, 2019). Nilai bilangan asap dipengaruhi oleh jenis asam lemak yang dominan pada minyak. Minyak yang mengandung asam lemak rantai pendek memiliki bilangan asap lebih rendah dibandingkan dengan minyak yang didominasi oleh asam lemak rantai panjang (Katragadda *et al.*, 2010).

Suhu minyak selama proses penggorengan harus lebih rendah dari bilangan asapnya. Menurut Sarwar *et al.* (2016) pemanasan minyak yang memiliki bilangan asap rendah akan menyebabkan timbulnya radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan pada sel. Minyak yang memiliki titik asap dibawah 200 °C tidak cocok untuk *deep fat frying* (Katragadda *et al.*, 2010). Hal ini karena suhu pada penggorengan *deep fat frying* berkisar 160-200 °C.

Hasil penelitian Fan *et al.* (2013) dan Lalas *et al.* (2006) menunjukkan terjadi peningkatan bilangan peroksida dengan semakin lama waktu penggorengan. Hal ini kemungkinan disebabkan

terbentuknya asam lemak bebas yang dapat menurunkan bilangan asap. Menurut Fellows (2000) dan Gerde *et al.* (2007) bilangan asap akan semakin menurun dengan semakin tinggi asam lemak bebas. Keberadaan asam lemak bebas, monoasilgliserol, diasilgliserol dan senyawa volatil berbanding lurus dengan jumlah asap yang keluar dari minyak (Matthäus, 2006).

### KESIMPULAN

Sifat fisikokimia minyak selama penggorengan dengan metode *deep fat frying* akan mengalami perubahan. Perubahan sifat fisikokimia tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal, dua diantaranya adalah jenis minyak yang digunakan dan jenis bahan makanan yang digoreng. Minyak yang kaya akan asam lemak tidak jenuh cenderung memiliki stabilitas pemanasan yang rendah. Hal ini terlihat dari perubahan bilangan peroksida, jumlah asam lemak bebas dan bilangan iodin yang lebih besar.

Jenis makanan yang digoreng juga akan mempengaruhi stabilitas dari minyak yang digunakan. Makanan hewani (ayam, nugget ayam dan ikan kod) cenderung mempercepat kerusakan pada minyak dibandingkan dengan makanan nabati (kentang dan pisang). Hal ini terlihat dari perubahan bilangan peroksida, jumlah asam lemak bebas, bilangan iodin dan viskositas yang lebih besar ketika menggoreng bahan hewani.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim, S.M., Long, K., Lai, O.M., Muhammad, S.K.S., Ghazali, H.M., 2007. Frying quality and stability of high-oleic *Moringa oleifera* seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry* 105, 1382–1389. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.013>
- Abriana, A., Mahendradatta, M., Djide, N., Zainal., 2013. Analysis of Trans Fatty Acid Content and Viscosity of the Repeatedly Used Frying Oil. *International Journal of Agriculture System* 1, 71–79. <http://pasca.unhas.ac.id/ijas/pdf/7>) *IJAS* Vol. 1 Issue 1 June 2013.pdf
- Ali, M.A., Daud, A.S.M., Latip, R.A., Othman, N.H., Islam, M.A., 2014. Impact of chicken nugget presence on the degradation of canola oil during frying. *International Food Research Journal* 21, 1119–1124.
- Alireza, S., Tan, C.P., Hamed, M., Che Man, Y.B., 2010. Effect of frying process on fatty acid composition and iodine value of selected vegetable oils and their blends. *International Food Research Journal*, 17, 295–302.
- Almrhag, O.M., Abookleesh, F.L., 2016. Evaluation of Oxidative Stability of Vegetable Oils during Deep Frying. *The Arab Journal of Sciences & Research Publishing* 2, 90–97. <https://doi.org/10.12816/0025267>
- Alzaa, D.F., Guillaume, C., Ravetti, L., 2018. Evaluation of Chemical and Physical Changes in Different Commercial Oils during Heating. *Acta Scientific Nutritional Health* 2, 2–11.
- Aminullah, Rahmawati, D., Rahmawati, S. I., 2018. Perubahan sifat fisikokimia minyak sawit bekas pakai (jelantah) pada penggorengan daging ayam. *Jurnal Pertanian* 9, 31–42.
- Aniolowska, M., Kita, A., 2015. The Effect of Type of Oil and Degree of Degradation on Glycidyl Esters Content during the Frying of French Fries. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 92, 1621–1631. <https://doi.org/10.1007/s11746-015-2715-3>
- Arslan, F. N., Şapçı, A.N., Duru, F., Kara, H., 2017. A study on monitoring of frying performance and oxidative stability of cottonseed and palm oil blends in comparison with original oils. *International Journal of Food Properties*, 20(3), 704–717. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1177544>
- Asadi, Y., Farahmandfar, R., 2019. Frying stability of canola oil supplemented with ultrasound-assisted extraction of *Teucrium polium*. *Food Science and Nutrition* 8, 1187–1196. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1405>
- Banerjee, S., Sahu, C.K., 2017. A Short Review on Vacuum Frying-A Promising Technology for Healthier and Better Fried Foods. *International Journal of Nutrition and Health Science* 1, 56–59.
- Bazina, N., He, J., 2018. Analysis of fatty acid profiles of free fatty acids generated in deep-frying process. *Journal of Food*

- Science and Technology 55, 3085–3092. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3232-9>
- Bordin, K., Kunitake, M.T., Aracava, K. K., Trindade, C.S.F., 2013. Changes in food caused by deep fat frying - A review. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion* 63, 5–13.
- Braga, J.D., Lauzon, R.D., Galvez, L.A., 2019. Physicochemical characterization of used coconut oil from vacuum frying of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus lam*) pulp eviarc sweet variety as affected by frying cycle. *Philippine Journal of Science* 148, 587–595.
- Chebet, J., Kinyanjui, T., Cheplogoi, P.K., 2016. Impact of frying on iodine value of vegetable oils before and after deep frying in different types of food in Kenya. *Journal of Scientific and Innovative Research* 5, 193–196.
- Choe, E., Min, D.B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science* 72. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>
- Chung, J., Lee, J., Choe, E., 2004. Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. *Journal of Food Science*, 69, 574–578. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13652.x>
- Combe, N., Rossignol-Castera, A., 2010. Huiles végétales et friture Vegetable oils and frying. *Cahiers de Nutrition Et Diététique* 45, S44–S51.
- Crosa, M.J., Skerl, V., Cadenazzi, M., Olazábal, L., Silva, R., Suburú, G., Torres, M., 2014. Changes produced in oils during vacuum and traditional frying of potato chips. *Food Chemistry* 146, 603–607. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.132>
- de Almeida, D.T., Viana, T.V., Costa, M.M., Silva, C. de S., Feitosa, S., 2019. Effects of different storage conditions on the oxidative stability of crude and refined palm oil, olein and stearin (*Elaeis guineensis*). *Food Science and Technology* 39, 211–217. <https://doi.org/10.1590/fst.43317>
- Debnath, S., Rastogi, N.K., Gopala Krishna, A.G., Lokesh, B.R., 2012. Effect of frying cycles on physical, chemical and heat transfer quality of rice bran oil during deep-fat frying of poori: An Indian traditional fried food. *Food and Bioproducts Processing* 90, 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.05.001>
- Dobarganes, M.C., Velasco, J., 2002. Analysis of lipid hydroperoxides. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104, 420–428. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200207\)104:7<420::AID-EJLT420>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200207)104:7<420::AID-EJLT420>3.0.CO;2-N)
- Enríquez-Fernández, B.E., Álvarez de la Cadena y Yañez, L., Sosa-Morales, M.E., 2011. Comparison of the stability of palm olein and a palm olein/canola oil blend during deep-fat frying of chicken nuggets and French fries. *International Journal of Food Science and Technology* 46, 1231–1237. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02627.x>
- Eyres, L., 2015. Frying oils: Selection, smoke points and potential deleterious effects for health. *Food New Zealand* 15, 30. <http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=131757870182463;res=IELNZC>
- Fan, H.Y., Sharifudin, M.S., Hasmadi, M., Chew, H.M., 2013. Frying stability of rice bran oil and palm olein. *International Food Research Journal* 20, 403–407.
- Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Sayyad, R., 2015. Comparison antioxidant activity of Tarom Mahali rice bran extracted from different extraction methods and its effect on canola oil stabilization. *Journal of Food Science and Technology* 52, 6385–6394. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1702-2>
- Fellows, P.J., 2000. *Food processing technology: Principles and practice: Second edition*. CRC Press. <https://doi.org/10.1533/9781845696344>
- Frankel, E.N., 2005. *Lipid oxidation*. Oily Press. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19096-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19096-9_4)
- Gerde, J., Hardy, C., Fehr, W., White, P.J., 2007. Frying performance of no-trans, low-linolenic acid soybean oils. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 84, 557–563. <https://doi.org/10.1007/s11746-007-1066-0>
- Gloria, H., Aguilera, M., 1998. Assessment of the quality of heated oils by differential scanning calorimetry. *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry 46, 1363–1368.
- Goburdhun, D., Seebun, P., Ruggoo, A., 2000. Effect of deep-fat frying of potato chips and chicken on the quality of soybean oil. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 24, 223–233. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2737.2000.00142.x>
- Gupta, M.K., 2005. *Frying Oils* (Issue July). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. <https://doi.org/10.1002/047167849x.bio023>
- Herlina, H., Astriyaningsih, E., Windarti, W.S., Nurhayati, N., 2017. Tingkat kerusakan minyak kelapa selama penggorengan vakum berulang pada pembuatan Ripe Banana Chips (RBC). *Jurnal Agroteknologi* 11, 186–193.
- Honerlaw, J.P., Ho, Y.L., Nguyen, X.M. T., Cho, K., Vassy, J.L., Gagnon, D. R., O'Donnell, C.J., Gaziano, J.M., Wilson, P.W.F., Djousse, L., 2020. Fried food consumption and risk of coronary artery disease: The Million Veteran Program. *Clinical Nutrition* 39, 1203–1208. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.05.008>
- Kalapathy, U., Proctor, A., 2000. New method for free fatty acid reduction in frying oil using silicate films produced from rice hull ash. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 77, 593–598. <https://doi.org/10.1007/s11746-000-0095-4>
- Kalogianni, E.P., Karastogiannidou, C., Karapantsios, T.D., 2009. Effect of the presence and absence of potatoes under repeated frying conditions on the composition of palm oil. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society* 86, 561–571. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1380-9>
- Karouw, S., Indrawanto, C., 2015. Perubahan Mutu Minyak Kelapa dan Minyak Sawit Selama Penggorengan. *Buletin Palma* 16, 1–7. <https://doi.org/10.21082/bp.v16n1.2015.1-7>
- Katragadda, H.R., Fullana, A., Sidhu, S., Carbonell-Barrachina, Á.A., 2010. Emissions of volatile aldehydes from heated cooking oils. *Food Chemistry* 120, 59–65. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.070>
- Khor, Y.P., Hew, K.S., Abas, F., Lai, O. M., Cheong, L.Z., Nehdi, I.A., Sbihi, H.M., Gewik, M.M., & Tan, C.P., 2019. Oxidation and polymerization of triacylglycerols: In-depth investigations towards the impact of heating profiles. *Foods* 8, 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods8100475>
- Khor, Y.P., Sim, B.I., Abas, F., Lai, O.M., Wang, Y., Wang, Y., Ping Tan, C., 2019. Quality profile determination of palm olein: potential markers for the detection of recycled cooking oils. *International Journal of Food Properties* 22, 1172–1182. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1634098>
- Kim, I., Choe, E., 2004. Oxidative Stability and Antioxidant Content Changes in Roasted and Bleached Sesame Oil during Heating. *Food Science and Biotechnology* 13(6), 762–767.
- Lalas, S., Gortzi, O., Tsaknis, J., 2006. Frying stability of Moringa stenopetala seed oil. *Plant Foods for Human Nutrition* 61, 99–108. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0022-8>
- Marinova, E.M., Seizova, K. A., Totseva, I.R., Panayotova, S.S., Marekov, I.N., Momchilova, S.M., 2012. Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature. *Bulgarian Chemical Communications* 44(1), 57–63.
- Martínez-Yusta, A., Goicoechea, E., Guillén, M.D., 2014. A review of thermo-oxidative degradation of food lipids studied by 1H NMR spectroscopy: Influence of degradative conditions and food lipid nature. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13, 838–859. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12090>
- Matthäus, B., 2006. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108, 200–211. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500249>
- Mongi, J.J., Mamuaja, C.F., Salindeho, N., 2016. Kajian tingkat kerusakan minyak kelapa tradisional yang digunakan berulang terhadap sifat organoleptik keripik pisang goroho (*Musa acuminata*, Sp.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan* 4, 37–45.

- Moreira, R.G., 2007. Deep Fat Frying. In S. Yanniotis & B. Sunden (Eds.), *Heat transfer in food processing: Recent developments and applications*. WIT Press. <http://books.google.com/books?id=rxgx93JLYOwC&pgis=1>
- Mulasari, S.A., Utami, R.R., 2012. Kandungan Peroksida pada Minyak Goreng di Pedagang Makanan Gorengan Sepanjang Jalan Prof. DR. Soepomo. *Arc. Com. Health* 1, 120–123.
- Nayak, P.K., Dash, U., Rayaguru, K., Krishnan, K.R., 2015. Physio-Chemical Changes During Repeated Frying of Cooked Oil: A Review. *Journal of Food Biochemistry* 40, 371–390. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12215>
- Oke, E.K., Idowu, M.A., Sobukola, O.P., Adeyeye, S.A.O., Akinsola, A.O., 2017. Frying of Food: A Critical Review. *Journal of Culinary Science and Technology* 16, 107–127. <https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1333936>
- Omer, N.M.A., Ahmed Al, E.M., Mariod, A., Mokhtar, M., 2014. Chemical reactions taken place during deep-fat frying and their products: A review. *Journal of Natural and Medical Sciences* 1–17. [https://www.researchgate.net/publication/270727167\\_Chemical\\_Reactions\\_Taken\\_Place\\_During\\_deep-fat\\_Frying\\_and\\_Their\\_Products\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/270727167_Chemical_Reactions_Taken_Place_During_deep-fat_Frying_and_Their_Products_A_review)
- Pan, X.Q., Ushio, H., Ohshima, T., 2005. Comparison of volatile compounds formed by autoxidation and photosensitized oxidation of cod liver oil in emulsion systems. *Fisheries Science* 71, 639–647. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.01010.x>
- Park, J.M., Kim, J.M., 2016. Monitoring of used frying oils and frying times for frying chicken nuggets using peroxide value and acid value. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36, 612–616. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.5.612>
- Pudjihastuti, I., Sumardiono, S., Nurhayati, O.D., Yudanto, Y.A., 2019. Pengaruh Perbedaan Metode Penggorengan Terhadap Kualitas Fisik dan Organoleptik Aneka Camilan Sehat. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 2.
- Quiles, J.L., Huertas, J.R., Battino, M., Ramírez-Tortosa, M.C., Cassinello, M., Mataix, J., Lopez-Frias, M., Mañas, M., 2002. The intake of fried virgin olive or sunflower oils differentially induces oxidative stress in rat liver microsomes. *British Journal of Nutrition* 88, 57–65. <https://doi.org/10.1079/bjn2002588>
- Rani, A.K.S., Reddy, S.Y., Chetana, R., 2010. Quality changes in trans and trans free fats/oils and products during frying. *European Food Research and Technology* 230, 803–811. <https://doi.org/10.1007/s00217-010-1225-7>
- Sahasrabudhe, S.N., Rodriguez-Martinez, V., O'Meara, M., Farkas, B.E., 2017. Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures: Measurement and modeling. *International Journal of Food Properties* 20, 1965–1981. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1360905>
- Sangale, M.D., Daptere, A.S., 2014. Studies on the chemical properties of sunflower, sesame and groundnut oils. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research* 1, 568–580.
- Sarwar, A., Vunguturi, S., Aneesa, F., 2016. A Study on Smoke Point and Peroxide Values of Different Widely Used Edible Oils. *International Journal of Engineering Technology Science and Research* 3, 2394–3386. [http://www.ijetsr.com/images/short\\_pdf/1464086185\\_icitasm412\\_ijetsr\\_\(1\).pdf](http://www.ijetsr.com/images/short_pdf/1464086185_icitasm412_ijetsr_(1).pdf)
- Serjouie, A., Tan, C.P., Mirhosseini, H., Man, Y.B.C., 2010. Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying. *American Journal of Food Technology* 5, 310–323. <https://doi.org/10.3923/ajft.2010.310.323>
- Shahidi, F., Wanasundara, U., 2002. *Methods for Measuring Oxidative Rancidity in Fats and Oils* (C. C. Akoh & D. B. Min (eds.)). Marcel Dekker, Inc. <https://doi.org/10.1201/9781420046649.ch14>
- Sharoba, M.A., Ramadan, M.F., 2012. Impact of Frying on Fatty Acid Profile and Rheological Behaviour of Some Vegetable Oils. *Journal of Food Processing & Technology* 03.

- <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000161>
- Sulieman, A.E.L.R.M., El-Makhzangy, A., Ramadan, M.F., 2006. Antiradical performance and physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of french fries: A preliminary comparative study. *Journal of Food Lipids* 13, 259–276. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2006.00050.x>
- Tarmizi, A.H.A., Ismail, R., 2008. Comparison of the frying stability of standard palm olein and special quality palm olein. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 245–251. <https://doi.org/10.1007/s11746-007-1184-8>
- Tompkins, C., Perkins, E.G., 2000. Frying performance of low-linolenic acid soybean oil. *Journal of American Oil Chemist Society* 77(3), 223–229.
- Tsaknis, J., Lalas, S., 2002. Stability during frying of Moringa oleifera seed oil variety "Periyakulam 1." *Journal of Food Composition and Analysis* 15, 79–101. <https://doi.org/10.1006/jfca.2001.1043>
- Xu, Z., Hua, N., Samuel Godber, J., 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and  $\gamma$ -oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49, 2077–2081. <https://doi.org/10.1021/jf0012852>
- Zahir, E., Saeed, R., Hameed, M.A., Yousuf, A., 2017. Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR) Spectroscopy. *Arabian Journal of Chemistry* 10, S3870–S3876. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.05.025>
- Zhang, X., Zhang, M., Adhikari, B., 2020. Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. *Trends in Food Science and Technology* 98, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.007>
- Ziaifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., Trystram, G., 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology* 43, 1410–1423. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01664.x>

## AUTHOR GUIDELINES

### Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

### Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

**Title**, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

**Abstract**, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

**Keywords**, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

**Introduction**, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

**Material and methods**, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

**Result and discussion**, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

**Conclusions**, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”



**Acknowledgment**, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

**References**, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

#### Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

#### Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.