

KINETIKA PERUBAHAN KETENGIKAN (RANCIDITY) KACANG GORENG SELAMA PROSES PENYIMPANAN

Kinetics of Rancidity Changes of Fried Peanuts During Storage Process

Dewi Maya Maharani¹, Nursigit Bintoro², Budi Rahardjo²

¹Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang; ² Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora Bulaksumur 55281, Yogyakarta
E-mail: maya_maharani@ub.ac.id

ABSTRAK

Ketengikan (*rancidity*) merupakan kerusakan atau perubahan bau dan *flavor* dalam lemak atau bahan pangan berlemak. Sebagai salah satu produk pangan berlemak kacang rentan terhadap ketengikan selama penyimpanan. Lama pemanasan minyak dapat mengakibatkan perubahan nilai angka peroksidanya, sehingga akan mempengaruhi kualitas pada bahan yang digoreng. Disamping itu ketersediaan oksigen dalam kemasan ditengarai juga akan mempengaruhi terjadinya proses ketengikan. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan model matematis perubahan ketengikan kacang goreng selama penyimpanan yang dinyatakan dengan peningkatan nilai angka peroksidanya. Variasi lama pemanasan minyak yang digunakan adalah 0, 1, 2 dan 3 jam. Sedangkan variasi rasio volume kacang dengan kemasan yang digunakan adalah 1:6, 5:13 dan 10:17. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan minyak, maka semakin besar angka peroksidanya demikian juga angka peroksida dari kacang hasil penggorengannya. Semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan yang digunakan, maka semakin besar konstanta laju perubahan angka peroksida kacang goreng atau kacang semakin cepat tengik. Persamaan konstanta laju perubahan angka peroksida kacang goreng (ketengikan) selama penyimpanan dapat dinyatakan dengan $P(t) = P_0 \cdot e^{0,17(Rs) \cdot 0,10 \cdot xt}$

Kata kunci: Angka peroksida, minyak goreng, model matematis, kacang goreng, penyimpanan

ABSTRACT

Rancidity is a damage or change in odor and flavor in the fat or fatty food. As one of the fatty food products, peanut is susceptible to rancidity during storage. The duration of heating oil resulting in changes of peroxide value of oil as a medium frying pan provides quality changes in fried ingredients. Besides that, availability of oxygen in the package would also affect on the rate of the rancidity process. The purpose of this study was to develop a mathematical model of rancidity changes of fried peanuts during storage expressed by increasing the numerical value of its peroxide. The variation of heating oil used were 0, 1, 2 and 3 hours. While the variation of ratio of peanut volume with the packaging material used were 1:6, 5:13 and 10:17. The results showed that the longer the heating oil, the greater the number peroxide as well as the number of results of frying beans. The smaller the volume ratio of peanuts to the packaging used, the greater the rate constant changes in peroxide value fried peanuts or the faster the rancidity of the peanut. The equation of constant rate of change of peroxide value fried peanuts (rancidity) during storage could be expressed by

$$P(t) = P_0 \cdot e^{0,17(Rs) \cdot 0,10 \cdot xt}$$

Keywords: Peroxide value, cooking oil, mathematical model, fried peanuts, storage

PENDAHULUAN

Produk pangan bersifat mudah rusak oleh berbagai faktor, baik kimiawi, fisik maupun mikrobiologis yang akan menurunkan mutu dari produk pangan tersebut. Ketengikan (*rancidity*) merupakan kerusakan atau perubahan bau dan *flavor* dalam lemak atau bahan pangan berlemak. Ketengikan mempengaruhi kualitas produk pangan sehingga menyebabkan konsumen menolak produk tersebut dan juga dapat membahayakan kesehatan. Sebagai salah satu produk pangan berlemak kacang rentan terhadap ketengikan selama penyimpanan. Adanya oksigen, cahaya, kelembaban, dan suhu tinggi, oksidasi asam lemak dapat terjadi (Nawar, 1996) sehingga mengakibatkan perubahan rasa dan penurunan kualitas kacang (Ory dkk., 1985).

Minyak goreng sebagai salah satu komponen pangan yang sering dikonsumsi, ternyata selama proses penggorengan mudah mengalami oksidasi termal. Pengaruh oksidasi termal terhadap perubahan kualitas minyak goreng dapat diketahui dengan mengatur lama pemanasan minyak yang berbeda-beda dan mengujinya. Semakin lama minyak goreng mengalami pemanasan maka semakin tinggi tingkat kerusakan minyak. Selama menggoreng, minyak mengalami degradasi dari oksidasi termal untuk membentuk dekomposisi volatile dan non-volatile produk (Melton dkk., 1994). Perubahan kimia minyak goreng juga mengakibatkan perubahan kualitas makanan yang digoreng. Komposisi asam lemak dari minyak goreng adalah faktor penting yang mempengaruhi rasa makanan yang digoreng (Mehta dan Swinburn, 2001; Kiatsrichart dkk., 2003). Akibatnya, kualitas minyak goreng ini penting karena minyak goreng diserap produk selama digoreng.

Selain itu, salah satu penyebab kerusakan bahan pangan adalah oksigen. Dari semua komponen gas yang terdapat dalam udara, oksigen merupakan gas yang penting ditinjau dari segi pengolahan pangan. Oksigen dapat mempercepat kerusakan lemak, yaitu dengan terjadinya ketengikan secara oksidatif pada bahan pangan yang berlemak contohnya kacang. Proses oksidasi dapat dikendalikan dengan menurunkan konsentrasi oksigen dalam kemasan (Leufven dkk., 2007). Semakin sedikit volume oksigen dalam kemasan maka proses ketengikan semakin lambat.

Terdapat beberapa hasil penelitian tentang perubahan mutu pada minyak goreng dan produk selama penyimpanan, antara lain penelitian yang menunjukkan lamanya pemanasan minyak akan mempercepat destruksi minyak akibatnya bilangan peroksida menjadi meningkat (Oktaviani, 2010). Selain itu, frekuensi penggorengan minyak mempunyai pengaruh terhadap angka peroksida (indikator ketengikan) mi-

nyak kelapa sawit sisa pakai (Marati, 2006). Maulaningrum (2008), menemukan bahwa frekuensi pemanasan mempengaruhi kejenuhan lemak minyak goreng yaitu pemanasan minyak goreng lebih dari empat kali meningkatkan lemak jenuh, sehingga akan meningkatkan kejenuhan lemak pada makanan yang digoreng yang menyebabkan cepat tengik. Frekuensi maupun lama pemanasan minyak mempunyai pengaruh terhadap perubahan angka peroksida. Pengemasan juga mempengaruhi mutu produk selama penyimpanan. Perlakuan pengemasan dapat dilakukan dengan mengatur rasio volume kacang dengan kemasan untuk mendapatkan variasi ketersediaan oksigen dalam kemasan.

Kinetika merupakan dasar untuk mengetahui berbagai perubahan termasuk laju dan kecepatan berbagai proses yang terjadi selama pengolahan dan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model matematis perubahan ketengikan (angka peroksida) kacang goreng selama penyimpanan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi perubahan angka peroksida kacang goreng selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang tanah (*Arachis Hypogaea L*) varietas jerapah, diperoleh dari Balai Pengembangan Pembenuhan Palawija, Gunung Kidul. Selain itu, bahan untuk media penggorengan berupa minyak goreng sawit curah dan kemasan plastik kode 7 (OTHER), berbentuk botol dengan kapasitas 200 ml. Bahan untuk pengujian angka peroksida berupa asam asetat-kloroform, larutan jenuh KI, aquades, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan larutan pati 1 %.

Alat-alat yang digunakan antara lain *cabinet dryer* sebagai tempat pengeringan kacang tanah, *stopwatch* sebagai pengukur waktu, panci penggoreng rendam (*deep frying*) sebagai tempat penggorengan, timbangan elektrik, dan alat penentuan angka peroksida.

Penelitian pendahuluan dilakukan secara bertahap, meliputi penentuan variasi perlakuan dan prosedur penggorengan yang akan digunakan dalam penelitian utama. Variasi perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lama pemanasan minyak sebagai media penggorengan (0, 1, 2, dan 3 jam) sebelum digunakan untuk menggoreng kacang. Pada penelitian pendahuluan ini diperoleh hubungan antara lama pemanasan minyak dengan angka peroksida minyak (Tabel 1).

Tabel 1. Hubungan lama pemanasan minyak pada suhu 150°C dengan peningkatan angka peroksidanya

Lama pemanasan (jam)	Angka peroksida (meq/kg)
0	4,87
1	8,77
2	11,62
3	13,41

Selain dilakukan penggorengan, juga dilakukan pengovenan kacang sebagai pembanding. Dari penelitian pendahuluan ini juga diperoleh nilai densitas kacang goreng dan oven masing-masing 1,0426 g/ml dan 1,058 g/ml. Nilai densitas ini digunakan untuk menentukan rasio volume kacang dengan kemasan yang juga merupakan variasi perlakuan pada penelitian ini (Tabel 2).

Tabel 2. Rasio volume kacang dengan kemasan

Rasio	1:6	5:13	10:17
kacang goreng (g)	35	79	123
kacang oven (g)	35,5	80	124,8

Waktu penggorengan optimum ditetapkan dengan cara melakukan percobaan penggorengan dengan interval waktu tertentu, kemudian dilakukan uji organoleptik. Dari hasil uji organoleptik diperoleh waktu yang sesuai dengan tingkat kesukaan konsumen terhadap kacang yang telah digoreng berdasarkan parameter kerenyahan, kematangan, warna, dan kesukaan secara keseluruhan. Dari penelitian awal ini diperoleh waktu penggorengan optimal adalah 8 menit dan suhunya 150 °C untuk 5 liter volume minyak dan 500 gram berat kacang yang digoreng. Sedangkan waktu optimal pengovenan adalah 60 menit dengan suhu 150 °C.

Kacang yang telah digoreng dengan keempat macam perlakuan minyak di atas (Tabel 1) kemudian dikemas dengan variasi rasio volume kacang dengan kemasan seperti pada Tabel 2. Selanjutnya disimpan pada suhu kamar (27 °C) selama 3 bulan. Sampel kacang kemudian diuji angka peroksidanya pada minggu ke-0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12.

Analisis Data

Angka peroksida menunjukkan tingkat kerusakan lemak atau minyak. Parameter kemunduran mutu untuk angka peroksida bahan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dP}{dt} = k_p P^n \tag{1}$$

Sebagian besar reaksi kemunduran mutu bahan makanan berlangsung pada reaksi orde nol ($n = 0$) dan reaksi orde 1 ($n = 1$) (Labuza dan Riboh, 1982).

Proses kemunduran mutu kacang berlangsung dengan kecepatan tidak tetap yang disebut sebagai kemunduran mutu orde satu. Integrasi persamaan (1) dengan batas $t=0$ untuk $P=P_0$ dan $t=t$ untuk $P=P(t)$ diperoleh persamaan (2) berikut ini:

$$\ln \left(\frac{P(t)}{P_0} \right) = k_p t \tag{2}$$

Nilai k_p merupakan konstanta laju perubahan angka peroksida bahan yang dapat ditentukan dari gradien (slope) kurva hubungan antara $\ln \left(\frac{P(t)}{P_0} \right)$ sebagai ordinat dengan waktu (t) sebagai absis.

Konstanta laju perubahan angka peroksida minyak selama pemanasan diperoleh dengan membuat kurva perubahan nisbah angka peroksida minyak selama pemanasan terhadap lama waktu pemanasan.

Konstanta penyerapan minyak oleh kacang hasil penggorengan diperoleh dengan membuat kurva selisih angka peroksida kacang goreng dengan kacang oven terhadap angka peroksida minyak gorengnya. Selanjutnya konstanta penyerapan minyak tersebut bersama dengan angka peroksida kacang oven dapat digunakan untuk memprediksi angka peroksida kacang hasil penggorengan.

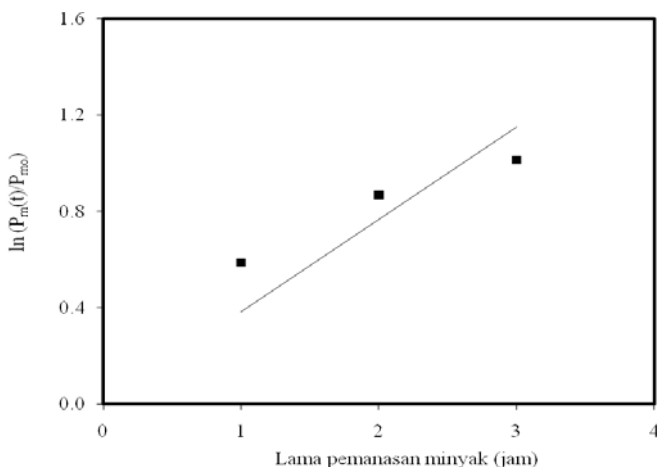
Konstanta laju perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan diperoleh dengan membuat kurva perubahan nisbah angka peroksida kacang selama penyimpanan terhadap waktu penyimpanan. Untuk mendapatkan model persamaan konstanta laju perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan terhadap rasio volume kacang dengan kemasan (Rs) dilakukan pengeplotan data dan analisis regresi linier. Kemudian dilakukan uji validasi untuk membandingkan angka peroksida observasi dan prediksi dimana akurasi dinyatakan dengan koefisien korelasi (r) dan uji statistik t-Test *software* SPSS 16 (Hartono, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Pemanasan terhadap Perubahan Angka Peroksida Minyak

Minyak yang mendapat perlakuan pemanasan mengalami peningkatan angka peroksida. Hal ini disebabkan karena semakin lama pemanasan minyak, maka semakin cepat proses oksidasi. Sesuai dengan penelitian Ananta (1991) yang menyebutkan bahwa minyak goreng yang digunakan lebih dari 4 kali pemanasan (pemanasan berulang) akan mengalami oksidasi (reaksi dengan udara) yang ditandai dengan terbentuknya peroksida. Oksidasi dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida dengan pengikatan oksigen pada ikatan rangkap pada

asam lemak tidak jenuh. Umumnya kerusakan oksidasi terjadi pada asam lemak tak jenuh, tetapi bila minyak dipanaskan suhu 100 °C atau lebih, asam lemak jenuh pun dapat teroksidasi (Jacobson, 1967). Semakin cepat proses oksidasi, maka semakin besar peroksida yang terbentuk atau minyak semakin cepat tengik. Konstanta laju perubahan angka peroksida minyak ini menunjukkan pengaruh lama pemanasan minyak terhadap perubahan angka peroksidanya. Nilai ini didapat dari analisis kinetika yang diselesaikan dengan regresi linear $\ln\left(\frac{P_m(t)}{P_{mo}}\right)$ minyak terhadap lama pemanasan (Gambar 1).



Gambar 1. Kurva perubahan nisbah angka peroksida minyak selama pemanasan pada suhu 150 °C

Dari analisis tersebut diperoleh persamaan yang menjelaskan hubungan angka peroksida minyak dengan lama pemanasan seperti ditunjukkan pada persamaan (3).

$$P_m(t) = P_{mo} \cdot e^{0,383t} \quad (3)$$

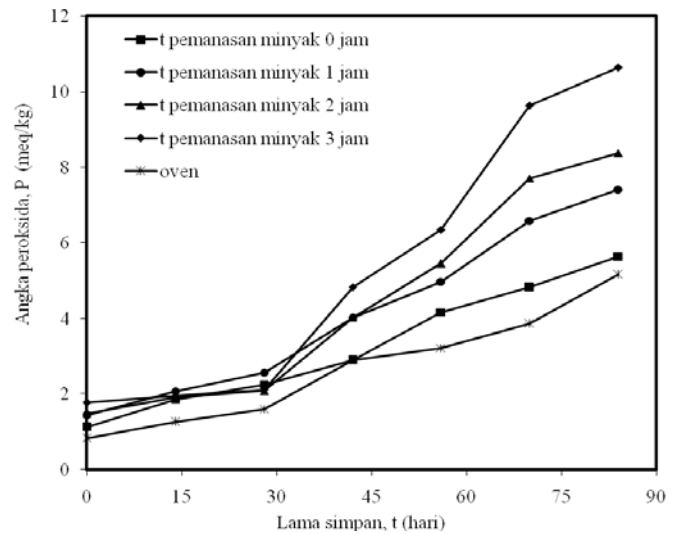
Pengaruh Lama Pemanasan Minyak terhadap Perubahan Angka Peroksida Kacang selama Penyimpanan

Gambar 2 menunjukkan contoh perubahan angka peroksida kacang selama proses penyimpanan sebagai pengaruh dari perbedaan nilai angka peroksida awal minyak penggorengnya.

Semakin lama penyimpanan, maka semakin tinggi angka peroksida kacang untuk semua variasi perlakuan lama pemanasan minyak. Sedangkan pada lama waktu penyimpanan yang sama, semakin lama pemanasan minyak, maka semakin tinggi angka peroksida kacang.

Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan angka peroksida kacang yang signifikan setiap minggunya

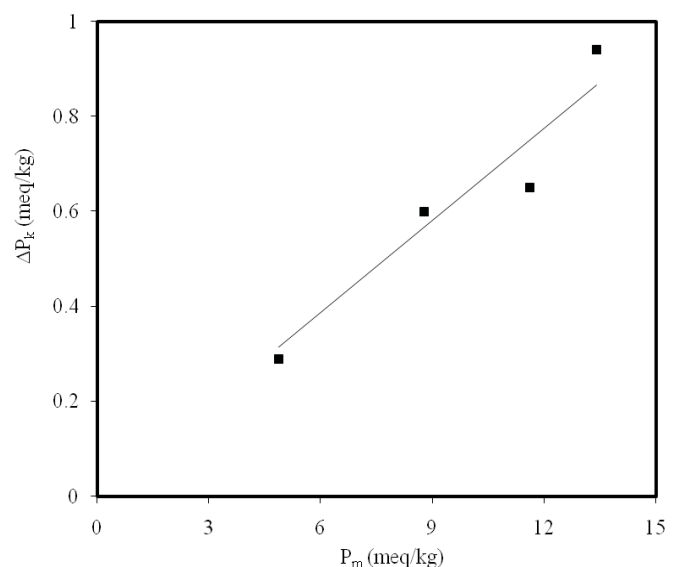
kecuali pada minggu pertama untuk seluruh perbandingan rasio volume (kacang/kemasan) yang diteliti. Hal ini menunjukkan bahwa lama pemanasan minyak berpengaruh terhadap angka peroksida kacang yang disimpan.



Gambar 2. Kurva perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan pada empat macam lama pemanasan minyak (contoh untuk rasio volume kacang dengan kemasan 1:6)

Pengaruh Lama Pemanasan Minyak terhadap Perubahan Angka Peroksida Kacang Hasil Penggorengan (Awal Penyimpanan)

Pada rasio volume kacang dengan kemasan tetap, semakin lama pemanasan minyak, maka semakin besar pula angka peroksida kacang hasil penggorengannya.



Gambar 3. Kurva hubungan antara selisih angka peroksida kacang goreng dan kacang oven terhadap angka peroksida minyak awal

Hal ini disebabkan karena selama penggorengan, minyak yang dipanaskan lebih lama, maka semakin besar angka peroksida minyak. Selama penggorengan, minyak dengan angka peroksida besar diserap oleh kacang sehingga angka peroksida kacang menjadi besar.

Gambar 3 menunjukkan kurva hubungan antara selisih angka peroksida kacang hasil penggorengan dengan kacang oven (ΔP_k) terhadap angka peroksida minyak awal. Dengan asumsi bahwa kacang oven yang tidak mengalami kontak dengan minyak selama pemasakannya, nilai angka peroksida adalah angka peroksida murni dari kacang, maka dapat dicari hubungan antara ΔP_k dengan angka peroksida minyak awal seperti ditunjukkan pada persamaan (4).

$$\Delta P_k = 0,064 P_m \quad (4)$$

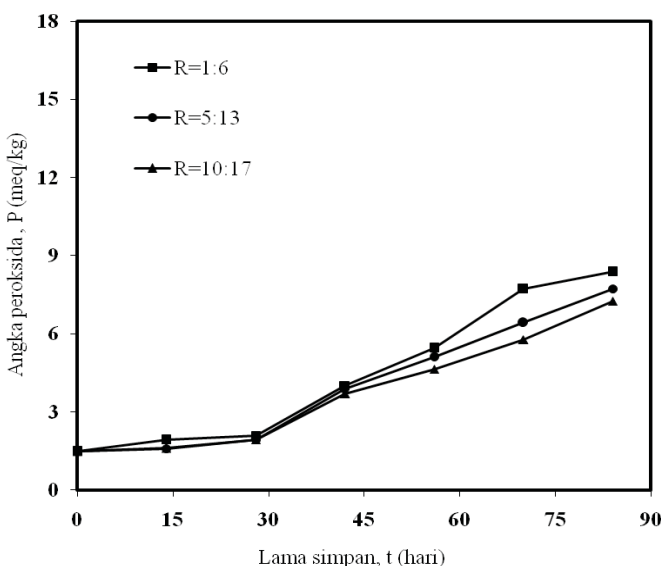
Selanjutnya persamaan untuk menentukan angka peroksida kacang hasil penggorengan dapat ditulis sebagai berikut:

$$P(t) = P_{ov} + 0,064 P_m \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5) diperoleh konstanta penyerapan minyak sebesar 0,064 meq/kg yang selanjutnya digunakan untuk menentukan prediksi angka peroksida kacang awal penyimpanan.

Pengaruh Rasio Volume Kacang dengan Kemasan terhadap Perubahan Angka Peroksida Kacang selama Penyimpanan

Gambar 4 menunjukkan contoh perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan sebagai pengaruh dari perbedaan rasio volume kacang dengan kemasan.



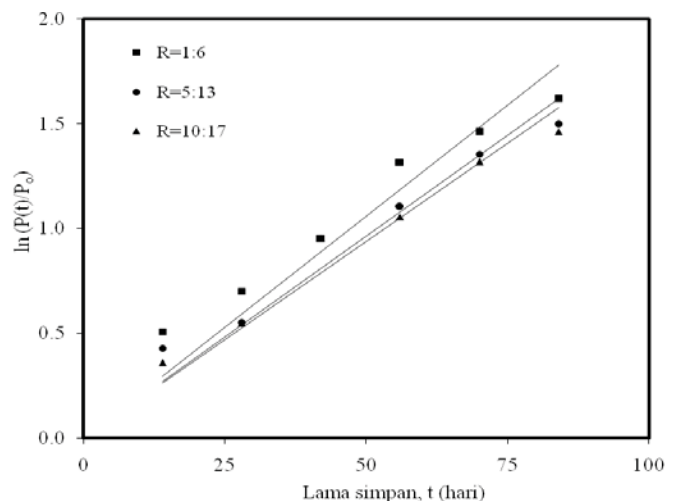
Gambar 4. Kurva perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan pada tiga macam rasio volume kacang dengan kemasan (contoh untuk lama pemanasan minyak 2 jam)

Semakin lama penyimpanan, maka semakin tinggi angka peroksida kacang untuk semua variasi perlakuan rasio volume kacang dengan kemasan. Pada lama penyimpanan yang sama, semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan maka peningkatan angka peroksida kacang semakin cepat. Semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan berarti semakin besar ketersediaan oksigen dalam kemasan. Hal ini menyebabkan besarnya reaksi antara asam lemak tak jenuh dengan oksigen dalam kemasan sehingga dapat mempercepat laju oksidasi dan ketengikan. Penelitian yang dilakukan oleh Darmajana (2007) menyebutkan bahwa cara pengemasan yang baik dapat dilakukan dengan pengemasan vakum pada produk untuk mengurangi oksigen dalam kemasan sehingga reaksi oksidasi lemak dapat dihalangi dan dapat meningkatkan masa simpannya.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa secara umum terdapat perbedaan angka peroksida kacang yang signifikan setiap minggunya untuk seluruh perbandingan rasio volume (kacang/kemasan) yang diteliti. Hal ini menunjukkan bahwa rasio volume kacang dengan kemasan berpengaruh terhadap angka peroksida kacang yang disimpan.

Kinetika Laju Perubahan Angka Peroksida Kacang (k_p) selama Penyimpanan

Konstanta laju perubahan angka peroksida kacang adalah suatu nilai yang menunjukkan kecepatan perubahan angka peroksida yang dialami oleh kacang selama penyimpanan. Konstanta ini menjelaskan pengaruh variasi rasio volume kacang dengan kemasan terhadap perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan. Nilai ini didapat dari analisis kinetika yang diselesaikan dengan regresi linear $\ln\left(\frac{P(t)}{P_0}\right)$ terhadap lama penyimpanan (Gambar 5).



Gambar 5. Kurva perubahan nisbah angka peroksida kacang selama penyimpanan (contoh untuk lama pemanasan minyak 0 jam)

Tabel 3 menunjukkan besarnya masing-masing konstanta laju perubahan angka peroksida kacang dari berbagai variasi rasio volume yang diteliti.

Tabel 3. Konstanta laju perubahan angka peroksida kacang (k_p)

Lama pemanasan minyak (jam)	k_p (/hari)		
	$R_s = 1:6$	$R_s = 5:13$	$R_s = 10:17$
0	0,02121	0,01926	0,01875
1	0,02123	0,01934	0,01882
2	0,02179	0,02013	0,01902
3	0,02183	0,02025	0,01917

Semakin besar nilai konstanta tersebut menunjukkan peningkatan angka peroksida kacang selama penyimpanan semakin cepat dengan kata lain kacang akan semakin cepat tengik. Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa variasi lama pemanasan minyak menghasilkan nilai konstanta laju perubahan angka peroksida kacang cenderung sama pada rasio volume kacang dengan kemasan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa variasi lama pemanasan minyak tidak begitu berpengaruh terhadap peningkatan nilai konstanta angka peroksida kacang selama penyimpanan, tetapi lebih berpengaruh terhadap angka peroksida kacang hasil penggorengan. Sedangkan semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan maka semakin besar nilai konstanta laju perubahan angka peroksida kacang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan, semakin cepat proses ketengikan akan terjadi karena semakin banyak oksigen yang tersedia untuk reaksi oksidasi di dalam kemasan. Kondisi ini sekaligus menunjukkan bahwa rasio volume kacang dengan kemasan ini mempunyai pengaruh yang lebih kuat terhadap proses ketengikan kacang dibandingkan dengan lama pemanasan minyak (angka peroksida minyak awal).

Kinetika Laju Perubahan Angka Peroksida Kacang sebagai Fungsi Rasio Volume Kacang dengan Volume Kemasan

Gambar 6 menunjukkan kurva hubungan antara konstanta laju perubahan angka peroksida kacang dengan rasio volume kacang dengan kemasan.

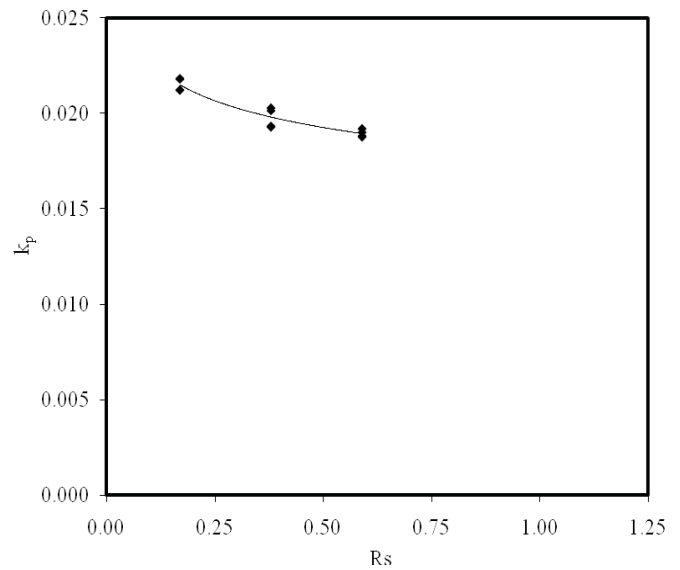
Dari sini diperoleh persamaan hubungan antara konstanta laju perubahan angka peroksida kacang dengan rasio volume kacang dengan kemasan (persamaan 6).

$$k_p = 0,017 (R_s)^{-0,10} \tag{6}$$

Dengan mengaitkan persamaan ini dengan hasil analisis kinetika sebelumnya, maka dapat diperoleh persamaan

hubungan antara angka peroksida kacang dengan rasio volume demikian untuk memprediksi angka peroksida kacang selama penyimpanan berdasarkan rasio volume kacang dengan kemasan menggunakan persamaan:

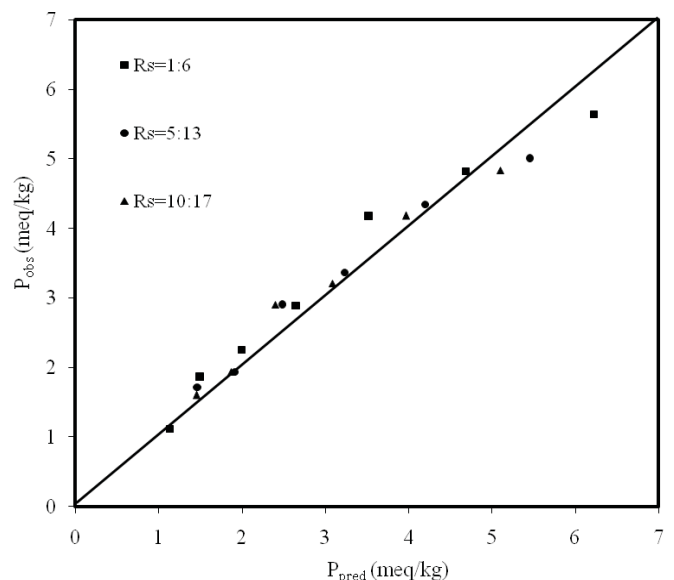
$$P(t) = P_o \cdot e^{0,17(R_s)^{-0,10} \cdot xt} \tag{7}$$



Gambar 6. Nilai konstanta laju perubahan angka peroksida sebagai fungsi rasio volume kacang dengan kemasan

Uji Validitas Model

Gambar 7 menunjukkan hubungan angka peroksida observasi dengan prediksi, dimana angka peroksida prediksi dihitung dengan menggunakan persamaan (7).



Gambar 7. Hubungan angka peroksida kacang observasi dengan prediksi selama penyimpanan (contoh untuk lama pemanasan minyak 0 jam)

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi sangat tinggi berkisar antara 0,96 sampai 0,99. Demikian pula dari t-Test disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara angka peroksida observasi dan prediksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model persamaan prediksi tersebut di atas layak untuk digunakan.

KESIMPULAN

1. Semakin lama pemanasan minyak, maka semakin besar nilai angka peroksida minyak tersebut, secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan: $P_m(t) = P_{mo} \cdot e^{0,383 t}$.
2. Semakin besar angka peroksida minyak, maka semakin besar pula angka peroksida kacang hasil penggorengannya, secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan: $P(t) = P_{ov} + 0,064 P_m$.
3. Angka peroksida minyak awal tidak banyak berpengaruh terhadap konstanta laju perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan.
4. Semakin kecil rasio volume kacang dengan kemasan yang digunakan, maka semakin besar konstanta laju perubahan angka peroksida kacang selama penyimpanan atau kacang semakin cepat tengik.
5. Angka peroksida kacang berubah selama penyimpanan dan dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$P(t) = P_o \cdot e^{0,17(Rs) - 0,10 xt}$$

DAFTAR SIMBOL

k	konstanta laju perubahan	hari ⁻¹
n	orde reaksi	
P	angka peroksida	meq.kg ⁻¹
r	koefisien korelasi	
Rs	rasio volume kacang dengan kemasan	
t	lama	hari
Δ	selisih	

Subscripts

k	kacang
m	minyak
o	awal
ov	kacang oven
p	angka peroksida

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, C.M. (1991). Skripsi Sarjana. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Darmajana, Doddy, A. (2007). Perubahan mutu sale pisang sumedang selama penyimpanan dengan teknik pengemasan. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. **A04**: 1-7.
- Hartono (2009). *SPSS 16.0 Analisis Data Statistika dan Penelitian*. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Jacobson, G.A. (1967). Quality Control of Commercial Deep Fat Frying. *Dalam: Chemistry & Technology of Deep Frying. Food Technology Symposium*. hal 42-48.
- Kiatsrichart, S., Brewer, M.S., Cadwallder. dan Artz, W.E. (2003). Pan-frying stability of nusun oil, a mid-oleic sunflower oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **80**: 479-483.
- Labuza, T.P. dan Riboh, D. (1982). Theory and application of kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technology* **36**: 66.
- Leufven, A., Sedaghat, N. dan Habibi, M. B. (2007). Influence of different packaging systems on stability of raw dried pistachio nuts at various conditions. *SID* 27-36.
- Marati, K. (2006). *Pengaruh Frekuensi Penggorengan dan Perendaman Kulit Pisang Kepok Terhadap Penurunan Bilangan Peroksida Minyak Kelapa Sawit Sisa Pakai*. Skripsi. S1 PKK Konsentrasi Tata Boga. Jurusan Teknologi Jasa Produksi. Fakultas Teknik. UNS, Semarang.
- Maulaningrum, P. (2008). Pengaruh frekuensi pemanasan terhadap kejenuhan lemak minyak goreng curah dan minyak goreng bermerek di pasar tradisional kota semarang, 2008. <http://www.eprints.undip.ac.id/7150/3497.pdf>. [15 Maret 2010].
- Mehta, U. dan Swinburn, B. (2001). A review of factors affecting fat absorption in hot chips. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **41**: 133-154.
- Melton, S.L., Jafar,S., Sykes, D. dan Trigiano, M.K. (1994). Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. *Journal of the American Oil Chemists' Society* **71**: 1301-1308.
- Nawar, W.W. (1996). Lipids. *Dalam: Fennema O.R. (ed.). Food Chemistry – 3rd Ed*, hal 255-264. Marcel Dekker, New York.

Oktaviani, N.D. (2006). Hubungan lamanya pemanasan dengan kerusakan minyak goreng curah ditinjau dari bilangan peroksida. http://www.eprints.ums.ac.id/1139/1/8_%2831-35%29.pdf. [1 Januari 2011].

Ory, R.L., St Angelo, A.J., Gwo, Y.Y., Flick, G.J. dan Mod, R.R. (1985). Oxidation-induced changes in foods. *Dalam: Richardson T, Finley J. (eds). Chemical Changes in Food During Processing*, hal 205-208. AVI, Westport.