

# **BILANGAN PEROKSIDA MINYAK GORENG CURAH DAN SIFAT ORGANOLEPTIK TEMPE PADA PENGULANGAN PENGGORENGAN**

*(Peroxide Value Bulk Cooking Oil and Organoleptic Characteristic of Tempe in Repeated Frying)*

**Siti Aminah**

Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang

*E-mail: saminah92@yahoo.com*

## **ABSTRACT**

*The reactions that occur during the frying oil will damage the stability and the fried ingredients. The objective of research in general is to determine the effect of frying on the number of repeated frying to peroxide value, organoleptic characteristic of tempe and cooking oil.*

*Design research using Complete Random Design (CRD) 2 repetition one factor that is repeated frying (1, 5, 10, 15, and 20). Variable in this research is bulk cooking oil and tempe. Chemical analysis consisted of the determination of water content of tempe (oven method) and the number of bulk cooking oil peroxides (AOCS Cd 8-53). The Data are then analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) with further test LSD (Least Significant Difference).*

*The more repeated frying peroxide number is increasing. Color and aroma becomes less good tempe and cooking oil with repeated frying.*

*Keywords: peroxide number, organoleptic characteristic, bulk cooking oil*

## **PENDAHULUAN**

Penggorengan merupakan proses thermal-kimia yang menghasilkan karakteristik makanan goreng dengan warna coklat keemasan, tekstur krispi penampakan dan flavor yang diinginkan, sehingga makanan gorengan sangat populer (Boskou, *et al.*, 2006; Warner, 2002). Selama penggorengan terjadi hidrolisa, oksidasi dan dekomposisi minyak yang dipengaruhi oleh bahan pangan dan kondisi penggorengan (Chatzilazarou, *et al.*, 2006). Produksi komponen-komponen di dalam minyak selama penggorengan ditransfer dari bahan makanan yang digoreng,

beberapa dari komponen tersebut dapat menurunkan daya terima konsumen dan memberikan efek yang merugikan kesehatan (Galeone, *et al.*, 2006).

Salah satu fenomena yang dihadapi dalam proses penggorengan adalah menurunnya kualitas minyak setelah digunakan secara berulang pada suhu yang relatif tinggi (160-180°C). Paparan oksigen dan suhu tinggi pada minyak goreng akan memicu terjadinya reaksi oksidasi. Penelitian Yoon dan Choe, 2007, menunjukkan bahwa beberapa parameter terjadinya oksidasi seperti *free fatty acid* (FFA), komponen polar, asam konjugat dienoat meningkat pada setiap

pengulangan penggorengan selama 60 kali periode penggorengan.

Minyak goreng curah selama ini didistribusikan dalam bentuk tanpa kemasan yang berarti bahwa minyak goreng curah sebelum digunakan banyak terpapar oksigen. Penggunaan minyak goreng dalam praktek penggorengan di rumah tangga maupun pedagang kecil dilakukan secara berulang-ulang, hal tersebut sangat memungkinkan terjadinya reaksi oksidasi yang lebih tinggi (Prasetyawan, 2007; Aminah dan Isworo, 2009). Salah satu parameter penurunan mutu minyak goreng adalah bilangan peroksida. Mengingat minyak goreng curah banyak digunakan oleh masyarakat maka perlu dilakukan penelitian bagaimana mutu minyak goreng curah yang digunakan secara berulang, khususnya dari parameter bilangan peroksida dan karakteristik organoleptik bahan yang digoreng.

## METODOLOGI

Rancangan yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 2 kali ulangan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Ilmu Teknologi Pangan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas (FIKKES) Muhammadiyah Semarang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: minyak goreng curah kelapa sawit yang diperoleh dari pengepol minyak goreng curah Jl Dr. Cipto. Tempe kedelai kuning diperoleh dari pasar Peterongan Semarang, bahan-bahan kimia (*reagen*) diperoleh dari Laboratorium Kimia FIKKES Universitas Muhammadiyah Semarang. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi: kadar air pada tempe (metode Oven, Apriyantono, 1989), bilangan peroksida pada minyak segar dan minyak selama pengulangan penggorengan (metode AOCS Cd 8-53 dalam Nielsen, 1996)

Tempe yang akan digoreng dipersiapkan dengan cara sebagai berikut: tempe diberi bumbu garam kemudian direndam 10 menit, ditiriskan selama 10 menit. Selanjutnya tempe digoreng dalam 1 lt minyak goreng curah, sampai 20 kali penggorengan. Setiap 5 kali penggorengan ditambahkan minyak goreng segar hingga volume awal.

Bilangan peroksida ditentukan dengan prosedur sebagai berikut: Minyak sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer tertutup dan ditambahkan 30 ml pelarut campuran asam asetat glacial : kloroform (3:2 v/v). Setelah minyak larut sempurna ditambahkan 0,5 ml larutan KI jenuh dan dibiarkan 1 menit sambil dikocok, kemudian ditambahkan 30 ml aquades. Iodium yang dibebaskan oleh peroksida dititrasasi dengan larutan standar natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0.1015 N dengan indikator amilum sampai warna biru hilang. Bilangan peroksida dinyatakan dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$(S-B) \times N \times 1000$$

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{\text{-----}}{\text{(meq peroksid/kg fat) berat sampel (g)}}$$

S = titrasi sampel;

B = titrasi blanko,

N = Normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Data dianalisis dengan *Analisis of Varians* (ANOVA) menggunakan software SPSS 15. Uji lanjut yang digunakan adalah /LSD (*Least Significant Difference*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bilangan Peroksida

Hasil pengukuran terhadap bilangan peroksida menunjukkan kecenderungan meningkat dengan semakin banyaknya pengulangan penggorengan. Bilangan peroksida pada minyak segar sebanyak 4,824 meq

peroksid/kg. Hasil analisis terhadap bilangan peroksida pada minyak goreng curah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah Selama Pengulangan Penggorengan

Pengulangan Penggorengan	Bilangan peroksida (meq peroksid/kg minyak)
Kontrol (segar)	4,824 ± 0,724
Pertama	5,402 ± 0,46
Kelima	5,694 ± 0,02
Kesepuluh	10,35 ± 0,35
Kelima belas	15,101 ± 3,55
Kedua puluh	17,46 ± 5,68

Penggunaan suhu tinggi selama penggorengan memacu terjadinya oksidasi minyak. Menurut deMan (1999) setiap peningkatan suhu 10°C laju kecepatan oksidasi meningkat dua kali lipat. Kecepatan oksidasi lemak akan bertambah dengan kenaikan suhu dan berkurang pada suhu rendah. Kecepatan akumulasi peroksida selama proses aerasi minyak pada suhu 100 – 115°C dua kali lebih besar dibanding pada suhu 10 °C (Ketaren, 1986).

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pengulangan penggorengan berpengaruh nyata terhadap terhadap bilangan peroksida dengan ( $p < 0,000 < 0,05$ ). Hasil uji lanjut menunjukkan bilangan peroksida pada perlakuan pengulangan penggorengan yang pertama tidak ada perbedaan dengan kontrol sedangkan pengulangan selanjutnya menunjukkan perbedaan dengan nilai  $p < 0,05$ .

Hasil penelitian Alyas *et al.* (2006) menunjukkan peningkatan bilangan peroksida yang signifikan dengan meningkatnya suhu dan waktu penggorengan. Aidos *et al.* (2001) juga melaporkan bahwa peningkatan bilangan

peroksida signifikan dengan peningkatan suhu penyimpanan. Hasil tersebut menunjukkan adanya efek sinergis suhu yang tinggi dengan waktu yang lama terhadap bilangan peroksida.

Pengukuran angka peroksida pada dasarnya adalah mengukur kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi, namun pada angka yang lebih rendah bukan selalu berarti menunjukkan kondisi oksidasi yang masih dini. Angka peroksida rendah bisa disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain, mengingat kadar peroksida cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain (Raharjo, 2006).

Oksidasi lemak oleh oksigen terjadi secara spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecepatan proses oksidasinya tergantung pada tipe lemak dan kondisi penyimpanan (Ketaren, 1986). Minyak curah terdistribusi tanpa kemasan, paparan oksigen dan cahaya pada minyak curah lebih besar dibanding dengan minyak kemasan. Paparan oksigen, cahaya, dan suhu tinggi merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi oksidasi. Penggunaan suhu tinggi selama penggorengan memacu terjadinya oksidasi minyak. Menurut deMan (1999) setiap peningkatan suhu 10°C laju kecepatan oksidasi meningkat dua kali lipat. Kecepatan oksidasi lemak akan bertambah dengan kenaikan suhu dan berkurang pada suhu rendah. Kecepatan akumulasi peroksida selama proses aerasi minyak pada suhu 100 – 115°C dua kali lebih besar dibanding pada suhu 10 °C (Ketaren, 1986).

Peroksida terbentuk pada tahap inisiasi oksidasi, pada tahap ini hidrogen diambil dari senyawa *oleofin* menghasilkan radikal bebas. Keberadaan cahaya dan logam berperan dalam

proses pengambilan hidrogen tersebut. Radikal bebas yang terbentuk bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi, selanjutnya dapat mengambil hidrogen dari molekul tak jenuh lain menghasilkan peroksida dan radikal bebas yang baru (deMan, 1999; Ericson, 2002).

### **Karakteristik Organoleptik Tempe Goreng Rasa Tempe Goreng**

Hasil pengujian organoleptik terhadap rasa tempe menunjukkan bahwa skor semakin meningkat dengan bertambahnya pengulangan penggorengan. Skor yang lebih tinggi dari baku (penggorengan I) menunjukkan rasa tempe yang berbeda dengan baku (semakin kurang enak).

Bahan pangan yang di goreng mempunyai rasa yang lebih gurih karena adanya serapan minyak ke bahan. Kualitas minyak sangat berpengaruh terhadap rasa gorengan, komponen dalam minyak akan masuk ke bahan. Minyak mempunyai aroma semakin tajam dan warna semakin gelap pada pengulangan penggorengan yang semakin banyak. Komponen-komponen yang dihasilkan dari reaksi-reaksi yang terjadi selama penggorengan akan terakumulasi pada pengulangan penggorengan yang semakin banyak. Selama penggorengan tempe, komponen tersebut akan terserap bersama minyak, sehingga rasa tempe pada pengulangan apenggorengan yang semakin banyak akan berbeda dari pengulangan sebelumnya

Selama proses penggorengan telah terjadi perubahan-perubahan komponen dalam minyak. Komponen-komponen yang terbentuk karena reaksi oksidasi maupun hidrolisis berpengaruh terhadap sifat organoleptik minyak maupun tempe. Kualitas minyak sangat mempengaruhi kualitas makanan gorengan. Akumulasi komponen-komponen selama pengulangan penggorengan seperti aldehid akan memberikan flavor yang kurang baik terhadap

tempe goreng. Suhu minyak yang semakin tinggi dengan semakin banyak pengulangan penggorengan menyebabkan bahan yang digoreng menjadi lebih cepat berwarna coklat.

Hasil analisis uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh pengulangan penggorengan terhadap rasa tempe ( $p < 0,000 < 0,05$ ). Hasil Uji LSD menunjukkan ada perbedaan nyata ( $\alpha < 0,05$ ) pada pasangan perlakuan pengulangan penggorengan.

Pengulangan penggorengan pada suhu tinggi akan mempengaruhi mutu kimia dan organoleptik minyak goreng. Cita rasa makanan yang digoreng akan dipengaruhi oleh kualitas minyak goreng, bahan dan proses penggorengan. "Deep frying" menurunkan asam lemak tak jenuh pada minyak dan meningkatkan buih, warna, viskositas, densitas, panas spesifik dan kandungan asam lemak bebas, komponen polar dan komponen polimerik (Choe and Min, 2007).

Rasa tempe goreng yang kurang enak kemungkinan disumbang oleh akreolin. Diduga selama proses penggorengan akan terbentuk akreolin. Akreolin merupakan aldehid jenuh yang dapat menimbulkan rasa gatal di tenggorokan. Akreolin terbentuk dari kerusakan gliserol dengan pemanasan suhu tinggi, yang ditandai dengan munculnya asap biru (Winarno, 1999).

### **Warna Tempe Goreng**

Hasil pengujian organoleptik menunjukkan warna tempe yang semakin berbeda dengan tempe goreng baku (penggorengan pertama) dengan semakin banyak pengulangan penggorengan. Skor warna tempe semakin tinggi dengan semakin banyak pengulangan penggorengan, artinya bahwa warna tempe semakin kurang cerah dibandingkan dengan warna tempe baku. Pengulangan penggorengan yang semakin banyak menyebabkan suhu penggorengan semakin tinggi, hal ini akan

menyebabkan tempe menjadi cepat berwarna lebih gelap.

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pengulangan penggorengan berpengaruh nyata terhadap warna tempe goreng. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang bermakna pada semua pasangan perlakuan pengulangan penggorengan. Secara umum tempe goreng berwarna coklat keemasan. Makanan yang digoreng bukan saja menjadi matang, tetapi karena suhu penggorengan menjadi cukup tinggi sehingga menjadi coklat (Winarno, 1999). Suhu penggorengan semakin naik pada penggorengan yang semakin banyak. Hal tersebut menyebabkan tempe menjadi lebih cepat berwarna coklat. Menurut Choe and Min (2007) pada suhu dan waktu yang optimum, penggorengan akan menghasilkan warna coklat keemasan, krispi dan absorpsi minyak optimum.

Warna tempe goreng disebabkan karena adanya reaksi *mailard* selama penggorengan. Reaksi *mailard* adalah reaksi antara asam amino dan gula pereduksi. Reaksi *mailard* diawali dengan reaksi gugus amino pada asam amino, peptida, atau protein dengan gugus hidroksil glikosidik pada gula. Rangkaian reaksi diakhiri dengan pembentukan polimer nitrogen berwarna coklat (deMand, 1999).

Warna minyak yang semakin gelap dengan semakin banyaknya pengulangan penggorengan memberikan sumbangan terhadap warna tempe goreng. Hal tersebut terlihat, tempe yang digoreng pada pengulangan yang semakin banyak warna semakin kurang cerah dan lebih gelap. Disamping hal tersebut, suhu penggorengan yang semakin tinggi menyebabkan tempe menjadi cepat coklat.

### Aroma Tempe Goreng

Aroma tempe goreng selain dihasilkan oleh reaksi *mailard* juga dipengaruhi oleh aroma

minyak goreng. Aroma minyak goreng pada pengulangan kelima sudah menunjukkan perbedaan. Aroma minyak semakin tajam dengan banyaknya ulangan penggorengan. Reaksi oksidasi selama proses penggorengan menghasilkan komponen – komponen yang mempengaruhi aroma minyak. Minyak selama penggorengan akan terserap ke dalam bahan.

Hasil Uji ANOVA menunjukkan bahwa pengulangan penggorengan berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap aroma tempe goreng. Hasil uji LSD menunjukkan Hasil uji lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata ( $\alpha < 0,05$ ) pada semua pasangan perlakuan pengulangan penggorengan.

Pemanasan minyak selama penggorengan dapat menghasilkan persenyawaan yang dapat menguap. Komposisi yang terdapat dalam persenyawaan dapat menguap terdiri dari alkohol, ester, lakton, aldehida keton dan senyawa aromatik. Jumlah persenyawaan yang jumlahnya dominan adalah aldehida, termasuk di-enal yang mempengaruhi bau khas hasil gorengan (Ketaren, 1986).

Komponen karbonil yang terbentuk selama penggorengan dapat bereaksi dengan asam amino, amin, dan protein menghasilkan *flavor* yang diinginkan (*nutty*) (Negroni *et al.*, 2001). Menurut Choe and Min (2007) *flavor* hasil penggorengan yang diinginkan dapat terbentuk pada suhu dan waktu penggorengan yang optimum. Waktu dan suhu penggorengan dalam penelitian ini tidak dapat dikondisikan optimum. Suhu penggorengan semakin meningkat dengan banyaknya pengulangan. Komponen *flavor* pada makanan yang digoreng sebagian besar adalah komponen volatil dari asam linolet dan dienal, alkenals, lactones, hydrocarbon, dan komponen *cyclic* (Warner, 2002).

Winarno (1999) menyatakan minyak yang digunakan berulang akan mempunyai titik asap yang semakin rendah, suhu minyak menjadi

lebih cepat meningkat. Titik asap minyak bergantung pada kandungan asam lemak bebasnya. Minyak yang tinggi asam lemak bebasnya, tinggi juga gliserolnya. Semakin tinggi gliserolnya semakin rendah titik asapnya.

### **Karakteristik Organoleptik Minyak Goreng Warna Minyak Goreng**

Penilaian terhadap warna minyak menunjukkan skor warna yang cenderung semakin meningkat dengan banyaknya pengulangan penggorengan dibandingkan dengan baku (pembanding minyak segar). Skor yang lebih tinggi dari baku menunjukkan bahwa warna minyak semakin kurang jernih, sedangkan skor yang lebih rendah menunjukkan warna minyak lebih jernih.

Minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng curah kualitas II. Warna minyak goreng mengalami perubahan setelah digunakan untuk menggoreng, semakin banyak pengulangan penggorengan, warna minyak menjadi semakin tidak jernih dan semakin lama semakin gelap. Pada penggorengan kedupuluh menunjukkan warna minyak mendekati sangat kurang jernih.

Hasil uji ANOVA terhadap warna minyak menunjukkan ada pengaruh perlakuan pengulangan penggorengan terhadap warna ( $p=0,000<0,05$ ). Hasil uji LSD menunjukkan terdapat perbedaan pada setiap pasangan perlakuan pengulangan penggorengan.

Perubahan warna minyak goreng selama penggorengan disebabkan karena reaksi-reaksi yang terjadi selama penggorengan. Oksidasi akan membentuk karbonil volatil, asam-asam hidroksi, asam-asam keto dan asam-asam epoksi yang memunculkan aroma yang tidak diharapkan dan warna minyak menjadi gelap (Negroni *et al.*, 2001).

Semakin banyak pengulangan penggorengan warna minyak semakin gelap. Hal ini disebabkan karena akumulasi dari komponen-komponen yang terbentuk dari hasil oksidasi semakin banyak. Oksidasi hidroperoksida yang lebih lanjut juga menghasilkan produk-produk degradasi dengan tiga tipe utama yaitu pemecahan menjadi alkohol, aldehid, asam, dan hidrokarbon, dimana hal ini juga berkontribusi dalam perubahan warna minyak goreng yang lebih gelap dan perubahan flavor, dehidrasi membentuk keton, atau bentuk radikal bebas yang berbentuk dimer, trimer, alkohol, dan hidrokarbon.

Penambahan minyak segar pada setiap 5 kali penggorengan, secara organoleptik kurang dapat memperbaiki perubahan warna dan aroma minyak. Minyak segar yang ditambahkan sebanyak  $100 \text{ ml} \pm 10 \text{ ml}$  (10%). Jumlah ini lebih kecil dari yang disarankan Choe and Min 2007, yaitu 15% -20%.

Memperhatikan hasil analisis bilangan peroksida minyak goreng segar menunjukkan kadar melebihi standar, sehingga minyak ini mempunyai kualitas yang kurang baik. Kualitas minyak dan jumlah volume yang ditambahkan dimungkinkan berpengaruh terhadap ketahanan minyak oleh karena reaksi-reaksi yang selama penggorengan.

### **Aroma Minyak Goreng**

Hasil pengujian terhadap aroma minyak menunjukkan rata-rata skor semakin meningkat dengan semakin banyak pengulangan penggorengan. Skor aroma semakin tinggi menunjukkan aroma semakin tidak baik dibanding dengan baku (pembanding), demikian sebaliknya.

Hasil uji ANOVA terhadap aroma minyak menunjukkan ada pengaruh nyata perlakuan pengulangan penggorengan terhadap aroma minyak dengan nilai ( $p 0,000 > 0,05$ ). Hasil uji LSD menunjukkan beda nyata antar pasangan perlakuan pengulangan penggorengan. Semakin

banyak pengulangan penggorengan aroma minyak semakin kurang baik. Aroma minyak yang kurang baik diakibatkan karena akumulasi komponen-komponen hasil oksidasi maupun hidrolisis. Hasil analisis terhadap bilangan peroksida cenderung meningkat, dengan semakin banyak pengulangan penggorengan. Hal tersebut merupakan indikator minyak telah mengalami oksidasi dan hidrolisis selama penggorengan. Bilangan peroksida pada batas tertentu akan memberikan aroma yang tidak dikehendaki.

Ketaren (1986) menyatakan terjadinya oksidasi mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak. Oksidasi dimulai dari pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas. Aldehid berperan dalam pembentukan ketengikan, termasuk malonaldehid yang dapat diuji sebagai kadar TBA.

Peroksida dapat mempercepat proses timbulnya bau tengik dan flavor yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan. Jika jumlah peroksida lebih dari 100 meq peroksida/kg minyak akan bersifat sangat beracun dan mempunyai bau yang tidak enak. Kenaikan bilangan peroksida merupakan indikator bahwa minyak akan berbau tengik (Ketaren 1986). Menurut Raharjo (2004) kerusakan aroma minyak kedelai akibat autooksidasi baru mulai terdeteksi secara inderawi ketika angka peroksidanya mencapai 10 atau lebih.

Oksidasi akan membentuk karbonil volatil, asam-asam hidroksi, asam-asam keto dan asam-asam epoksi yang memunculkan aroma yang tidak diharapkan dan warna minyak menjadi gelap. Komponen karbonil yang terbentuk selama penggorengan dapat bereaksi dengan asam amino, amin, dan protein menghasilkan *flavor* yang diinginkan (*nutty*) (Negroni *et al.*, 2001). Tipe *flavor* gorengan yang diinginkan, dihasilkan pada

konsentrasi oksigen yang optimum (Warner, 2002). Level oksigen sangat berperan dalam pembentukan flavor yang diinginkan, namun pada proses penggorengan dalam penelitian ini tidak ada pengaturan, karena sistem penggorengan yang digunakan "*deep fat frying*". Kontak langsung antara permukaan minyak dan bahan yang digoreng dengan oksigen terjadi sepanjang proses penggorengan, level oksigen dapat diatur pada sistem penggorengan vakum.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan suhu tinggi selama penggorengan menyebabkan turunnya kualitas minyak goreng curah. Semakin banyak pengulangan penggorengan bilangan peroksida semakin meningkat. Secara organoleptik tempe goreng dan minyak goreng curah menunjukkan parameter organoleptik warna, rasa, aroma mempunyai nilai yang semakin tidak baik.

Penambahan minyak segar selama pengulangan penggorengan (penggorengan ke 5) tidak banyak memberikan sumbangan terhadap ketahanan mutu minyak goreng. Disarankan pengulangan penggorengan dilakukan maksimum 5 kali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aidos, I., Padt, A.F.D., Remko, B.M., and Luten, JB. 2001. Upgrading of Maatjes herring by-products: production of crude fish oil. *Journal Agriculture and Food Chemistry* Vol.49 No. 8:3697-3704.
- Alyas, S.A., Abdullah, A., Idris, N.A. 2006. Change of  $\beta$ -Carotene Content During Heating of Red Palm Olein. *Journal of Oil Research (Special Issue-April 2009)*, p.99-120.
- Aminah, S., dan Isworo T.J. 2009. *Praktek Penggorengan dan Mutu Minyak Goreng Sisa pada Rumah Tangga Rt.05 Rw. III Kedungmundu Tembalang Semarang. Laporan penelitian Internal UNIMUS Tahun 2009.*

- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari N., Sedarnawati, dan Budiyanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. IPB Press. Bogor.
- Boskou, D., Salta, FN, Chiou, A., Troullidou, E., and Adrikopoulos, NK. 2006. Content of trans, trans-2,4 decadienal in deep-fried and pan-fried. *Journal Lipid Science Technology* 108: 109-15.
- Chatzilazarou, A., Gartzis O., Lalas, S., Zoidis, E., and Tsaknis, J. 2006. Physicochemical Changes Of Olive Oil and Selected Vegetable Oil During Frying. *Journal Food Lipids* 13: 27-35.
- Choe, E., and Min, B.D. 2007. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *Journal Of Food Science* Vol.72, Nr.5, 2007. Institute Of Food Technologists.
- deMan, M.J, 1999. *Principles of Food Chemistry*. Third Edition. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Ericson, M.C., 2002 Lipid Oxidation of Muscle Foods dalam *Akoh.C.C., and Min.B.D. 2002. Food Lipid: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2nd Ed. Marcel Dekker Inc. New York-Basel.
- Galeone, C., Talamini R., Levi F., Pelucchi C., Negri E., Glacosa A., Montnella M., Franceschi S., and Vecchic, 2006. Fried Foods, olive oil and colorectal cancer. *Eur Soc Med Onc* 13:689-92.
- Ketaren.S., 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta.
- Negrone, M., D'Agustina, A., and Arnoldi, A. 2001. Effects of olive oil, canola, and sunflower oils on the formation of volatiles from the Maillard reaction of lysinewith xylose and glucose. *J Agric Food Chem*49:439-45.
- Neilsen, S. 1996. *Intruduction to The Analysis Of Food*. Jones and Bartlett Publisher. Boston, London.
- Prasetyawan, E.A. 2007. Uji Kualitas Minyak Goreng Pada Para Penjual Gorengan di lingkungan Kampus Universitas Jember. <http://digilib.unej.ac.id>. Diakses 13 Nopember 2008,
- Raharjo, S. 2008. Melindungi Kerusakan Oksidasi pada Minyak Selama Penggorengan dengan Antioksidan. *Foodreview Indonesia* Vol.III. No.4. April 2008.
- Raharjo, S., 2006. *Kerusakan Oksidatif pada Makanan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Warner, K. 2002. *Cemistry of Frying Oils*. U.S. Departemen of Agriculture, Peoria, Illinois dalam *Akoh C.C., Min B.D., ed. 2002. Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2nd Ed. Marcell Dekker. Inc. New York.
- Winarno, F.G. 1999. *Minyak Goreng Dalam Menu Masyarakat*. Pusbangtepa IPB.Bogor.
- Warner, K. 2002. *Cemistry of Frying Oils*. U.S. Departemen of Agriculture, Peoria, Illinois dalam *Akoh C.C., Min B.D., ed. 2002. Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. 2nd Ed. Marcell Dekker. Inc. New York.
- Yoon, Y., and Choe, E. 2007. Oxidation of Corn Oil During Frying of Soy-Flour-Added Flour Dough. *Journal of Food Science*. Vol 72, Nr.6, Institut of Food Technologists.