



Universitas Udayana



ISBN 978-602-7776-09-8

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA 2012

PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN INDUSTRI PERTANIAN BERKELANJUTAN BERBASIS KEARIFAN LOKAL

Denpasar, 13-14 Juli 2012

Diselenggarakan oleh PERTETA Cabang Bali dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
Dalam rangka Dies Natalis Universitas Udayana ke-50, HUT ke 28 & BK ke 18 FTP UNUD

Didukung oleh :



PT. Wisu Varia Analitika



PT. Cakrawala Angkasa



PT. Almega Sejahtera



PT. Ditek Jaya

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PERTETA 2012

**PERAN KETEKNIKAN PERTANIAN DALAM
PEMBANGUNAN INDUSTRI PERTANIAN BERKELANJUTAN
BERBASIS KEARIFAN LOKAL**

Diselenggarakan oleh:
**PERTETA Cabang Bali dan
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana**

Tanggal 13-14 Juli 2012

Diterbitkan oleh:
**Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung, Bali
Telp./Fax No. 0361-701801**

ISBN 978-602-7776-09-8



9 786027 776098

TIM PENYUNTING

Prof. Ir. I Made Supartha Utama, MS., Ph.D.

Dr. Ir. Ida Bagus Putu Gunadnya, MS.

Dr. Ir. I Wayan Widia, MSIE.

Dr. Ir. P.K. Diah Kencana, MS.

Ir. I Made Anom S. Wijaya, M.App.Sc., Ph.D.

Dr. Ir. Yohanes Setiyo, MP.

Dr. Sumiyati, S.TP., MP.

Ir. I Wayan Tika, MP.

Ir. I Made Nada, M.Erg.

Ir. I G.N. Apriadi Aviantara, MT.

Ni Luh Yulianti, STP., MSi.

DAFTAR ISI

Deskripsi	Hal
Halaman Judul	i
Tim Penyunting	ii
Kata Pengantar	iii
Sambutan Ketua PERTETA Pusat	iv
Susunan Panitia	v
Daftar Isi	vi
Daftar Makalah	vii
Keynote Speaker 1 : Bambang Palgoenadi	1
Keynote Speaker 2: Wayan Windia	14
Keynote Speaker 3: Made Merta	20
Bidang 1. Rekayasa Proses dan Teknik Pasca Panen (TPP)	25
Bidang 2. Pengelolaan Sumber Daya Alam (SDA)	197
Bidang 3. Sistem dan Manajemen Teknik Pertanian (SMP)	377
Bidang 4. Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian (RAM)	463
Bidang 5. <i>Emerging Technology</i> (ET)	613
Makalah Poster	747

KINETIKA PERUBAHAN TEGANGAN KONTAK MAKSIMUM KACANG GORENG SELAMA PENYIMPANAN

Dewi Maya Maharani¹, Nursigit Bintoro², Budi Rahardjo³

¹Jurusan Keteknikan Pertanian, FTP - Universitas Brawijaya

^{2,3}Jurusan Teknik Pertanian, FTP - Universitas Gadjah Mada

email: maya_maharani@ub.ac.id

ABSTRAK

Tegangan merupakan salah satu parameter penilaian kerenyahan atau kekerasan bahan. Tegangan menunjukkan tingkat kekerasan dari bahan yang diperhitungkan dengan cara memberikan tekanan terhadap bahan dengan beban tertentu. Pada pengujian kekerasan terhadap kacang, pembebanan yang terjadi mengakibatkan tegangan tidak terdistribusi secara merata pada seluruh permukaan bahan, akan tetapi dihasilkan tegangan kompleks yang terdistribusi secara khusus ke seluruh bagian permukaan bahan yang ditekan (*maximum contact stresses*). Perubahan tegangan kontak maksimum akan mempengaruhi kualitas kacang goreng. Prediksi dari fenomena perubahan tegangan kontak maksimum sangat penting dalam penentuan strategi pengemasan dan penyimpanan kacang goreng. Lama pemanasan minyak yang mengakibatkan perubahan angka peroksida minyak tersebut akan memberikan pengaruh terhadap kualitas bahan yang digoreng. Volume oksigen yang kecil dalam kemasan yang mengakibatkan lambatnya penyerapan uap air oleh kacang selama penyimpanan akan memberikan pengaruh terhadap nilai tegangan kontak maksimum. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan model matematis perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng selama penyimpanan. Variasi perlakuan yang diteliti adalah lama pemanasan minyak yaitu 0, 1, 2 dan 3 jam dan variasi rasio volume kacang terhadap volume kemasan yaitu 0,17; 0,38 dan 0,59. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan minyak maka semakin besar konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng. Semakin besar rasio volume kacang terhadap kemasan maka semakin kecil konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng. Persamaan prediksi tegangan kontak maksimum kacang goreng dengan batasan angka peroksida minyak awal (P_m) sebesar 4,87 sampai 13,41 meq/kg dan rasio volume kacang dengan kemasan (R_s) sebesar 0,17 sampai 0,59: $S_{m(t)} = S_{m0} \times e^{[0,0025 (P)^{0,467} (R_s)^{-0,249}]t}$.

Kata kunci: tegangan kontak maksimum, model matematis, kacang goreng, penyimpanan

PENDAHULUAN

Kacang tanah (*Arachis Hypogaea L*) merupakan salah satu bahan pangan yang mengandung lemak dan protein tinggi. Masyarakat Indonesia menggunakan kacang tanah sebagai bahan pokok dan bumbu pelengkap yang dapat menciptakan rasa khas pada masakan. Selain itu, kacang tanah banyak diolah menjadi camilan yang digemari berbagai kalangan. Olahan kacang tanah antara lain dalam bentuk bumbu kacang, sebagai makanan ringan seperti kacang rebus, kacang asin atau garing, kacang atom, *enting-enting*; sebagai campuran atau bahan pengisi kue kering, roti dan dalam bentuk hasil olahan industri seperti minyak kacang, tepung kacang, pasta dan lain-lain. Salah satu produk olahan singkong yang cukup digemari masyarakat adalah kacang goreng. Makanan ringan berupa kacang goreng ini masih

mempunyai kendala fisik yang berhubungan dengan tingkat kekerasan dari bahan tersebut dan bahan yang siap dikonsumsi disimpan dalam jangka waktu tertentu.

Produk pangan berbasis kacang harus mempunyai sifat fisik yang berhubungan dengan kerenyahan (kekerasan) disamping rasa dan mempunyai daya simpan yang lama. Kerenyahan ditentukan oleh tekstur bahan. Matz (1962) dalam De Man (1976) menerangkan bahwa mudah tidaknya bahan makanan itu hancur ditentukan oleh mudah tidaknya partikel-partikel saling terpisah bila dikunyah, sedang kemudahan untuk terpecah jika dikenai gaya tergantung dari ukuran partikel, keseragaman bentuk partikel dan distribusi partikel dalam bahan. Salah satu cara pengolahan kacang yang umum dilakukan adalah dengan digoreng menggunakan *deep frying*. Dengan alat tersebut, proses pemasakan dan pengeringan yang terjadi melalui kontak dengan minyak panas dan ini meliputi perpindahan panas dan massa secara simultan. Minyak mempunyai fungsi ganda dalam penyiapan makanan, karena berfungsi sebagai media transfer panas antara makanan dan penggorengan, dan minyak juga sebagai pemberi kontribusi pada tekstur dan cita rasa bahan gorengan. Kecepatan dan efisiensi proses penggorengan tergantung pada suhu dan kualitas minyak goreng. Suhu minyak yang biasa dipergunakan adalah 150-190°C (Moreira, 1999; 2004; Dunford, 2006).

Masalah utama dalam penyimpanan kacang goreng adalah terjadinya perubahan tekstur dan tegangan kontak maksimum yang dapat mempengaruhi kualitas. Tidak dapatnya bahan dikonsumsi dipertimbangkan antara lain oleh tekstur dari bahan pangan tersebut. Selama proses penggorengan, minyak goreng sebagai salah satu komponen pangan yang sering dikonsumsi, ternyata mudah mengalami oksidasi termal. Lamanya pemanasan minyak yang berbeda sebagai media penggorengan digunakan untuk mengetahui pengaruh oksidasi termal terhadap perubahan kualitas minyak goreng. Minyak yang telah rusak tidak hanya memberikan efek negatif bagi gizi dan kesehatan tetapi juga berdampak pada tekstur dan rasa makanan yang dihasilkan (Khomsan, 2003).

Selain itu, oksigen juga sebagai salah satu penyebab kerusakan pada pangan. Dari semua komponen gas yang terdapat dalam udara, oksigen merupakan gas yang penting diinjeksi dari segi pengolahan pangan (Wordpress, 2010). Oleh karena itu, volume oksigen dalam kemasan akan mempengaruhi kecepatan perubahan kadar air kacang. Dimana semakin sedikit volume oksigen dalam kemasan berarti ketersediaan uap air sedikit, sehingga proses penyerapan uap air yang semakin lambat dan kerenyahan kacang dapat dipertahankan.

Terdapat hasil penelitian tentang perubahan mutu pada minyak goreng yang menunjukkan bahwa minyak goreng yang sudah dipakai dua kali mempunyai nilai kerapatan yang paling kecil dibandingkan dengan minyak goreng yang belum pernah dipakai. Hal ini dikarenakan ikatan antar molekul pada minyak goreng yang telah mengalami pemanasan berkurang dan menyebabkan kerapatan berkurang (Sutiah dkk, 2008). Viskositas minyak goreng akan mempengaruhi daya hantar panas minyak ke bahan. Hal ini akan mengakibatkan perbedaan kadar air bahan hasil penggorengan sehingga lama pemanasan minyak mempunyai pengaruh terhadap perubahan kerenyahan kacang.

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 tegangan kontak maksimum kacang goreng selama penyimpanan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng selama penyimpanan.

METODOLOGI

Selain itu, minyak goreng sawit curah, dan kemasan plastik kode 7 (OTHER) dengan kapasitas 200 ml.

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, desikator, timbangan elektrik, cawan untuk tempat sampel, dan alat uji tekan atau kekerasan.

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 waktu pemanasan minyak sebelum digunakan untuk menggoreng (0, 1, 2, dan 3 jam). Pada penelitian pendahuluan ini diperoleh hubungan antara lama pemanasan minyak dengan angka peroksida minyak (Tabel 1).

Tabel 1. Hubungan lama pemanasan minyak dengan angka peroksida minyak

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

Penelitian pendahuluan ini juga diperoleh nilai densitas kacang goreng sebesar 1,0426 gr/ml. Nilai densitas ini digunakan untuk menentukan rasio volume kacang terhadap kemasan yang juga merupakan variasi perlakuan pada penelitian ini (Tabel 2).

Tabel 2. Rasio volume kacang dengan kemasan

rasio	0,17	0,38	0,59
kacang goreng (gr)	35	79	123

Dari penelitian awal diperoleh waktu penggorengan optimal adalah 8 menit dan suhunya 150°C untuk 5 liter volume minyak dan 500 gram berat kacang yang digoreng. Kacang digoreng dengan keempat macam minyak di atas (Tabel 1) kemudian dikemas dengan variasi rasio volume kacang dengan kemasan (Tabel 2). Selanjutnya disimpan pada suhu kamar (27°C) selama 3 bulan. Sampel kacang kemudian diuji kekerasannya pada minggu ke-0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12.

Analisis Data

Sampel berbentuk balok. Kacang dibentuk balok untuk menentukan modulus elastisitas sampel balok kacang (E_1). Luas balok kacang (A) diperoleh dari persamaan sebagai berikut: $A = P \times L$, dimana P = panjang (mm) dan L = lebar (mm). Dari kurva hasil uji tekan balok kacang akan diperoleh parameter gaya tekan atau F (N). Dari kurva tersebut dicari slope bagian yang lurus kemudian dihitung F . Dari data prediksi dapat diperoleh tegangan dan regangan. Tegangan tekan (σ) ditentukan dalam satuan N/mm² yang didapat dari parameter gaya tekan (F) bahan dibagi dengan luas penampang melintang bahan (A):

$$\sigma = F / A \quad [1]$$

Regangan (ϵ) ditentukan dari selisih panjang dibagi dengan panjang atau tinggi bahan semula sebelum pembebanan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\epsilon = \Delta h / h \quad [2]$$

Dari data tegangan dan regangan, dibuat kurva tegangan terhadap regangan sehingga diperoleh persamaan $y = ax$, dimana a = modulus elastisitas sampel balok kacang (E_1).

Sampel berbentuk setengah bola. Dari kurva hasil uji tekan sampel berbentuk setengah bola akan diperoleh parameter gaya tekan atau F (N). Kacang dibentuk setengah bola untuk menentukan tegangan kontak maksimum (S_m). Tegangan kontak maksimum (S_m) dalam satuan N/mm^2 ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_m = \frac{0.365}{m} \left[\frac{F}{A_f^2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^2 \right]^{1/3} \quad [3]$$

dimana:

a. Nilai A_f ditentukan dengan persamaan:

$$A_f = \frac{1-\mu_1}{E_1} + \frac{1-\mu_2}{E_2} \quad [4]$$

dimana:

- μ_1 adalah Poisson's Ratio untuk bahan kacang tanah dan untuk kebanyakan bahan pertanian atau material biologis berkisar antara 0 - 0,5 (Mohsenin, 1970), untuk analisa pada penelitian ini digunakan $\mu_1 = 0,5$.
- E_1 adalah modulus elastisitas sampel balok kacang yang diperoleh pada point 1.
- μ_2 dan E_2 adalah nilai Poisson's Ratio dan modulus elastisitas untuk bahan alat uji (plat penekan) yang digunakan. Pada penelitian ini alat uji yang digunakan terbuat dari aluminium, dan dari artikel "Aluminium" oleh Anon (1993) diketahui bahwa bahan aluminium memiliki $\mu_2 = 0,35$ dan $E_2 = 70000 N/mm^2$.
- Nilai m dan n pada Tabel 6.1 (Mohsenin, 1970) ditentukan dari nilai $\cos T$ dengan persamaan:

$$\cos T = \frac{\left[\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1'} \right)^2 + \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_2'} \right)^2 + 2 \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1'} \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_2'} \right) \cos 2\phi \right]^{1/2}}{\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1'} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2'} \right]} \quad [5]$$

dimana:

$$R_1 \neq R_1'$$

$$R_2 = R_2' = \infty$$

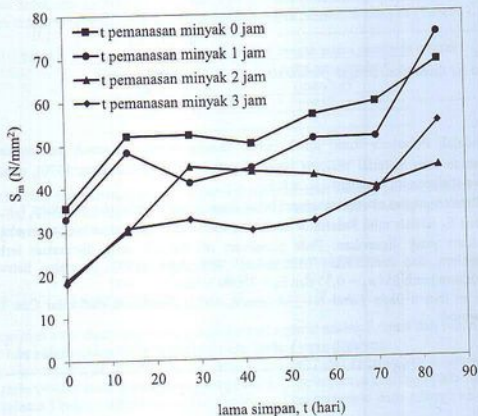
Dari hasil perhitungan, dibuat kurva $\ln(S_m(t)/S_{mo})$ versus lama simpan (hari) untuk tiap variasi perlakuan. Nilai konstanta perubahan tegangan kontak maksimum (k_{Sm}) ditentukan dengan regresi linier dari kurva tersebut dan diperoleh persamaan: $\ln(S_m(t)/S_{mo}) = k_{Sm} t$.

Model persamaan nilai konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum dibuat sebagai fungsi lama pemanasan minyak dan rasio volume bahan dengan kemasan: $k_{Sm}(P, R_k) = a(P)^b(R_k)^c$. Kemudian dilakukan uji validasi untuk membandingkan tegangan kontak maksimum observasi dan prediksi dimana akurasinya yang dinyatakan dengan koefisien determinasi (R^2). Kemudian dilakukan uji statistik data observasi dan prediksi dengan uji t (t -Test) menggunakan software SPSS 16 (Hartono, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Lama Pemanasan Minyak Terhadap Perubahan Tegangan Kontak Maksimum Kacang Selama Penyimpanan

Gambar 1 menunjukkan contoh perubahan tegangan kontak maksimum kacang selama proses penyimpanan sebagai pengaruh dari perbedaan nilai angka peroksida awal minyak penggorengnya (lama pemanasan minyak).

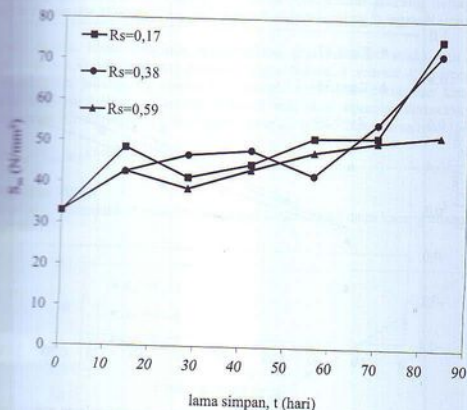


Gambar 1. Kurva perubahan tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan pada rasio volume kacang dengan kemasan 0,17

Semakin lama penyimpanan, maka semakin meningkat tegangan kontak maksimum kacang untuk semua variasi perlakuan lama pemanasan minyak. Hal ini disebabkan semakin lama waktu penyimpanan, maka kadar air bahan akan semakin bertambah. Pada rasio volume kacang dengan kemasan tetap, semakin lama pemanasan minyak, maka semakin cepat kenaikan tegangan kontak maksimum kacang. Hal ini dikarenakan semakin lama pemanasan minyak, maka semakin besar kenaikan kadar air bahan. Kenaikan kadar air bahan mengakibatkan kenaikan tegangan kontak maksimumnya.

2. Pengaruh Rasio Volume Kacang Dengan Kemasan Terhadap Perubahan Tegangan Kontak Maksimum Kacang Selama Penyimpanan

Gambar 2 menunjukkan contoh perubahan tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan sebagai pengaruh dari perbedaan rasio volume kacang dengan kemasan.

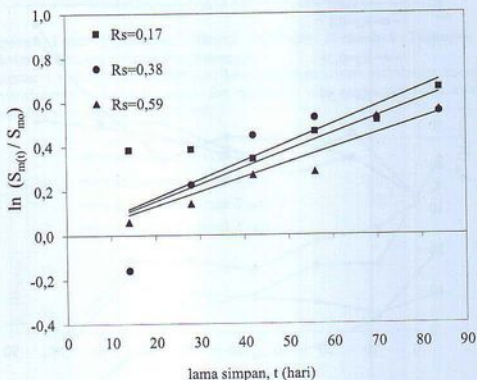


Gambar 2. Kurva perubahan tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan pada lama pemanasan minyak 1 jam

Semakin lama penyimpanan, maka semakin tinggi tegangan kontak maksimum kacang untuk semua variasi perlakuan rasio volume kacang dengan kemasan. Semakin lama penyimpanan, maka kadar air bahan semakin besar. Besarnya kadar air bahan akan semakin meningkatkan tegangan kontak maksimum. Fenomena ini dapat terjadi karena besarnya kadar air bahan mengakibatkan semakin besar pula tegangan yang mengenai bahan agar terjadi pemanasan. Semakin besar rasio volume bahan dengan kemasan berarti semakin kecil ketersediaan uap air dalam kemasan. Semakin kecil ketersediaan uap air dalam kemasan maka semakin kecil kenaikan kadar air yang menyebabkan rendahnya nilai tegangan kontak maksimum kacang.

3. Kinetika Laju Perubahan Tegangan Kontak Maksimum Kacang (k_{sm}) Selama Penyimpanan

Konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang adalah suatu nilai yang menunjukkan perubahan tegangan kontak maksimum yang dialami oleh kacang selama penyimpanan. Nilai ini didapat lewat regresi linear dari kurva $\ln \left(\frac{R_m(t)}{R_{m0}} \right)$ dengan lama simpan (Gambar 3).



Gambar 3. Perubahan nisbah tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan pada lama pemanasan minyak 0 jam

Tabel 3 menunjukkan besarnya masing-masing konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang dari berbagai variasi.

Tabel 3. Konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang (k_{sm})

Lama pemanasan minyak (jam)	k_{sm} (/hari)		
	$R_s = 0,17$	$R_s = 0,38$	$R_s = 0,59$
0	0,0083	0,0076	0,0065
1	0,0084	0,0080	0,0060
2	0,0132	0,0094	0,0090
3	0,0144	0,0120	0,0106

Semakin besar nilai konstanta laju tegangan kontak maksimum kacang (k_{sm}), maka peningkatan tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan semakin cepat. Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa nilai konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum semakin naik seiring dengan lamanya pemanasan minyak. Salah satu contoh, rasio volume bahan dengan kemasan 0,38 pada lama pemanasan minyak 0 jam diperoleh nilai k_{sm} sebesar 0,0076/hari, pada lama pemanasan minyak 1 jam sebesar 0,0080/hari, pada lama pemanasan minyak 2 jam sebesar 0,0094/hari, dan pada lama pemanasan minyak 3 jam sebesar 0,0120/hari. Semakin besar rasio volume kacang dengan kemasan maka semakin turun nilai konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang (k_{sm}). Salah satu contoh, pada lama pemanasan minyak 0 jam pada $R_s=0,17$ didapatkan nilai k_{sm} sebesar 0,0083/hari, pada $R_s=0,38$ sebesar 0,0076/hari, dan pada $R_s=0,59$ sebesar 0,0065/hari.

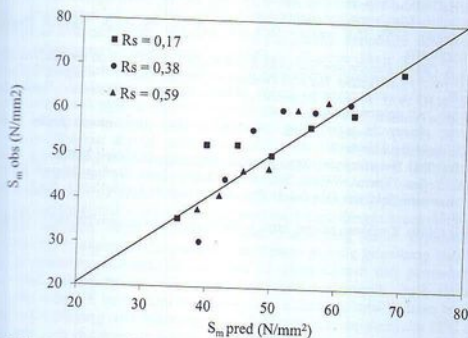
4. Kinetika Laju Perubahan Tegangan Kontak Maksimum Kacang Sebagai Fungsi Angka Peroksida Minyak Awal Dan Rasio Volume Kacang Dengan Kemasan

Hasil regresi linear berganda menghasilkan persamaan konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang prediksi dengan batasan P sebesar 4,87 meq/kg sampai 0,41 meq/kg dan batasan Rs sebesar 0,17 sampai 0,59. Dari persamaan konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum bahan di atas akan diperoleh persamaan tegangan kontak maksimum bahan selama penyimpanan yang disajikan dalam persamaan [6]:

$$S_{m(t)} = S_{m0} \times e^{[(0,0025(P)^{0,467}(R_s)^{-0,249}) \cdot t]} \dots\dots\dots [6]$$

3.3.3 Validitas Model

Gambar 4 menunjukkan hubungan tegangan kontak maksimum kacang observasi dengan prediksi.



Gambar 4. Hubungan tegangan kontak maksimum kacang observasi dengan prediksi selama penyimpanan pada lama pemanasan minyak 0 jam

Nilai koefisien korelasi yang diperoleh sebesar 0,809 pada $R_s=0,17$; 0,812 pada $R_s=0,38$ dan 0,948 pada $R_s=0,59$. Semakin mendekati nilai satu maka semakin kuat korelasi antara tegangan kontak maksimum kacang observasi dengan prediksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model prediksi perubahan tegangan kontak maksimum kacang selama penyimpanan yang terbentuk cukup valid. Dari hasil pengujian validitas data dengan uji t-Test menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tegangan kontak maksimum kacang observasi dan prediksi.

KESIMPULAN

Lama pemanasan minyak dan rasio volume kacang terhadap kemasan berpengaruh terhadap konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng. Semakin lama pemanasan minyak maka semakin besar konstanta laju perubahan tegangan kontak

maksimum kacang goreng. Semakin besar rasio volume kacang terhadap kemasan maka semakin kecil konstanta laju perubahan tegangan kontak maksimum kacang goreng. Tegangan kontak maksimum kacang goreng dengan batasan angka peroksida minyak awal (P_m) sebesar 4,87 sampai 13,41 meq/kg dan rasio volume kacang dengan kemasan (R_s) sebesar 0,17 sampai 0,59 berubah selama penyimpanan dan dapat dinyatakan dengan persamaan: $S_{m(t)} = S_{m0} \times e^{\{[0,0025 (P)^{0,467} (R_s)^{-0,249}] \cdot t\}}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Anon. 1993. Alzheimer's and aluminium:canning the myth. Food Insight 1993 Sept-Oct. Washington, D.C.: International Food Information Council Foundation. <http://www.id.wikipedia.org/wiki/Aluminium>. [22 Juni 2010].
- De Man, J. M. 1976. *Principle of Food Chemistry*. The AVI Pub. Co. Westport Connecticut.
- Dunford, N (2006). Deep-fat frying basics for food services. Frying, oil and frying temperature selection. <http://www.fapc.okstate.edu>. [15 Maret 2010].
- Hartono. (2009). SPSS 16.0 Analisis Data Statistika dan Penelitian. Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Khomsan, A. (2003). *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Matz, S.A. 1962. *Food Texture*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Mohsenin, N.N. 1970. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publisher. New York.
- Moreira, R. (1999). *Deep-fat frying. Fundamental and Applications*. Aspen Publisher Inc. Gaithersburg. Maryland.
- Moreira, R (2004). Deep fat frying. <http://www.baen.tamu.edu>. [15 Maret 2010].
- Sutiah, K. Sofian Firdausi, Wahyu Setia Budi. (2008). *Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas Dan Indeks Bias*. Jurnal Berkala Fisika Vol 11, No.2, April 2008, hal 53-58.
- Wordpress (2010). Ketahanan pangan. <http://www.zoven.wordpress.com/2010/01/>. [15 Maret 2010].

Diterbitkan oleh :
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Kampus Unud Bukit Jimbaran, Badung Bali
Tlp/Fax No ; 0361-701801

ISBN 978-602-7776-09-8

