



Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Universitas Sebelas Maret

Available online at
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id



Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 3 Juli 2013

APLIKASI BLANCHING KALSIMUM KLOORIDA (CaCl_2) DAN EDIBLE COATING PEKTIN KULIT PISANG RAJA (*Musa sapientum*) DENGAN PLASTICIZER GLISEROL UNTUK MENGURANGI PENYERAPAN MINYAK PADA KERIPIK PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca formatypica*)

*THE APPLICATION OF BLANCHING WITH CALCIUM CHLORIDE (CaCl_2) AND EDIBLE COATING PECTIN FROM RAJA BANANA PEEL (*Musa sapientum*) WITH PLASTICIZER GLYCEROL TO REDUCE OIL UPTAKE IN KEPOK BANANA CHIPS (*Musa paradisiaca formatypica*)*

Dinni Noviana^{*)}, Bambang Sigit Amanto^{*)} Edhi Nurhartadi^{*)}

^{*)} Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Received 1 June 2013; Accepted 15 June 2013; Published Online 1 July 2013

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi CaCl_2 dalam larutan *blanching* dan konsentrasi gliserol dalam larutan *edible coating* terhadap penyerapan minyak, sifat fisik (tekstur), kimia (kadar air, kadar lemak) dan sensori keripik pisang kepok serta kualitas minyak goreng yang digunakan (angka asam dan angka peroksida). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Faktorial dengan dua faktor yaitu variasi konsentrasi CaCl_2 (0,25%, 0,50% dan 0,75%) dan variasi konsentrasi gliserol (1,0%, 1,5%, 2,0%) serta satu sampel tanpa *blanching* dan tanpa *edible coating* (kontrol). Hasil menunjukkan bahwa penambahan CaCl_2 dan gliserol dengan berbagai konsentrasi terbukti mampu menurunkan penyerapan minyak pada keripik pisang kepok. Kadar lemak terendah 17,90% dihasilkan oleh keripik pisang dengan kombinasi CaCl_2 0,75% dan gliserol 2%. Penambahan CaCl_2 dan gliserol dengan berbagai konsentrasi mempengaruhi karakteristik keripik pisang kepok. Penambahan CaCl_2 dan gliserol dengan berbagai konsentrasi dapat meningkatkan kadar air hingga 5,77% dan mengurangi kerenyahan keripik pisang kepok. Penambahan CaCl_2 dan gliserol dengan berbagai konsentrasi mempengaruhi penerimaan panelis terhadap semua parameter kecuali *oily aftertaste*. Kombinasi yang paling disukai pada konsentrasi CaCl_2 0,75% dan gliserol 1%. Peningkatan konsentrasi CaCl_2 dan gliserol akan menurunkan angka asam minyak goreng hingga 0,18 mg NaOH/g minyak, namun meningkatkan bilangan peroksida minyak goreng hingga 5,48 meq O_2 /kg.

Kata kunci: keripik pisang kepok, *blanching*, CaCl_2 , *edible coating*, gliserol, penyerapan minyak

ABSTRACT

The aim of this study determine the influence of various concentration of CaCl_2 and various concentration of glycerol as plasticizer toward oil uptake, physical properties (texture), chemical (moisture, fat content), organoleptic (color, taste, texture, oily aftertase, overall) kepok banana chips and oil quality. This research uses Factorial Randomized Design with two factors, the concentration of CaCl_2 (0.25%, 0.5%, 0.75%), the concentration of glycerol (1.0%, 1.5%, 2%) and one sample without blanching and without edible coating (control). The result indicated that addition of CaCl_2 in blanching and glycerol in coating with three concentration can reduce oil uptake. The lowest fat content 17.90%, produce by combination CaCl_2 0.75% and glycerol 2%. The addition of CaCl_2 in blanching and glycerol in coating has effect on the characteristic of kepok banana chip. The addition of CaCl_2 in blanching and glycerol in coating can increase moisture until 5.77% and reduce crispiness of kepok banana chip. The addition of CaCl_2 in blanching and glycerol in coating has effect on acceptability of panelist toward all parameter except oily aftertaste. The highest acceptability produce by kepok banana chips with CaCl_2 0.75% and glycerol 1%. The highest concentration of CaCl_2 and glycerol can reduced acid value of fried oil until 0.18% mg NaOH/g oil, but increased peroxide value until 5.48 meq O_2 /kg.

Keywords: kepok banana chips, *blanching*, CaCl_2 , *edible coating*, glycerol, oil uptake

^{*)}Corresponding author: alladynie_scorp@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Keripik pisang merupakan irisan tipis dari buah pisang yang digoreng dengan minyak menjadi produk dengan kadar air yang rendah dan mempunyai umur simpan yang lama. Keripik pisang mempunyai tekstur yang renyah, rasa yang gurih, warna yang menarik dan aroma goreng yang khas (Fellow, 1992). Produk goreng umumnya mengandung proporsi resapan minyak goreng yang tinggi sebagai akibat kontak bahan pangan dengan minyak goreng selama proses penggorengan. Produk keripik menyerap minyak sebanyak 15-36% (Pokorny, 1999 dalam Suhandi, 2009). Minyak yang diserap pada produk dapat merugikan produsen, yaitu meningkatkan biaya produksi, sedangkan bagi konsumen kurang disukai karena alasan kesehatan, yaitu dapat mengakibatkan kegemukan, penyakit jantung, tekanan darah tinggi dan diabetes melitus (Wulansari, 2008).

Penyerapan minyak pada keripik pisang dapat dikurangi dengan aplikasi *blanching* dan *edible coating* sebelum penggorengan (Rimac-Brcic *et al.*, 2004). *Blanching* sebelum penggorengan dapat mengurangi penyerapan minyak, memperbaiki warna dan tekstur produk akhir (Lisinka dan Leszczynski, 1989). Menurut Mallikarjunan dalam Ballard (2003) *edible coating* dapat mengurangi penguapan air dan penyerapan minyak pada produk goreng.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan keripik adalah baskom, pisau, *slicer*, *frier*, termometer minyak, kompor gas. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan larutan *blanching* dan *edible coating* adalah gelas beker, termometer, *hotplate*. Alat yang digunakan dalam proses pembuatan pektin adalah blender, oven, loyang, aluminium foil, ayakan 80 mesh, labu takar 1000 ml, erlenmeyer 500 ml, beaker glass 500 ml, pipet volum, *waterbath*, corong pemisah, kain saring, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *cabinet dryer*. Alat yang digunakan untuk analisis kadar air: oven, botol timbang, desikator, penjepit cawan, dan neraca analitik. Kadar lemak: alat ekstraksi soxhlet. Tekstur: *Lloyd Universal Testing Machine*, Zwick, Type DO-FBO.5TS, tahun 2002, Jerman. Angka asam: erlemeyer 250 ml, gelas beker 100 ml, pendingin balik, *hotplate*, buret, pipet tetes, neraca analitik. Angka peroksida: erlenmeyer 250 ml, pipet volum 10 ml dan 5 ml, gelas ukur 100 ml, pipet tetes, buret, neraca analitik. Sensori: cawan, baki, tisu, borang pengujian.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan keripik adalah pisang kepok mentah dengan tingkat ketuaan 80% (sudah tua tapi belum matang penuh) yang diperoleh dari Pasar Legi Surakarta dan minyak goreng "Fortuna". Bahan pembuatan larutan *blanching* adalah aquades dan CaCl_2 . Bahan pembuatan larutan *edible coating* adalah pati tapioka, pektin kulit pisang raja, aquades dan gliserol. Bahan ekstraksi pektin adalah kulit pisang raja, HCl 0,05N, etanol 96%, aquades. Bahan analisis kadar lemak yaitu petroleum benzen. Bahan angka asam yaitu alkohol 95% netral, indikator PP, larutan NaOH 0,1 N standar. Bahan analisis angka peroksida yaitu asam asetat glasial, kloroform, larutan KI jenuh 30%, akuades, larutan pati 1%, larutan natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N standar.

Tahapan Penelitian

1. Pembuatan Pektin

Pertama-tama kulit pisang dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran. Kulit tersebut diblender menjadi bubur kulit pisang. Bubur kulit pisang kemudian dikeringkan pada suhu 40°C selama 7 jam. Lembaran kering diblender dan diayak ukuran 80 mesh. Hasilnya adalah tepung kulit pisang. 25 gram tepung kulit pisang dimasukkan dalam erlenmeyer 500 ml yang berisi 250 ml HCl 0,05 N, kemudian dipanaskan pada suhu 85°C selama 60 menit. Perbandingan tepung kulit pisang dengan larutan HCl yaitu 1:10. Kemudian dilakukan penyaringan dengan kain saring tebal dan corong untuk memisahkan ampas dan filtrat. Filtrat yang diperoleh diendapkan menggunakan etanol 96% dengan perbandingan 1:1 selama 12 jam, sedangkan ampasnya dibuang. Setelah itu, pemisahan endapan (gel) dari etanol menggunakan kertas saring dan pemisah vakum. Endapan (pektin basah) dikeringkan pada suhu 40°C selama 8 jam. Hasilnya berupa pektin kering selanjutnya dikecilkan ukurannya. Pektin tersebut digunakan sebagai bahan *edible coating*.

2. Pembuatan Larutan *Edible Coating*

Pembuatan larutan *edible coating* mengacu pada metode yang digunakan Layuk dkk (2002) yang telah dimodifikasi. Variasi konsentrasi gliserol mengacu pada penelitian Cerqueira *et al.* (2009). Pertama-tama tapioka 2% (b/v) dimasukkan dalam erlenmeyer 200 ml yang berisi

80 ml aquades, kemudian dipanaskan pada suhu 70°C selama 25 menit sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Pektin 1% (b/v) kemudian dimasukkan sambil dipanaskan pada suhu 50°C selama 15 menit, kemudian dimasukkan gliserol 1%, 1,5%, dan 2% (v/v) dan aquades sampai volume 100 ml. Pemanasan dilanjutkan pada suhu 80°C selama 15 menit. Proses selanjutnya adalah pendinginan larutan *edible coating* pada suhu ruang (25- 30°C).

3. Pembuatan Larutan *Blanching*

Pembuatan larutan *blanching* mengacu pada metode yang digunakan Singthong *et al.* (2009) yang telah dimodifikasi. Pembuatan larutan CaCl₂ 0,25%, 0,5% dan 0,75% (b/v) dengan cara menimbang kristal CaCl₂ sebanyak 0,25 gram, 0,5 gram, dan 0,75 gram lalu melarutkannya dalam 100 ml aquades sambil dipanaskan sampai suhu 85°C selama 10 menit.

4. Aplikasi *Blanching* dan *Edible coating* pada Keripik Pisang Sebelum Penggorengan

Aplikasi *blanching* dan *edible coating* sebelum penggorengan keripik pisang mengacu pada metode pada penelitian Singthong *et al.* (2009) yang telah dimodifikasi. Pertama-tama pisang kepok dikupas dan dipotong dengan *slicer* (ketebalan ±0,2 cm) lalu direndam dalam air untuk mengurangi pencoklatan. Irisan pisang dimasukkan ke dalam larutan *blanching* pada suhu 85°C selama 30 detik lalu dikeringanginkan pada suhu ruang. Selanjutnya, irisan pisang dicelupkan ke dalam larutan *edible coating* selama 5 menit dan dikeringkan pada suhu 50 selama 20 menit. Irisan pisang yang telah mengalami perlakuan *blanching* dan *edible coating* kemudian digoreng menggunakan *deep fryer* pada suhu 150°C selama 5 menit. Keripik pisang ditiriskan di atas tisu untuk mengurangi penyerapan minyak. Minyak yang digunakan hanya untuk sekali proses menggoreng.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Faktorial (RAF) dengan dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi CaCl₂ (0,25%, 0,50%, dan 0,75% (b/v)) dan konsentrasi gliserol (1,0%, 1,5%, dan 2,0% (v/v)). Masing-masing dengan dua kali ulangan uji. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan Software SPSS versi 17 menggunakan *Two Way ANOVA* ($\alpha = 0.05$). Jika terdapat perbedaan nyata, maka kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat $\alpha = 0.05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Kimia Keripik Pisang

Kadar Air

Tabel 4.1 Pengaruh Konsentrasi CaCl₂ Terhadap Kadar Air Keripik Pisang

Konsentrasi CaCl ₂	Kadar Air (%wb)
0%	2,57 ± 0,21 ^a
0,25%	4,51 ± 0,34 ^b
0,50%	5,26 ± 0,14 ^c
0,75%	5,57 ± 0,16 ^d

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi CaCl₂ sebagai larutan *blanching* memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air keripik pisang. Pada **Tabel 4.1** dapat dilihat bahwa kadar air keripik pisang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂. Kadar air menurut SNI 01-4315-1996 maksimal 6%. Kadar air keripik pisang yang dihasilkan antara 2,57 - 5,57%, artinya belum melewati batas maksimal SNI. Kadar air keripik pisang terendah diperoleh pada konsentrasi CaCl₂ 0% (kontrol), sedangkan kadar air tertinggi diperoleh pada konsentrasi CaCl₂ 0,75%. Kadar air keripik pisang kepok semakin meningkat karena adanya proses *blanching* sebelum proses penggorengan menyebabkan pati dalam pisang mengalami pembengkakan menyebabkan air masuk ke dalam bahan. Tika (2010) menyatakan bahwa selama *blanching*, permeabilitas bahan akan meningkat sehingga air akan masuk ke dalam jaringan menyebabkan kadar air meningkat. Semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ maka semakin banyak ikatan yang terbentuk antara pektin dengan Ca²⁺ dalam jaringan pisang. Jika jumlah ikatan menyilang yang terbentuk semakin banyak, struktur jaringan akan semakin kuat dan dapat mempertahankan keberadaan air dalam irisan pisang (Winarno dan Aman, 1981)

Tabel 4.2. Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Kadar Air Keripik Pisang

Konsentrasi Gliserol	Kadar Air (%wb)
0%	2,57 ± 0,21 ^a
1,0%	4,93 ± 0,50 ^b
1,5%	5,08 ± 0,47 ^c
2,0%	5,33 ± 0,48 ^d

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi gliserol dalam larutan *edible coating* memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air keripik pisang. Pada **Tabel 4.2** dapat dilihat bahwa kadar air keripik pisang meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol. Kadar air menurut SNI 01-4315-1996 maksimal 6%. Kadar air keripik pisang yang dihasilkan antara 2,57 - 5,33%, artinya belum melewati batas maksimal SNI. Kadar air keripik pisang terendah diperoleh pada konsentrasi gliserol 0% (kontrol), sedangkan yang tertinggi diperoleh pada konsentrasi gliserol 2,0%. Adanya pencelupan irisan pisang ke dalam larutan *edible coating*, menyebabkan terbentuknya lapisan gel pada permukaan produk saat awal penggorengan. Hal ini terkait karakteristik sekunder hidrokolloid yaitu mampu membentuk lapisan gel akibat adanya *thermal gelation* dari hidrokolloid pada suhu di atas 60°C. Lapisan gel yang terbentuk pada permukaan menyebabkan air yang ada dalam irisan pisang sulit keluar pada waktu penggorengan sehingga kadar air keripik pisang kepek tinggi (Juanita, 2008 dan Astuti, 2010). Peningkatan kadar air keripik pisang juga terkait sifat gliserol dan konsentrasi gliserol. Gliserol merupakan senyawa alkohol yang mempunyai tiga gugus hidroksil (OH) yang bersifat hidrofilik dan higroskopik sehingga gliserol mampu mengikat air (humektan). Gliserol membentuk pori-pori yang lebih kecil yang menyulitkan keluarnya air dari produk (Juanita, 2008). Konsentrasi gliserol yang tinggi akan membentuk pori yang lebih rapat sehingga transmisi uap air semakin rendah dan kadar air semakin tinggi (Sudaryati, 2010). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol terhadap kadar air keripik pisang, *p value* (0,376) > 0,05.

Tabel 4.3 Pengaruh Konsentrasi CaCl₂ dalam Larutan *Blanching* Terhadap Kadar Lemak Keripik Pisang

Konsentrasi CaCl ₂	Kadar Lemak (%wb)
0%	29,73 ± 1,93 ^d
0,25%	23,99 ± 2,23 ^c
0,50%	19,49 ± 0,98 ^b
0,75%	18,25 ± 0,90 ^a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi CaCl₂ dalam larutan *blanching* memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak keripik pisang. Pada **Tabel 4.3** dapat dilihat bahwa kadar lemak keripik pisang menurun seiring

dengan semakin meningkatnya konsentrasi CaCl₂. Menurut SNI 01-4315-1996, kadar lemak keripik pisang maksimal 30%. Kadar lemak keripik pisang kepek yang dihasilkan antara 18,25 - 29,73%, artinya belum melewati batas maksimal SNI. Kadar lemak keripik pisang tertinggi diperoleh pada konsentrasi CaCl₂ 0%, sedangkan kadar lemak terendah pada konsentrasi CaCl₂ 0,75%. Kadar lemak keripik pisang semakin menurun karena semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ maka ikatan yang terbentuk antara kalsium dengan pektin dalam jaringan pisang semakin banyak sehingga jaringan pisang yang terbentuk semakin rapat mengakibatkan air yang menguap pada saat penggorengan sedikit dan penyerapan minyak juga akan berkurang (Tika, 2010). Prinsip penyerapan minyak adalah air yang menguap akan digantikan oleh minyak selama proses penggorengan. Semakin banyak air yang tertahan dalam jaringan maka pergantian air dengan minyak semakin sedikit. Selain itu, adanya *blanching* dan penggorengan akan terjadi gelatinisasi pati. Gelatinisasi pati yang terbentuk menyebabkan terbentuknya lapisan di permukaan bahan yang menghambat transfer massa uap air dari bahan ke minyak dan transfer massa minyak ke dalam bahan. Gelatinisasi pati akan mengurangi absorpsi minyak (Lisinska dan Leszcynski, 1989).

Tabel 4.4 Pengaruh Konsentrasi Gliserol Terhadap Kadar Lemak Keripik Pisang

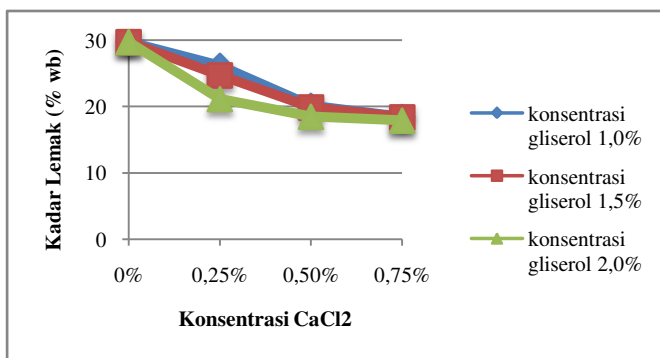
Konsentrasi Gliserol	Kadar Lemak (%wb)
0%	29,73 ± 1,93 ^c
1,0%	21,57 ± 3,50 ^b
1,5%	20,99 ± 2,85 ^b
2,0%	19,18 ± 1,57 ^a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi gliserol sebagai bahan dasar pembuatan larutan *edible coating* memberikan pengaruh nyata terhadap kadar lemak keripik pisang. Pada **Tabel 4.4** dapat dilihat bahwa kadar lemak keripik pisang menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol yang digunakan. Menurut SNI 01-4315-1996, kadar lemak keripik pisang maksimal 30%. Kadar lemak keripik pisang kepek yang dihasilkan antara 19,18-29,73%, artinya kadar lemak keripik pisang belum melewati batas maksimal SNI. Kadar lemak tertinggi diperoleh pada konsentrasi gliserol 0% (kontrol). sedangkan

kadar lemak terendah pada konsentrasi gliserol 2,0%. Kadar lemak keripik pisang menurun karena adanya pencelupan irisan pisang ke dalam larutan *edible coating*, menyebabkan terbentuknya lapisan gel pada permukaan produk saat awal penggorengan. Hal ini terkait karakteristik sekunder hidrokoloid yaitu mampu membentuk lapisan gel akibat adanya *thermal gelation* dari hidrokoloid di atas suhu 60°C. Lapisan gel yang terbentuk pada permukaan mencegah masuknya minyak ke dalam produk disertai dengan sulitnya air untuk menguap (Pokorny, 1999). Selain itu, sifat gliserol yang mampu mengikat air dan meningkatkan sifat penghalang *coating* membentuk molekul yang bersifat hidrofilik daripada lipofilik, terbentuk pori-pori yang lebih rapat yang menyulitkan masuknya minyak dalam produk (Juanita, 2008). Kadar lemak sesuai dengan kadar air keripik pisang yang sebelumnya. Kadar lemak menurun seiring meningkatnya kadar air keripik pisang kepek.



Gambar 4.1 Interaksi antara Konsentrasi CaCl₂ dan Konsentrasi Gliserol terhadap Kadar Lemak (%wb)

Hasil analisis menunjukkan terdapat interaksi antara konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol terhadap kadar lemak keripik pisang kepek yang dihasilkan, p value $(0,00) < 0,05$. Pada **Gambar 4.1** dapat dilihat bahwa kadar lemak keripik pisang menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol. Adanya interaksi antara CaCl₂ dan hidrokoloid akan membentuk termal gelasi atau ikatan silang yang memperkuat dinding sel dan menutup lapisan permukaan bahan, sehingga menghambat penetrasi minyak ke dalam jaringan pisang selama proses penggorengan. Prinsip penggorengan *deep frying* yaitu air digantikan oleh minyak (Shingtong *et al.*, 2009). Penambahan CaCl₂ dan gliserol dengan berbagai konsentrasi terbukti dapat menurunkan penyerapan minyak pada keripik pisang kepek.

B. Karakteristik Fisik (Tekstur) Keripik Pisang

Pengujian karakteristik fisik keripik dilakukan terhadap tingkat kerenyahan. Hasil pengujian tekstur keripik pisang dilakukan secara obyektif menggunakan *Instrument Lloyd Universal Testing Machine*.

Tabel 4.5 Pengaruh Konsentrasi CaCl₂ Terhadap Tekstur Keripik Pisang

Konsentrasi CaCl ₂	Tekstur (Fmax=N)
0%	7,87 ± 0,12 ^b
0,25%	6,38 ± 1,04 ^a
0,50%	8,24 ± 2,23 ^b
0,75%	9,34 ± 2,41 ^c

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi CaCl₂ sebagai larutan *blanching* memberikan pengaruh yang nyata terhadap tekstur keripik pisang. Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat bahwa tekstur keripik pisang semakin keras (kurang renyah) seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ ditunjukkan dengan nilai Fmax yang semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi CaCl₂, tekstur keripik pisang yang dihasilkan semakin keras (kurang renyah). Konsentrasi CaCl₂ 0,75% menghasilkan tekstur yang paling keras (kurang renyah). Semakin tinggi konsentrasi CaCl₂, semakin banyak ikatan silang antara kalsium dan pektin yang terbentuk sehingga pada saat pengolahan lebih lanjut ketegaran dinding sel dapat dipertahankan dan setelah mengalami proses penggorengan produk akan lebih renyah (Tika, 2010).

Tabel 4.6 Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Tekstur Keripik Pisang

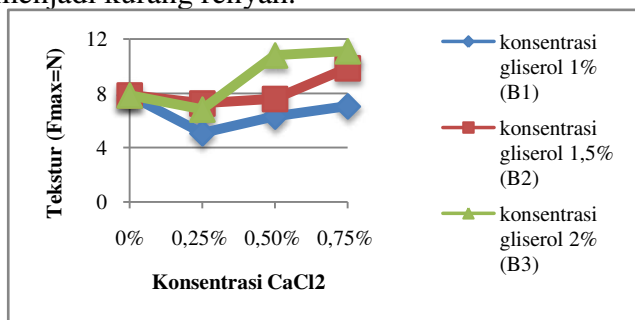
Konsentrasi Gliserol	Tekstur (Fmax=N)
0%	7,87 ± 0,12 ^b
1,0%	6,14 ± 1,49 ^a
1,5%	8,24 ± 1,19 ^b
2,0%	9,58 ± 2,57 ^c

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* dalam larutan *edible coating* memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur keripik pisang. Pada **Tabel 4.6** dapat dilihat bahwa tekstur keripik pisang semakin keras (kurang renyah) seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol ditunjukkan

dengan nilai F_{max} yang semakin meningkat. Tekstur keripik pisang lebih tinggi daripada kontrol karena irisan pisang mengalami pencelupan dalam larutan *edible coating* sebelum proses penggorengan menyebabkan terbentuknya lapisan gel pada permukaan produk saat awal penggorengan. Hal ini terkait karakteristik sekunder hidrokoloid yaitu mampu membentuk lapisan gel akibat adanya *thermal gelation* dari hidrokoloid pada suhu di atas suhu 60°C . Adanya lapisan gel yang terbentuk pada permukaan bahan mengakibatkan porositas produk menurun dan akan terbentuk tekstur yang keras (Pokorny, 1999). Selain itu, semakin tinggi konsentrasi gliserol maka pori-pori bahan yang terbentuk menjadi semakin rapat sehingga transmisi uap air semakin rendah (Sudaryati, 2010). Artinya semakin sedikit ruang kosong yang menyebabkan porositas bahan menurun. Semakin tinggi porositas produk yang dihasilkan maka dengan sendirinya produk akan semakin renyah (Subekti, 1993 dalam Leni, 2009). Kadar air yang tinggi dan porositas produk yang rendah menyebabkan tekstur keripik pisang menjadi kurang renyah.



Gambar 4.2 Interaksi antara Konsentrasi CaCl₂ dan Konsentrasi Gliserol terhadap Tekstur Keripik Pisang

Hasil analisis menunjukkan terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol terhadap tekstur keripik pisang. Pada **Gambar 4.2** dapat dilihat bahwa tekstur keripik pisang semakin keras (kurang renyah) seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol ditunjukkan oleh nilai F_{max} yang semakin tinggi. Pada konsentrasi CaCl₂ 0,25%, tekstur menurun kemudian meningkat setelah konsentrasi 0,50%. Hal ini disebabkan oleh pengadukan yang kurang merata menyebabkan penyebaran panas kurang merata. Suhu penggorengan yang tidak konstan menghasilkan tekstur keripik yang berbeda.

C. Karakteristik Sensori Keripik Pisang

Tabel 4.7 Hasil Uji Kesukaan Keripik Pisang Kepok pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Warna	Tekstur	Rasa	<i>Oily aftertaste</i>	<i>Overall</i>
Kontrol	3,39 ^{de}	3,75 ^e	3,75 ^d	3,25 ^{bc}	3,61 ^e
CaCl ₂ 0,25% + gliserol 1,0%	3,43 ^e	1,36 ^a	2,00 ^a	2,54 ^a	2,11 ^a
CaCl ₂ 0,25% + gliserol 1,5%	3,57 ^e	2,79 ^{bc}	3,18 ^{bc}	2,89 ^{ab}	3,14 ^{cd}
CaCl ₂ 0,25% + gliserol 2,0%	2,25 ^{ab}	3,32 ^{cde}	2,93 ^{bc}	3,04 ^{abc}	2,96 ^{cd}
CaCl ₂ 0,50% + gliserol 1,0%	1,71 ^a	2,86 ^{bcd}	2,07 ^a	2,89 ^{ab}	2,29 ^a
CaCl ₂ 0,50% + gliserol 1,5%	3,29 ^{ode}	3,39 ^{de}	2,79 ^b	2,82 ^{ab}	3,04 ^{bc}
CaCl ₂ 0,50% + gliserol 2,0%	2,75 ^{bc}	3,04 ^{bcd}	2,79 ^b	2,82 ^{ab}	2,82 ^{bc}
CaCl ₂ 0,75% + gliserol 1,0%	3,39 ^{de}	3,79 ^e	3,36 ^{cd}	3,43 ^c	3,57 ^{de}
CaCl ₂ 0,75% + gliserol 1,5%	2,82 ^{cd}	2,79 ^{bc}	2,86 ^{bc}	2,79 ^{ab}	2,57 ^{ab}
CaCl ₂ 0,75% + gliserol 2,0%	2,04 ^a	2,64 ^b	2,18 ^a	2,82 ^{ab}	2,29 ^a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha = 0,05$.

5 (sangat suka), 4 (suka), 3 (netral), 2 (tidak suka), 1 (sangat tidak suka).

Warna keripik pisang dari kombinasi perlakuan CaCl₂ 0,25% + gliserol 1,5% lebih disukai panelis dibandingkan keripik pisang dari kombinasi perlakuan lainnya. Hal ini karena adanya perlakuan *blanching* menghasilkan warna yang disukai panelis. Keripik pisang perlakuan kontrol berwarna kuning kecoklatan. Sedangkan keripik pisang yang *diblanching* berwarna putih sedikit kekuningan dengan intensitas warna kuning yang semakin pudar dengan semakin besarnya konsentrasi CaCl₂. *Blanching* bertujuan untuk menginaktifkan enzim-enzim di dalam bahan pangan antara lain antara lain enzim katalase dan peroksidase yang menyebabkan pencoklatan (Winarno, 1997).

Tekstur keripik pisang dari kombinasi perlakuan CaCl₂ 0,75% + gliserol 1,0% lebih disukai panelis dibandingkan keripik pisang dari kombinasi perlakuan lainnya. *Blanching* menyebabkan gelatinisasi pati pada irisan pisang sebelum penggorengan, dan CaCl₂ merupakan agen peneras yang membuat struktur jaringan bahan semakin kuat dan rapat. Akibatnya tekstur keripik pisang semakin keras. Kombinasi *blanching* dan *edible coating* membentuk lapisan gel yang mampu menahan penguapan air bahan dan mencegah degradasi pektin selama penggorengan sehingga tekstur keripik pisang menjadi keras (Shingtong *et al.*, 2009).

Rasa keripik pisang CaCl_2 0,75% + gliserol 1,0% lebih disukai panelis dibandingkan keripik pisang dari kombinasi perlakuan lainnya. Keripik pisang mempunyai rasa *plantain* karena tidak diberi penyedap rasa. Beberapa panelis menilai rasa pisang pada keripik semakin berkurang. Hal ini disebabkan banyak kandungan senyawa flavor atau cita rasa yang rusak selama menggoreng. Selain itu disebabkan minyak tidak dapat menembus pori-pori bahan sehingga senyawa flavor atau cita rasa dari pisang tidak dapat keluar dari bahan secara optimal (Kurniawati, 2010).

Oily aftertaste keripik pisang dari perlakuan CaCl_2 0,75% + gliserol 1,0% lebih disukai panelis dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Hasil uji kesukaan *oily aftertaste* menunjukkan adanya kesesuaian antara kadar lemak keripik pisang dan persepsi panelis. Jika dihubungkan dengan kadar lemak dalam pembahasan sebelumnya, perlakuan CaCl_2 0,75% + gliserol 1,0% menghasilkan kadar lemak yang paling rendah sehingga tingkat kesukaan panelis tinggi terhadap *oily aftertaste* keripik pisang. Semakin rendah kadar lemak maka tingkat kesukaan panelis semakin meningkat terhadap *oily aftertaste* keripik pisang.

Overall keripik pisang dari kombinasi CaCl_2 0,75% dan gliserol 1,0% paling disukai panelis. Berdasarkan seluruh data hasil analisis terutama kadar lemak dan uji sensori, kombinasi yang cocok diaplikasikan adalah kalsium klorida dengan konsentrasi 0,75% dan gliserol dengan konsentrasi 1%. Konsentrasi tersebut menghasilkan nilai tertinggi pada semua parameter uji kecuali warna.

D. Kualitas Minyak Goreng

Tabel 4.8 Pengaruh Konsentrasi CaCl_2 terhadap Angka Asam

Konsentrasi CaCl_2	Angka Asam (mgNaOH/g minyak)
0%	0,31±0,00 ^d
0,25%	0,24±0,03 ^c
0,50%	0,20±0,01 ^b
0,75%	0,18±0,00 ^a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Konsentrasi CaCl_2 sebagai larutan *blanching* memberikan pengaruh yang nyata terhadap angka asam minyak bekas menggoreng keripik pisang.

Pada **Tabel 4.8** dapat dilihat bahwa angka asam semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl_2 . Menurut SNI 01-3741-2002, angka asam minyak maksimal 0,6 mg NaOH/g. Angka asam minyak yang dihasilkan antara 0,18-0,31 mg NaOH/g sampel, artinya angka asam minyak goreng belum melewati batas maksimal SNI. Angka asam terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi CaCl_2 0,75%, sedangkan angka asam tertinggi diperoleh pada kontrol. Selama proses penggorengan terjadi pertukaran komponen air pada bahan pangan yang digoreng dengan minyak yang dijadikan media penggorengan. Semakin banyak air yang dilepaskan ke minyak, maka reaksi hidrolisis semakin cepat (Lawson, 1995). *Blanching* dengan penggorengan menyebabkan permukaan irisan pisang mengalami gelatinisasi pati sehingga terbentuk tekstur yang rapat. Tekstur yang rapat menyebabkan penguapan air irisan pisang sedikit sehingga air yang dilepaskan ke minyak goreng lebih sedikit. Oleh karena itu, hidrolisis semakin lambat dan angka asam semakin rendah. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi CaCl_2 maka ikatan yang terbentuk antara kalsium dengan pektin dalam jaringan pisang semakin banyak sehingga jaringan pisang yang terbentuk semakin rapat mengakibatkan air dalam bahan sulit keluar artinya air yang menguap pada saat penggorengan sedikit (Tika, 2010). Air yang dilepaskan bahan ke dalam minyak semakin sedikit maka kerusakan minyak akibat reaksi hidrolisis menjadi semakin lambat dengan angka asam semakin rendah. Kesesuaian angka asam minyak goreng dengan kadar air keripik pisang yang sebelumnya dapat dilihat dari nilai angka asam konsentrasi CaCl_2 0%, 0,25%, 0,50% dan 0,75% yang semakin menurun.

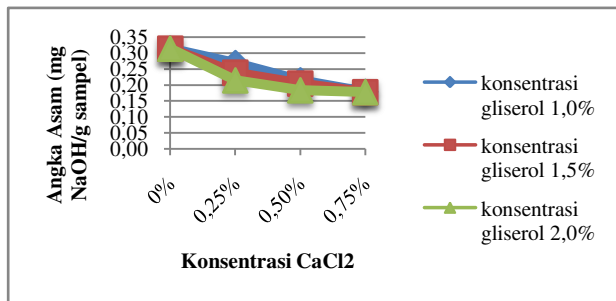
Tabel 4.9 Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Angka Asam

Konsentrasi Gliserol	Angka Asam (mg NaOH/g sampel)
0%	0,31 ± 0,00 ^d
1,0%	0,22 ± 0,04 ^c
1,5%	0,21 ± 0,03 ^b
2,0%	0,19 ± 0,04 ^a

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Perlakuan konsentrasi gliserol sebagai larutan *edible coating* memberikan pengaruh yang nyata terhadap angka asam minyak bekas menggoreng keripik pisang. Pada **Tabel 4.9** dapat dilihat bahwa angka asam minyak semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi gliserol. Angka asam minyak pada penelitian ini berkisar 0,19 - 0,31 mg NaOH/g sampel. Menurut SNI 01-3741-2002, angka asam minyak maksimal 0,6 mg NaOH/g sampel artinya angka asam minyak goreng sudah sesuai dengan SNI. Angka asam minyak dari masing-masing perlakuan berbeda secara signifikan. Angka asam tertinggi diperoleh terendah diperoleh pada kontrol, sedangkan angka asam tertinggi diperoleh pada konsentrasi gliserol 2,0%. Penambahan gliserol dapat menurunkan ikatan hidrogen internal dan akan membentuk *film* yang mempunyai pori lebih rapat, sehingga dapat mengurangi kecepatan transmisi oksigen dan uap air. Adanya gliserol ini menyebabkan jarak antar polimer meningkat sehingga ketebalan lapisan *film* juga meningkat (Sudaryati, 2010). Semakin rendah transmisi uap air dan semakin tebal lapisan yang terbentuk maka transfer air dari bahan ke minyak semakin rendah dan angka asam semakin rendah.



Gambar 4.3 Interaksi antara Konsentrasi CaCl₂ dan Konsentrasi Gliserol terhadap Angka Asam

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol terhadap angka asam minyak goreng bekas menggoreng keripik pisang. Pada **Gambar 4.3** dapat dilihat bahwa angka asam menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol. Adanya interaksi antara CaCl₂ dan hidrokoloid akan membentuk termalgelesi atau ikatan silang yang memperkuat dinding sel dan menutup lapisan permukaan bahan, sehingga menghambat migrasi uap air dari bahan ke minyak selama proses penggorengan. Penambahan CaCl₂ dan gliserol dengan berbagai konsentrasi terbukti

dapat menurunkan kerusakan minyak, dapat dilihat dari angka asam minyak semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi. Penurunan angka asam terbesar hingga 0,18 mg NaOH/g dihasilkan oleh kombinasi kalsium klorida dengan konsentrasi 0,75% dan gliserol dengan konsentrasi 2%.

Tabel 4.10. Pengaruh Konsentrasi CaCl₂ terhadap Angka Peroksida Minyak

Konsentrasi CaCl ₂	Angka Peroksida (meq/1000gr sampel)
0%	1,99±0,00 ^a
0,25%	2,32±0,48 ^b
0,50%	4,26±0,47 ^c
0,75%	5,13±0,50 ^d

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha=0,05$.

Perlakuan konsentrasi CaCl₂ sebagai larutan *blanching* memberikan pengaruh nyata terhadap angka peroksida minyak bekas menggoreng keripik pisang. Pada **Tabel 4.10** dapat dilihat bahwa angka peroksida semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi CaCl₂. Menurut SNI 01-3741-2002, angka peroksida minyak maksimal 1 meq/1000 gr. Angka peroksida minyak yang dihasilkan antara 1,99 - 5,13 meq/1000 gr, artinya melebihi batas maksimal SNI. Angka peroksida terendah diperoleh pada perlakuan kontrol, sedangkan angka peroksida tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi CaCl₂ 0,75%. Saguy dan Dana (2003) menyatakan bahwa air yang menguap dapat berperan sebagai penghalang kontak antara oksigen dan minyak dengan menciptakan selimut uap air di sekitar permukaan minyak. Semakin sedikit uap air yang dilepaskan artinya selimut uap air yang terbentuk semakin sedikit dan semakin banyak kontak minyak dengan oksigen. Selain itu, dengan adanya air yang membentuk uap air, akan mempercepat menguapkan senyawa hasil oksidasi yang volatil. Oleh karena itu, oksidasi semakin cepat dan angka peroksida semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ maka ikatan yang terbentuk antara kalsium dengan pektin dalam jaringan pisang semakin tinggi sehingga jaringan pisang yang terbentuk semakin rapat mengakibatkan air yang menguap pada saat penggorengan sedikit (Tika, 2010).

Tabel 4.11 Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Angka Peroksida Minyak

Konsentrasi Gliserol	Angka Peroksida (meq O ₂ /1000gr sampel)
0%	1,99 ± 0,00 ^a
1,0%	3,59 ± 1,23 ^b
1,5%	3,69 ± 1,34 ^b
2,0%	4,43 ± 1,15 ^c

Keterangan:

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf sig. $\alpha = 0,05$.

Perlakuan konsentrasi gliserol sebagai larutan *edible coating* memberikan pengaruh yang nyata terhadap angka peroksida minyak. Pada **Tabel 4.11** dapat dilihat bahwa angka peroksida semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol. Menurut SNI 01-3741-2002, angka peroksida minyak maksimal 1 meq O₂/1000 gr. Angka peroksida minyak yang dihasilkan antara 1,99-4,4 meq O₂/1000 gr, artinya melebihi batas maksimal SNI. Angka peroksida terendah diperoleh pada perlakuan kontrol, sedangkan angka peroksida tertinggi diperoleh pada konsentrasi gliserol 2,0%. Peningkatan angka peroksida minyak goreng disebabkan irisan pisang diberi perlakuan pencelupan dalam larutan *edible coating* sebelum proses penggorengan menyebabkan terbentuknya lapisan gel pada permukaan produk saat awal penggorengan. Lapisan gel yang terbentuk pada permukaan mencegah masuknya minyak ke dalam produk disertai dengan sulitnya air untuk menguap (Pokorny, 1999 dan Juanita, 2008). Konsentrasi gliserol yang tinggi menyebabkan terbentuknya lapisan dengan pori yang lebih rapat sehingga transmisi uap air semakin rendah (Sudaryati, 2010). Sifat gliserol yang mampu mengikat air membentuk molekul yang bersifat hidrofilik, yang menyulitkan keluarnya air bahan ke minyak (Juanita, 2008). Semakin sedikit uap air yang dilepaskan artinya selimut uap air yang terbentuk semakin sedikit dan semakin banyak kontak minyak dengan oksigen menyebabkan angka peroksida meningkat. Hasil analisis menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi CaCl₂ dan konsentrasi gliserol terhadap angka peroksida minyak bekas menggoreng keripik pisang, *p value* (0,078) > 0,05.

KESIMPULAN

Variasi konsentrasi CaCl₂ dalam larutan *blanching* dan variasi konsentrasi gliserol dalam larutan *edible coating* mempengaruhi penurunan penyerapan minyak pada keripik pisang kepek, kadar lemak dan angka asam minyak goreng. Selain itu, variasi konsentrasi CaCl₂ dan gliserol mempengaruhi peningkatan kadar air, tekstur keripik dan angka peroksida minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S. 2010. *Aplikasi Edible coating Berbahan Dasar Derivat Selulosa terhadap Kualitas Keripik Kentang dari Tiga Varietas*. Skripsi. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Berry, S dan Y. Ahda. 2005. *Pengolahan Limbah Kulit Pisang Menjadi Pektin Dengan Metode Ekstraksi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Cerqueira, M. A., A. M. Lima. 2009. *Suitability of Novel Galactomannans as Edible coatings for Tropical Fruits*. Journal of Food Engineering 94 (2009) 372–378.
- Darawati, M. dan Yudi Pranoto. 2010. *Penyalutan Kacang Rendah Lemak Menggunakan Selulosa Eter dengan Pencelupan untuk Mengurangi Penyerapan Minyak Selama Penggorengan dan Meningkatkan Stabilitas Oksidatif Selama Penyimpanan*. J. Teknol. dan Industri Pangan, Vol. XX1 No. 2. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Fellow, P. 1992. *Food Processing Technology Principles and Practise*. Ellis Horwood. New York.
- Garmakhani, A.D., N. Aghajani dan M. Kashiri. 2011. *Use of Hydrocolloids as Edible Covers to Produce Low Fat French fries*. Latin American Applied Research 41:211-216. Iran.
- Hanum, F., Irza Menka Devilianny Kaban, Martha Angelina Tarigan. 2012. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Raja (Musa sapientum)*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 1, No. 2. USU. Medan.
- Juanita, Y. 2008. *Efek Hidrokolid CMC dan Gellan Gum pada Berbagai Konsentrasi terhadap Penyerapan Minyak dan Kualitas Pilus*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kurniawati, L. 2010. *Pembuatan Keripik Buah Kesemek (Diospyros kaki L.f) dengan Vacuum Fryer*. Jurnal Kimia dan Teknologi

- ISSN 0216-163 X. Universitas Slamet Riyadi. Surakarta.
- Krochta, J. M., Baldwin, E. A. dan M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible coatings and Film to Improve Food Quality*. Technomic. Publi. Co. Inc. USA.
- Lawson, H. 1995. *Food Oils and Fats : Technology, Utilization, and Nutrition*. Chapman and Hall. New York.
- Layuk, P., Djagal W.M, dan Haryadi. 2002. *Karakterisasi Komposit Film Edible Pektin Daging Buah Pala (Myristica fragrans Houtt) dan Tapioka*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol XIII, No 2. UGM. Yogyakarta.
- Lisinska, G. and W. Leszczynski. 1989. *Potatoes Science and Technology*. The University Press (Belfast). Northern Ireland.
- Pokorny, J. 1999. *Changes of Nutrients at Frying Temperatures*. Di dalam: Boskou, D. dan I. Elmadafa (ed). *Frying of Food*. Technomic Publishing Co Inc. Lancaster.
- Rahman, A.M. 2007. *Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan MOCAL (Modified Cassava Flour) sebagai Penyalut Kacang Pada Produk Kacang Salut*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Rimac-Brcic S, Lelas V, Rade D, and Simundic B. 2004. *Decreasing of Oil Absorption in Potato Strips During Deep Fat Frying*. Jurnal of Food Engineering 64, 237-241.
- Singthong, J dan Chutima T. 2009. *Using Hydrocolloids to Decrease Oil Absorption in Banana Chips*. LWT - Food Science and Technology 42 (2009) 1199–1203. Ubon Ratchathani University. Thailand.
- Tarigan, M. A., I. M. D Kaban dan F. Hanum. 2012. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (Musa paradisiaca)*. Jurnal Teknik Kimia USU, Article in press (2012). USU. Medan.
- Tika, K. S. 2010. *Pengaruh Metode Blanching dan Perendaman dalam Kalsium klorida (CaCl₂) untuk Meningkatkan Kualitas French fries dari Kentang Varietas Tenggo dan Crespo*. Skripsi. Universitas Jendral Sudirman. Purwokerto.
- Saguy, S. dan Dana, D. 2003. *Integrated Approach to Deep Fat Frying: Engineering, Nutrition, Health, and Consumer Aspects*. Journal of Food Engineering 56: 143-152.
- Sudaryati, H.P. Tri Mulyani S., dan Egha R.H. 2010. *Sifat Fisik dan Mekanis Edible film dari Tepung Porang (Amorphopallus oncophyllus) dan Karboksimetilselulosa*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 11 No. 3. Surabaya.
- Suppakul, P., Buppa Chalernsook, Bhatama Ratisuthawat, Sakpipat Prapasitthi dan Kanapat Munchukangwan. 2006. *Plasticizer and Relative Humidity Effects on Mechanical Properties of Cassava Flour Films*. Kasetsart University. Thailand.
- Syamsir, E. 2008. *Mengenal Edible film*. <http://id.shvoong.com/exactsciences>. Diakses Tanggal 1 Maret 2012.
- Wahyu, M.K. 2009. *Pemanfaatan Pati Singkong sebagai Bahan Baku Edible film*. Universitas Padjdjaran. Bandung.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F. G. dan M. Aman. 1981. *Fisiologi Lepas Panen*. PT. Sastra Hudaya. Jakarta.