

KORELASI NISBAH FRAKSI KENTANG TERHADAP VOLUME MINYAK DENGAN PENURUNAN MUTU FISIK DAN KIMIA MINYAK SELAMA PENGGORENGAN HAMPA

Correlation of Mass Potatoes Fraction to Oil Volume Ratio to Physical and Chemical Oil Deterioration during Vacuum Frying

Kurniawan Yuniarto

Program Studi Keteknikan Pertanian – Universitas Mataram
Penulis Korespondensi: E-mail: foodengineering@yahoo.co.id

ABSTRACT

The changes of some physical and chemical characteristics of edible oil used for frying of sliced potato under vacuum were studied. Three respective ratios of potato mass and the oil volume were tested, namely 1:21 (w/v), 1:32 (w/v) and 1:64 (w/v), and the frying process at each batch was carried out at 90 oC for a certain period of time. Frying process was performed in 24 hours daily, in which the oil was used repeatedly. In 5 minutes interval, the temperature of the oil and the pressure level of the frying vessel were recorded. The samples of oil was randomly taken from the frying batches to determine any changes in the free fatty acid content and peroxide number (chemical aspects), and the physical characteristics (color and viscosity). Based on the set values of the parameters, the maximum time for oil usage on frying was estimated by employing a mathematical model and then compared with empirical data.

The results showed that the maximum time for oil usage, at which the oil volume was no longer enough for deep frying, was reduced with increasing the potato mass. It was partly due to the longer retention time for frying of the higher potato mass. The change rate observed for free fatty acid was 0,0016 unit/hr, while the one for the peroxide number was undetected. The change rates for the color and viscosity were 0,03 unit/hr and 0,55 unit/hr respectively. The highest rate of changes on the free fatty acid and viscosity were found on the ratio of 1:21. Based on the empirical data, the oil may be used for frying up to 80 hrs, compared to only 62 hrs with the mathematical model.

Keywords : vacuum frying, potato, oil deterioration, mass potatoes fraction to oil volume ratio

PENDAHULUAN

Penggorengan merupakan salah satu proses olahan pangan yang sangat populer. Penggorengan dapat didefinisikan sebagai proses pemasakan dan pengeringan produk dengan media panas berupa minyak sebagai media pindah panas. Penggorengan dari segi ilmiah sangat sulit karena terjadi perpindahan panas dan massa secara simultan (Pinthus *et al.*, 1997). Ketika bahan pangan digoreng menggunakan minyak goreng panas, banyak reaksi kompleks terjadi di dalam minyak dan pada saat itu minyak akan mulai mengalami kerusakan (Vijayan *et al.*, 1996).

Pada penggorengan sistem celup bahan dikelilingi oleh minyak goreng dengan urutan perilaku sebagai berikut : 1). Air

yang terletak di permukaan bahan akan membentuk uap; 2). Suhu minyak turun; 3). Panas yang diberikan menimbulkan reaksi dari komponen bahan dan minyak; 4). Pengeringan di permukaan bahan dan penyerapan minyak diikuti pembentukan aroma dan tekstur (Rossell, 2001).

Selama penggorengan, minyak dalam kondisi suhu tinggi serta adanya udara dan air dari bahan menyebabkan minyak mengalami kerusakan. Kerusakan minyak dalam penggorengan dibagi dalam tiga kategori yaitu hidrolisis, pirolisis dan oksidasi. Bentuk kerusakan fisik – kimia yang sering diamati adalah titik asap, kekentalan, warna, pembuihan, ketengikan, angka penyabunan dan angka asam. Kerusakan minyak yang berlanjut dan melewati angka yang

ditetapkan akan menyebabkan menurunnya efisiensi penggorengan dan kualitas produk akhir (Blumenthal *and* Stier, 1991).

Sistem penggorengan hampa dengan melakukan pengendalian tekanan di dalam ruang penggorengan dalam kondisi hampa memungkinkan mengendalikan suhu penggorengan dibawah suhu pendidihan air dalam tekanan udara normal. Minyak goreng sebagai media pindahpanas dapat diperlambat kerusakannya dan dapat dilakukan berulang karena suhu operasi penggorengan rendah sebesar 85°C (Latriyanto, 1998).

Kestabilan minyak goreng dalam operasi penggorengan hampa untuk komoditas kentang *Granola* dihitung melalui kinetika nilai susut mutu fisik-kimia. Tujuan spesifik dari penelitian ini adalah: 1) menentukan pola kerusakan minyak akibat penggorengan hampa dengan bahan baku kentang; 2) menghitung kinetika susut mutu fisik minyak goreng sistem penggorengan hampa sebagai fungsi dari rasio kentang terhadap volume minyak dan 3) menentukan batas penggunaan minyak secara berulang dalam pembuatan keripik kentang menggunakan *vacuum frying*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa minyak goreng kelapa sawit dengan merk dagang "*Tropical*". Bahan yang digunakan untuk menentukan laju kerusakan mutu minyak goreng adalah kentang jenis *Granola*, diperoleh dari pasar Beringharjo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bahan untuk pengujian parameter kinetika susut mutu minyak berupa alkohol netral 95 %, fenoltalein, NaOH dan asam oksalat sebagai bahan analisis asam lemak bebas. Etanol absolut, ferriklorida, amonium tiosianat sebagai bahan analisis angka peroksida.

Peralatan yang digunakan adalah :

1. Mesin penggoreng hampa kapasitas umpan 1.0 kg dengan bahan dasar baja nir karat ketebalan 2.0 mm produksi CV. Lastrindo Engineering, Malang.
2. Pemusing dengan kecepatan putar 750 rpm produksi CV. Lintang Tama Teknik, Malang.
3. Sensor suhu merk Wisecon - 42 rakitan

Malaysia - Thailand dengan presisi 1(satu) angka desimal di belakang koma.

4. Lovibond - meter untuk pengukuran warna minyak dengan mengukur indek atau skala merah - kuning.
5. Viskometer VT-03E menggunakan rotor nomor 3 (45 x 47 x 160 mm) ketepatan $\pm 5 \%$.

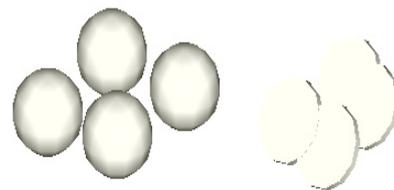
Metode Percobaan

1. Preparasi Kentang

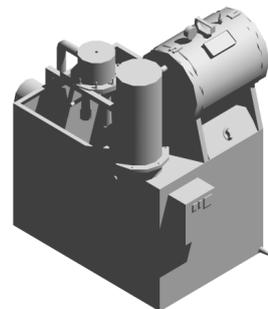
Kentang yang telah dibeli dari pasar direndam di dalam air selama 5 menit. Kentang dicuci dengan cara menggosok kulit permukaan menggunakan busa supaya kotoran yang menempel hilang.

2. Penggorengan Kentang

Kentang dikupas kemudian dilakukan pengirisan (*slicing*) dengan ketebalan 0.1 \pm 0.25 mm. Pengirisan di lakukan dalam waktu 10 menit sebelum penggorengan dinyatakan selesai. Perubahan suhu dan tekanan selama penggorengan dicatat dalam interval waktu yang dibuat secara acak dari menit ke-0 sampai selesai penggorengan kentang. Kemudian dilakukan penggorengan dengan mesin penggoreng hampa *water-jet system*.



Gambar 1. Bentuk model tiga dimensi kentang dengan irisannya



Gambar 2. Bentuk tiga dimensi mesin penggoreng hampa Water-Jet System

3. Perlakuan Penelitian

Perlakuan bahan yang akan dilakukan pengujian adalah dengan mengatur nisbah antara bahan dengan minyak. Nisbah bahan memiliki 3 (tiga) tingkat bobot dengan ukuran 250 ± 25 gram (1:64), 500 ± 25 gram (1:32) dan 750 ± 25 gram (1:21).

Penggorengan dilakukan selama 24 jam per hari dan berakhir pada pengulangan penggorengan ke-40 atau dinyatakan bahwa volume minyak yang digunakan untuk penggorengan tidak memiliki kemampuan untuk menggoreng kembali.

4. Pengambilan Sampel

Setiap selesai penggorengan dicatat lama penggorengan, perubahan suhu di dalam penggorengan atau suhu minyak dan perubahan tekanan dalam interval 5 menit dari waktu ke-0 sampai dengan selesai proses penggorengan. Analisis kerusakan minyak meliputi analisis kimia (kadar asam lemak bebas, angka peroksida) dan fisik (kekentalan dan warna). Pengambilan sampel dilakukan pada interval penggorengan ke 0, 1, 3, 5, 8, 11, 15, 18, 21, 25, 28, 30, 33, 35, 38 dan 40 jam. Volume sampel minyak diambil dari tabung penggorengan sebanyak 55 ml melalui katup keluar sebelum dilakukan analisis. Analisis perubahan sifat fisik dan kimia minyak dilakukan dengan ulangan tiga kali.

Metode Pengukuran

1. Pengukuran Kadar Asam Lemak Bebas Minyak

Pengukuran jumlah asam lemak bebas yang dibentuk selama penggorengan menggunakan metode standar AOAC dalam Sudarmadji, *dkk* (1996). Minyak diambil dari tabung penggorengan sebanyak 2 gram. Kemudian ditambahkan 20 ml alkohol netral 95%, dipanaskan sampai mendidih sambil diaduk. Larutan dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH 0,1 N dengan ditambahkan indikator fenolftalein. Titrasi dihentikan apabila terjadi perubahan warna menjadi merah jambu yang persisten selama 30 detik.

Penghitungan kadar asam lemak bebas dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ ALB} = (\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{M}) / 2 \text{ g}$$

Nilai M menunjuk berat molekul dari minyak sawit dengan nilai konversi 263.

2. Pengukuran Angka Peroksida Minyak

Pengukuran jumlah peroksida yang dibentuk selama penggorengan menggunakan metode ferri tiosianat (Hiels and Thiel, 1953 dalam Adnan, 1980). Sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan etanol absolut 10 ml, diikuti penambahan ferri sulfat sebanyak 50 ml dan amonium tiosianat sebanyak 50 ml.

Tabung reaksi yang berisi sampel dilakukan pengocokan (*shaking*) menggunakan *stirrer* selama 30 detik. Setelah semua sampel mengalami pengocokan dilakukan pengukuran intensitas warna atau absorbansi dengan panjang gelombang 510 nm menggunakan spektrofotometer.

Untuk mengetahui jumlah ferri yang terbentuk maka perlu dibuat kurva standar yang menggambarkan hubungan antara konsentrasi ferri (g/10ml) dengan absorbansi.

Angka peroksida dinyatakan sebagai miliequivalen peroksida tiap kg minyak.

$$\text{Angka peroksida} = \frac{A \times B}{C \times B \times M \times F \times e}$$

A: g Fe/10 ml

B: Volume mula - mula

C: Volume contoh (ml)

4. Pengukuran Warna Minyak

Pengukuran warna minyak yang dibentuk selama penggorengan menggunakan *Lovibond-meter*. Sampel di masukkan ke dalam kuvet kemudian ditera dengan mengatur keseimbangan warna dari standar dengan warna sampel. Skala yang digunakan bagi pengukuran warna minyak adalah merah.

5. Pengukuran Kekentalan

Pengukuran kekentalan minyak dilakukan dengan menggunakan viscotester. Sampel dimasukkan ke dalam *cup* sampai volume minyak penuh. Memasukkan rotor ke dalam minyak dan dilanjutkan dengan menghidupkan saklar. Rotor dalam posisi rata - rata air dan di jaga pergerakannya

dalam posisi tegak lurus dengan sampel minyak. Pengukuran dilakukan selama 2 – 3 menit pada suhu kamar. Nilai kekentalan ditunjukkan dengan skala di dalam instrument analog yang memiliki satuan mPa.s.

Metode Analisis Data

Data terukur meliputi sifat kimia (asam lemak bebas, angka peroksida) dan sifat fisik warna dan kekentalan) dan lama umur penggorengan, lama waktu tinggal penggorengan dan dikumpulkan sebagai data mentah. Data mentah diolah dengan menggunakan spreadsheet untuk mengetahui nilai empirik dari laju perubahan sifat fisik dan kimia minyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggorengan Kentang Secara Hampa

Perlakuan nisbah bahan atau fraksi kentang (kg) terhadap volume minyak (liter) dengan suhu penggorengan 90oC menghasilkan perbedaan umur pengulangan minyak. Umur pengulangan minyak dalam penggorengan kentang secara hampa terhitung sampai dengan volume minyak goreng tidak cukup untuk merendam kentang karena penyerapan minyak secara berulang paling panjang adalah 23,06 jam, sedangkan umur paling pendek 21,68 jam.

Tabel 1. Lama umur pengulangan minyak penggorengan kentang secara hampa (jam)

Suhu Penggorengan (°C)	Berat Kentang (kg)		
	0,25	0,50	0,75
90	23,06	22,63	21,68

Tabel 2. Lama waktu tinggal penggorengan kentang secara hampa (menit)

Suhu Penggorengan (°C)	Berat Kentang (kg)		
	0,25	0,50	0,75
90	44	48	52

Lama waktu tinggal menunjukkan lama proses penguapan air selama penggorengan dinyatakan mencapai keseimbangan. Lama

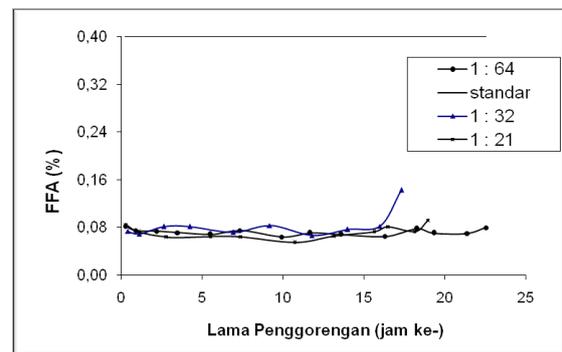
waktu tinggal untuk rasio kentang terhadap volume minyak paling pendek (1:21) adalah 44 menit, sedangkan paling panjang (1:64) adalah 52 menit.

B. Perilaku Kerusakan Minyak Penggorengan Hampa

Kinetika Perubahan Asam Lemak Bebas

Perilaku kerusakan minyak penggorengan hampa untuk nilai mutu asam lemak bebas disajikan pada Gambar 3.

Perubahan asam lemak bebas menunjukkan pola yang konstan terhadap waktu berbeda dengan penggorengan atmosferik yang menunjukkan perilaku linier terhadap waktu dengan laju kinetik 0,063 jam⁻¹. Rasio fraksi kentang terhadap volume minyak yang semakin besar menunjukkan nilai asam lemak bebas semakin rendah. Laju kerusakan minyak dengan parameter asam lemak bebas paling besar pada rasio berat kentang: volume minyak 1:21 yaitu 0,0016 jam⁻¹.



Gambar 3. Korelasi rasio fraksi kentang terhadap volume minyak dengan nilai mutu asam lemak bebas

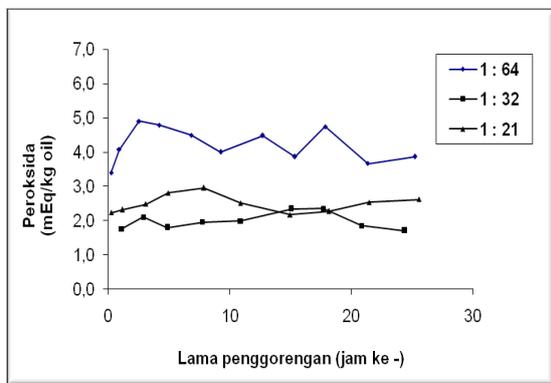
Tabel 3. Nilai konstanta laju perubahan asam lemak bebas minyak penggorengan kentang secara hampa (jam⁻¹)

Suhu Penggorengan (°C)	Berat Kentang (kg)		
	1:21	1:32	1:64
90	0,0016	0,0013	0,0012

Kesesuaian data penelitian dengan data yang didapat dari persamaan kinetika (prediksi) di dalam penelitian ini ditentukan dengan menghitung koefisien determinasi. Nilai-nilai koefisien determinasi antara percobaan dengan prediksi berkisar antara 0,03–0,28 untuk suhu 90oC. Nilai keamatan dan kestabilan yang relatif rendah menunjukkan bahwa pendekatan model dengan kinetika ordo 0 untuk kerusakan asam lemak bebas minyak goreng pada operasi peng-gorengan hampa tidak memberikan hasil yang baik.

Kinetika Perubahan Peroksida

Perilaku kerusakan minyak peng-gorengan hampa untuk nilai mutu angka peroksida disajikan pada Gambar 4.



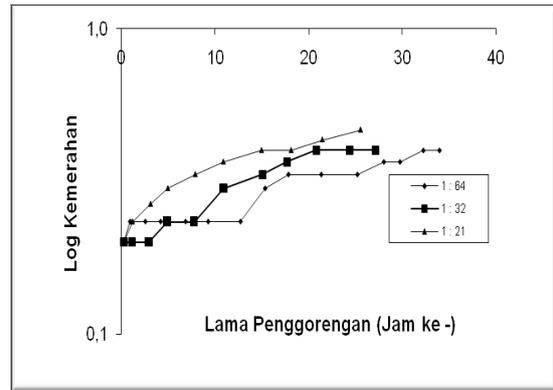
Gambar 4. Korelasi fraksi kentang terhadap volume minyak dengan nilai mutu angka peroksida minyak

Perbandingan rasio fraksi kentang terhadap volume minyak yang semakin kecil memiliki kecenderungan menghasilkan angka peroksida lebih besar. Hubungan laju pembentukan peroksida dalam berbagai perbandingan fraksi kentang terhadap volume minyak memiliki wilayah waktu yang lebih pendek dibandingkan dengan laju penguraian atau dekomposisi peroksida.

C. Kinetika Perubahan Warna Merah

Perilaku kerusakan minyak penggorengan hampa untuk nilai mutu warna merah disajikan pada Gambar 5. Perlakuan suhu proses penggorengan yang semakin tinggi akan meningkatkan laju pembentukan warna merah minyak. Nilai laju pembentukan warna merah kentang secara hampa dapat diturunkan 17 kali dari penggorengan

kentang secara atmosferik. Penelitian yang dilakukan Tseng *et al* (1996) melakukan peng-gorengan kentang dalam suhu 190oC menghasilkan nilai laju pembentukan warna merah minyak 7,71 jam⁻¹ sedangkan dalam penggorengan hampa menggunakan suhu penggorengan paling tinggi adalah 0,46 jam⁻¹.



Gambar 5. Korelasi fraksi kentang terhadap volume minyak dengan nilai mutu warna merah minyak

Analisis model matematis menunjukkan bahwa perilaku perubahan warna merah minyak sebagai parameter mutu kritis mengikuti ordo 1 atau eksponensial. Perilaku kerusakan warna merah minyak penggorengan hampa memiliki karakteristik yang sama dengan penggorengan atmosferik.

Tabel 4. Nilai konstanta laju warna merah minyak penggorengan kentang secara hampa (jam⁻¹).

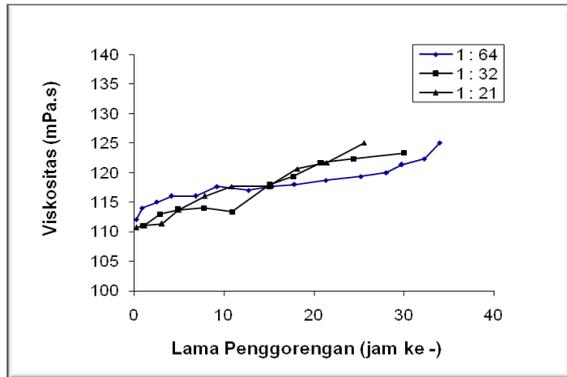
Suhu Penggorengan (oC)	Fraksi Kentang		
	1:21	1:32	1:64
90	0,019	0,030	0,030

Optimasi proses dalam sistem kontinyu menggunakan baku nilai kinetika laju reaksi dari perbandingan fraksi kentang terhadap volume minyak yang paling besar. Data umur minyak menunjukkan bahwa tingkat kestabilan minyak sebagai media penggorengan kentang secara hampa dihentikan dalam waktu penggorengan jam ke-61. Hal ini menunjukkan bahwa nilai ekonomi minyak dalam penggorengan kentang secara hampa sangat besar

dibandingkan dengan penggorengan kentang secara atmosferik yang harus dihentikan pada penggorengan jam ke-1 dalam sistem penggorengan kontinyu.

D. Kinetika Perubahan Kekentalan Minyak

Perilaku kerusakan minyak penggorengan hampa untuk nilai mutu kekentalan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Korelasi rasio fraksi kentang terhadap volume minyak dengan nilai mutu warna merah minyak

Kekentalan minyak akan meningkat dengan semakin lama penggorengan. Sedangkan korelasi rasio fraksi kentang terhadap volume minyak dengan perubahan kekentalan minyak tidak menunjukkan signifikansi.

Tabel 5. Nilai konstanta laju perubahan kekentalan minyak penggorengan kentang secara hampa (jam⁻¹)

Suhu Penggorengan (°C)	Fraksi Kentang		
	1:21	1:32	1:64
90	0,55	0,45	0,27

Nilai kekentalan minyak akan Batasan untuk nilai ambang kekentalan minyak yang menunjuk kepada ketidaklayakan pemakaian minyak sebagai media penggorengan belum pasti menyulitkan untuk menentukan umur minyak dengan menggunakan kekentalan sebagai parameter kritis kerusakan minyak penggorengan hampa. Penggorengan kentang secara hampa menghasilkan laju perubahan kekentalan sebesar 0,55 jam⁻¹, sedangkan Tseng *et al* (1996) melakukan

penggorengan kentang secara atmosferik menghasilkan laju perubahan kekentalan minyak sebesar 139 jam⁻¹.

Nilai-nilai koefisien determinasi antara percobaan dengan prediksi berkisar antara 0,93-0,98 untuk suhu 90°C. Nilai keeratan yang tinggi menunjukkan bahwa persamaan kinetika untuk penentuan warna minyak sebagai fungsi lama penggorengan dan suhu penggorengan mengikuti ordo ke-0.

KESIMPULAN

1. Sistem penggorengan kentang dengan penghampaan ruang penggoreng dapat menjaga kestabilan minyak dari kerusakan sifat fisik dan kimia.
2. Pola kerusakan kimiawi minyak dengan penggorengan hampa mengalami perbedaan dengan pola kerusakan kimiawi minyak yang digunakan dengan penggorengan atmosferik, sedangkan pola kerusakan fisik minyak penggorengan hampa sama dengan pola kerusakan fisik minyak penggorengan atmosferik.
3. Laju kerusakan minyak dengan mutu kimia berupa asam lemak bebas 0,0016 jam⁻¹, angka peroksida (tidak terdeteksi), warna 0,03 jam⁻¹, kekentalan 0,55 jam⁻¹.
4. Penghitungan umur minyak penggorengan kentang secara hampa menggunakan data hasil percobaan mencapai 80 jam sedangkan dengan menggunakan model matematis ketahanan minyak sampai 62 jam.
5. Pendekatan penghitungan kinetika kerusakan minyak sistem penggorengan hampa melalui pemodelan matematis lebih cocok untuk memprediksi sifat-sifat fisik minyak dibandingkan dengan sifat-sifat kimia minyak.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan, M. 1980. Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts. PhD Thesis. Univ. of Illinois, Urbana-Champaign.

Bateman, L., H. Hughes, and A.L. Morris (1953). Hidroperoxide decomposition in relation to the initiation of radical chain reactions. Disc. Faraday Soc. 14 : 190 - 199.

- Blumenthal, M.M. and Stier, R.F. 1991. Optimization of deep fat frying operations. *Trend Food Sci.*
- Heldman and Lund. 1992. *Handbook of food engineering.* Marcell Dekker, Inc.
- Krokida, M.K., Oreopoulou, V., Maroulis, Z.B., and Marinos-Kouris, D. 2001. Colour changes during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, 48, 219-225.
- Lastriyanto, A. 1998. Sistem peng-gorengan hampa dengan water - jet. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Mc Gill, E.A. 1980. The chemistry of frying. *Bakers Digest*, 6(62) : 38-42.
- Moreira, R.G., Elena Castell Perez, M. and Barrufet, M.A. 1999. Deep - fat frying. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Rossell, J. B. 2001. *Frying.* Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington, Cambridge, England.
- Sudarmadi, S. 1996. *Analisis Bahan Makanan.* Liberty Press. Jogjakarta.
- Toledo, R. 1999. *Fundamental food engineering.* An Aspen Publisher Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Tseng, Y.C., Moreira, W., and Sun, X. 1996. Total frying-use time effects on soybean-oil deterioration and on tortilla chip quality. *International journal of Food Sci. and Technol.*, 31, 287 - 294.
- Vijayan, J, David, C.S., and Singh, R.P. 1996. Optical Properties of Corn Oil During Frying. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 353 -358.