

**KUALITAS FISIK, KIMIA DAN MIKROSTRUKTUR SNACK SUSU
YANG DIPROSES SECARA DEEP FAT FRYING
PADA TEKANAN ATMOSFER**

***THE PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROSTRUCTURE QUALITY OF MILK SNACK
THAT PROCESSED USING DEEP FAT FRYING
AT ATMOSPHERIC PRESSURE***

Dodik Suprpto

Balai Besar Pelatihan Peternakan, Kementerian Pertanian RI,
Jl. Songgoriti No. 24 Batu, 65301, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan imbangan yang tepat antara *curd* dan campuran tepung sebagai bahan pengisi dalam pembuatan *snack* susu yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer. Materi penelitian adalah *snack* susu yang dibuat dari *curd*, tepung terigu, tepung tapioka, telur, garam, gula dan *baking powder*. Imbangan persentase *curd* : campuran tepung terdiri dari empat perlakuan yaitu 0% : 100%, 20% : 80%, 30% : 70% dan 40% : 60%. Setiap perlakuan terdiri dari tiga replikasi dan tiap replikasi dilakukan secara duplo. Variabel yang diuji meliputi sifat fisik (kerenyahan, daya kembang) dan sifat kimia (kadar air, kadar protein kasar, kadar lemak) dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap Pola Searah, sedangkan mikrostruktur dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *curd* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kerenyahan, daya kembang, kadar air, kadar protein kasar, dan kadar lemak *snack* susu yang digoreng pada tekanan atmosfer. Mikrostruktur *snack* susu yang digoreng pada tekanan atmosfer menunjukkan gelatinisasi pati yang masih belum sempurna dan rongga-rongga udara yang terbentuk tidak merata. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *snack* susu yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer dengan imbangan persentase *curd* : campuran tepung sebanyak 40% : 60% mempunyai kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan *snack* yang dibuat dengan bahan tepung-tepungan ditinjau dari sifat

fisik, kimia dan mikrostrukturnya. Rata-rata *snack* susu perlakuan terbaik memiliki kerenyahan 15,60 N/m², daya kembang 106,03%, kadar air 7,88%, kadar protein kasar 9,94% dan kadar lemak 25,78%.

Kata kunci : Fisik, Kimia, Mikrostruktur, *Snack* susu, *Deep fat frying*, Tekanan atmosfer

ABSTRACT

This research was conducted to find the right balance between curd and mix flours as filler in the manufacture of milk snack that processed using deep fat frying at atmospheric pressure. The research materials consist of curd, wheat flour, tapioca flour, salt, sugar and baking powder. Percentage between curd : mix flours consist of four treatments were 0% : 100%, 20% : 80%, 30% : 70% and 40% : 60%. Each treatment consists of three replicate and every replicate processed by duplo. The variables measured were physical properties (crispness, expand volume) and chemical properties (moisture, crude protein, fat) were analyzed with Oneway Anova. The microstructure of milk snack was analyzed by description. The results showed that the addition of curd were significant ($P < 0.05$) against crispness, expand volume, moisture, crude protein and fat of milk snack that fried at atmospheric pressure. The microstructure quality of milk snack that fried at atmospheric pressure showed not complete starch gelatinization and air cavities are formed not smooth. The conclusion of this research was the milk snack that fried using deep fat frying at atmospheric pressure with proportion of curd : mix flours as 40% : 60% has quality that better than snack from starch when it observe from physical properties, chemical properties and microstructure. The best treatment of this research has crispness 15.60 N/m², expand volume 106.03%, moisture 7.88%, crude protein 9.94% and fat 25.78%.

Keywords : *Physical, Chemical, Microstructure, Milk snack, Deep fat frying, Atmospheric pressure*

Pendahuluan

Konsumsi susu masyarakat Indonesia pada tahun 2012 adalah 14,6 liter perkapita/tahun, jauh di bawah Malaysia dan Filipina (22,1 liter perkapita/tahun), Thailand (33,7 liter perkapita/tahun) dan India (42,08 liter perkapita/tahun). Perbedaan pola hidup dan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi susu diduga menjadi penyebab rendahnya konsumsi susu masyarakat Indonesia jika dibandingkan dengan negara berkembang lainnya di Asia. Dalam rangka meningkatkan konsumsi susu untuk memenuhi kebutuhan protein hewani, perlu dilakukan diversifikasi produk olahan susu sehingga diperlukan penerapan teknologi pengolahan yang tepat untuk mendapatkan produk olahan yang beraneka ragam dengan nilai gizi yang masih baik (Setyawati, 2002). Produk olahan susu tidak lagi hanya diarahkan pada pengolahan minuman untuk pemenuhan gizi masyarakat melainkan telah bergeser ke arah diversifikasi produk olahan susu untuk makanan dan makanan ringan (*snack*).

Snack susu adalah satu contoh produk diversifikasi susu yang diproses dengan cara penggorengan. Menggoreng adalah pemasakan bahan pangan menggunakan minyak panas dengan tujuan untuk memperoleh

produk dengan karakteristik warna, aroma, dan tekstur yang khas (Dana and Saguy, 2006).

Proses ini dapat meningkatkan kualitas cerna (*eating quality*) makanan, meningkatkan masa simpan produk, inaktivasi enzim dan menurunkan kadar air produk. Produk goreng mudah diterima secara organoleptik karena menghasilkan rasa yang enak, permukaan yang renyah, warna yang menarik dan penyerapan minyak akan menghasilkan *mouthfeel* yang diinginkan (Blumenthal, 1996). Berdasarkan pindah panas yang terjadi terdapat dua metode menggoreng yaitu menggoreng permukaan (*shallow frying*) dan menggoreng terendam (*deep fat frying*). *Deep fat frying* merupakan metode penggorengan terendam yang prosesnya berlangsung pada titik didih minyak sekitar 170–200 °C. Pindah panas yang terjadi adalah kombinasi antara konveksi dalam minyak panas dan konduksi dari minyak ke dalam produk. Semua permukaan produk mendapat perlakuan panas yang sama sehingga menghasilkan penampakan yang sama. Hal ini menjadi keunggulan *deep fat frying* dibanding *shallow frying* (Fellows, 1992). Kondisi proses penggorengan *deep fat frying* dapat dilakukan pada berbagai tekanan yang berbeda seperti menggoreng

pada tekanan tinggi, menggoreng pada tekanan atmosfer dan menggoreng pada tekanan rendah (vakum). Perbedaan metode dan kondisi proses penggorengan akan berpengaruh terhadap kualitas produk akhir yang dihasilkan (Bengston, 2006).

Berbagai penelitian produk *snack* berbahan tepung-tepungan yang diproses secara penggorengan sudah banyak dilakukan, namun *snack* berbahan susu informasinya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan imbalan yang tepat antara *curd* dan campuran tepung sebagai bahan pengisi dalam pembuatan *snack* susu yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer.

Materi dan Metode

Materi penelitian adalah *snack* susu yang dibuat dari *curd*, tepung terigu, tepung tapioka, telur, garam, gula dan *baking powder*. Imbalan persentase *curd* : campuran tepung (terigu : tapioka) terdiri dari empat perlakuan yaitu 0% : 100%, 20% : 80%, 30% : 70% dan 40% : 60%. Penggorengan dilakukan secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer. Setiap perlakuan terdiri dari tiga replikasi dan tiap replikasi dilakukan secara duplo.

Pembuatan *snack* susu

Pembuatan *snack* susu diawali dengan proses pembuatan *curd*. Susu segar dipasteurisasi pada suhu 72 °C selama 15 menit. Asam asetat 25% ditambahkan ke dalam susu sebanyak 4 ml/liter susu, diaduk perlahan hingga muncul gumpalan putih (*curd*). *Curd* diangkat dan ditiriskan selama 5 menit sebelum dicampur bersama adonan. Dibuat adonan kering berupa campuran terigu dan tapioka dengan perbandingan 90% : 10% dan *baking powder* 0,2% lalu dicampur rata. Adonan basah dibuat dengan komposisi *curd* (0, 20, 30 dan 40%), telur 5%, garam 2,5%, gula 2% dan *baking powder* 0,2% lalu dicampur rata. Air ditambahkan hingga volume adonan basah mencapai 40% dari total adonan, kemudian diblender selama 30 detik. Adonan kering dan adonan basah dicampur menggunakan dough unit hingga adonan kalis (3 menit). Adonan didiamkan dalam loyang tertutup selama 5 menit, selanjutnya dibuat lembaran adonan menggunakan alat pemipih adonan dan dicetak sesuai bentuk yang diinginkan. Penggorengan secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer menggunakan suhu 130 – 135 °C selama 5 menit.

Uji Karakteristik Snack Susu

Analisis kerenyahan menggunakan alat Texture Analyzer Imada ZP-200 N menurut Anonim (2013). Analisis daya kembang dilakukan menurut Suryani (2007) yang dimodifikasi. Analisis kadar air dan kadar lemak dengan metode Soxhlet dilakukan menurut A.O.A.C. (2005). Analisis kadar protein kasar dengan metode Kjeldhal menurut Sudarmadji *et al.* (1997). Mikrostruktur snack susu dianalisis secara deskriptif dari hasil pembacaan Scanning Electron Microscopic (Montero *et al.*, 1997).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan rancangan acak lengkap pola searah menggunakan Statistical Program for Social Science (SPSS) versi 16.0 for windows dan apabila terdapat perbedaan akan diteruskan menggunakan uji Duncan (Yitnosumarto, 1993). Analisis mikrostruktur dilakukan secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Kerenyahan

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan *curd* memberikan pe-

ngaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kerenyahan snack susu (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata kerenyahan *snack* susu (N/m^2) yang dibuat dengan konsentrasi curd yang berbeda (*average of milk snack crispness (N/m^2) that processed with different curd concentration*).

<i>Curd</i> : Campuran Tepung (%)	Kerenyahan (N/m^2)
0% : 100%	70,33 ^b
20% : 80%	39,10 ^a
30% : 70%	34,47 ^a
40% : 60%	15,60 ^a

^{ab} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$ (*different superscripts at the same row indicate significant differences ($P < 0.05$)*)

Tekstur merupakan faktor penting dalam menentukan mutu produk makanan lunak dan makanan renyah yang terkadang lebih penting daripada warna, rasa dan bau (Demam, 1997). Tekstur keras pada permukaan *snack* susu terbentuk akibat ekspose panas dari minyak selama penggorengan. Produk berbahan tepung-tepungan akan mengalami gelatinisasi dan mengikat air lebih banyak di dalamnya. Penggorengan pada suhu tinggi mengakibatkan air pada permukaan produk goreng menjadi rendah dan menyebabkan

terbentuknya tekstur yang keras, sedangkan bagian dalamnya lebih lunak dan memiliki kadar air yang lebih tinggi (Muchtadi and Sugiyono, 2013). Penambahan *curd* dalam adonan snacksusu akan mengurangi penggunaan tepung sehingga komposisi bahan yang mengalami gelatinisasi akan berkurang dan terbentuknya tekstur keras pada permukaan produk dapat ditekan.

Daya Kembang

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan *curd* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya kembang snack susu (Tabel 2). *Snack* susu kontrol

Tabel 2. Rata-rata daya kembang snack susu (%) yang dibuat dengan konsentrasi *curd* yang berbeda (average of milk snack expand volume (%) that processed with different curd concentration).

<i>Curd</i> : Campuran Tepung (%)	Kerenyahan (N/m ²)
0% : 100%	67,14 ^a
20% : 80%	85,01 ^{ab}
30% : 70%	95,72 ^b
40% : 60%	106,03 ^b

^{ab} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$ (different superscripts at the same row indicate significant differences ($P < 0.05$))

mempunyai daya kembang sebesar 67,14%, sedangkan perlakuan penambahan *curd* sebanyak 40% menghasilkan daya kembang sebesar 106,03%. Semakin tinggi persentase *curd* yang ditambahkan dalam adonan berbanding lurus dengan daya kembang *snack* susu yang dihasilkan.

Menurut Setyawati (2002), kadar protein *curd* berkisar antara 12 – 21%. Penambahan *curd* sebagai konsentrat protein dapat meningkatkan viskositas pati. Efek protein di dalam adonan tergantung pada rasio amilosa-amilopektin dan jumlah air. Saat pati tergelatinisasi dan protein terdenaturasi, terbentuk struktur menyerupai jaring yang

menyebabkan peningkatan viskositas. Pembentukan jaring antara amilopektin dan protein terjadi di atas suhu gelatinisasi pati dan percabangan dari amilopektin akan berinteraksi dengan gugus hidroksil dari molekul protein (Muhrbeck and Eliasson, 1991 dalam Imanningsih, 2012). Formasi protein-polisakarida umumnya diatur oleh ikatan hidrogen dan interaksi elektrostatik. Adanya garam akan mempengaruhi stabilitas dan sifat fungsional dari ikatan kompleks protein-polisakarida. Pe-

nambahan garam menyebabkan peningkatan suhu puncak gelatinisasi. Namun, penambahan protein cenderung akan menurunkan suhu puncak gelatinisasinya. Karbohidrat, protein dan garam berkompetisi untuk mendapatkan air yang terbatas dalam adonan. Air digunakan untuk membuat pati tergelatinisasi dan protein terdenaturasi, sehingga sebelum suhu gelatinisasi tercapai, air sudah digunakan seluruhnya dan viskositas puncak terjadi lebih awal (Imanningsih, 2012). Adanya penambahan *curd* dalam adonan mengakibatkan proses gelatinisasi pati selama penggorengan dapat terjadi lebih awal sehingga daya kembang *snack* susu semakin meningkat.

Kadar Air

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan *curd* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air *snack* susu (Tabel 3).

Semakin tinggi persentase penambahan *curd* akan semakin menurunkan kadar air *snack* susu yang dihasilkan. Belum ada referensi yang menunjukkan tentang kadar

Tabel 3. Rata-rata kadar air *snack* susu (%) yang dibuat dengan konsentrasi *curd* yang berbeda (average of milk snack moisture (%) that processed with different *curd* concentration).

<i>Curd</i> : Campuran Tepung (%)	Kerenyahan (N/m ²)
0% : 100%	10,78 ^c
20% : 80%	9,20 ^b
30% : 70%	8,43 ^a
40% : 60%	7,88 ^a

^{ab} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$ (different superscripts at the same row indicate significant differences ($P < 0.05$))

air *snack* susu, oleh karenanya pendekatan kualitas kadar air didasarkan pada produk yang memiliki kemiripan proses dan bahan bakunya yaitu makanan ringan ekstrudat dan *stick* susu. Menurut SNI Nomor 01-2886-2000 tentang Makanan Ringan Ekstrudat, kadar air yang dipersyaratkan maksimal adalah 4%, sedangkan menurut Umamah (2014), *stick* susu yang dibuat dengan persentase *curd* sebanyak 30% dengan perlakuan perbedaan persentase tepung terigu dan tepung tapioka mempunyai kadar air berkisar antara 4,05 – 4,10%.

Kadar air akan semakin menurun selama proses penggorengan berlangsung (Bordin *et*

al., 2013). Kadar air snack berbahan tepung-tepungan mencapai 10,78%, sedangkan pada perlakuan penambahan curd sebanyak 40% kadar air snack susu menurun hingga mencapai 7,88%. Tingginya kadar air snack susu disebabkan karena adanya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil pada pati dengan molekul air. Penggunaan bahan tepung-tepungan dengan kandungan amilosa dan amilopektin tinggi akan mengikat air lebih banyak saat tergelatinisasi. Pemanasan pada suhu tinggi akan membentuk lapisan keras pada permukaan produk yang sulit dilalui oleh uap air. Kondisi ini mengakibatkan penguapan akan berhenti dan menghasilkan produk goreng yang kering dan keras di bagian permukaan tetapi masih basah di bagian dalam (Setyawan *et al.*, 2008).

Kadar air penting dalam menentukan penerimaan konsumen dan ketahanan produk (Winarno, 2002). Tingginya kadar air snack susu dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain perbedaan teknik produksinya, morfologi produk, jenis minyak yang digunakan, suhu dan waktu penggorengan. Kadar air yang cukup tinggi ini mengakibatkan

snack susu rawan kontaminasi silang, mudah melempem dan memiliki masa simpan yang pendek. Perubahan dalam produk goreng tergantung pada karakteristik produk yang akan digoreng, metode penggorengan, jenis dan volume minyak, jumlah udara yang masuk ke dalam minyak, suhu, waktu penggorengan dan bahan baku wadah penggorengan (Del Re and Jorge, 2006).

Kadar Protein Kasar

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan curd memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein kasar snack susu (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata protein kasar snacksusu (%) yang dibuat dengan konsentrasi curd yang berbeda (*average of milk snack crude protein (%) that processed with different curd concentration*).

<i>Curd</i> : Campuran Tepung (%)	Kerenyahan (N/m ²)
0% : 100%	7,31 ^a
20% : 80%	8,81 ^b
30% : 70%	9,17 ^c
40% : 60%	9,94 ^d

^{ab} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$ (*different superscripts at the same row indicate significant differences (P < 0.05)*)

Curd merupakan gumpalan putih yang sebagian besar tersusun atas kasein susu yang menggumpal akibat aktifitas koagulan, baik berupa asam maupun enzim proteolitik. Kasein adalah protein utama susu yang jumlahnya mencapai 80% dari total protein yang tersedia dalam bentuk kalsium kaseinat yaitu senyawa kompleks dari kalsium fosfat yang terdapat dalam bentuk partikel-partikel kompleks koloid yang disebut *micelles* (Buckle *at al.*, 2010). Penambahan *curd* dalam adonan snacksusu akan meningkatkan kadar protein produk sehingga dihasilkan *snack* yang memiliki kualitas gizi yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase *curd* yang digunakan berbanding lurus dengan kadar protein *snack* susu yang dihasilkan.

Kadar Lemak

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penggunaan *curd* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar lemak *snack* susu (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata lemak *snack* susu (%) yang dibuat dengan persentase *curd* yang berbeda (*average of milk snack fat (%) that processed with different curd concentration*).

<i>Curd</i> : Campuran Tepung (%)	Kerenyahan (N/m ²)
0% : 100%	13,31 ^c
20% : 80%	20,22 ^b
30% : 70%	20,44 ^b
40% : 60%	25,78 ^c

^{ab} superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata $P < 0,05$ (*different superscripts at the same row indicate significant differences (P < 0.05)*)

Semakin tinggi persentase penambahan *curd* akan meningkatkan kadar lemak *snack* susu yang dihasilkan. Kadar lemak *snack* berbahan tepung-tepungan sebesar 13,31% dan terus meningkat seiring dengan penambahan *curd* dalam adonan. Kadar lemak *snack* susu tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan *curd* sebanyak 40% yaitu 25,78%. Kadar lemak *snack* susu yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer sudah memenuhi SNI nomor 01-2886-2000 tentang Makanan Ringan Ekstrudat yaitu maksimal 38%. Produk pangan yang digoreng pada suhu 160 – 190 °C umumnya akan mengalami proses penggorengan cepat dan mampu menghasilkan produk dengan

warna kuning keemasan yang menarik, tekstur yang *crispy*, dan kualitas rasa yang baik dengan penyerapan minyak sekitar 8 – 25% tergantung dari karakteristik bahan (Setyawan *et al.*, 2008).

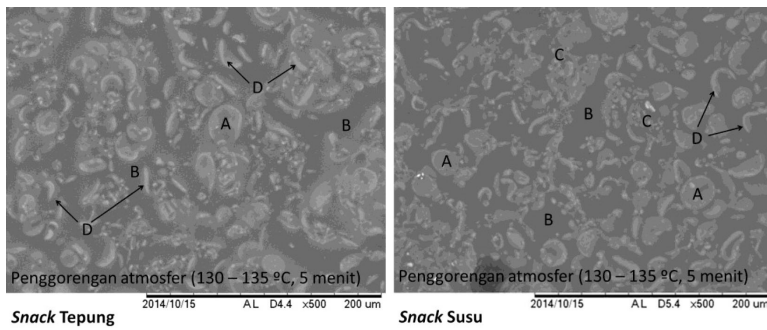
Tingginya kadar lemak dalam *snack* susu berasal dari berbagai sumber, baik dari bahan baku maupun proses penyerapan minyak selama penggorengan berlangsung. Menurut Setyawati (2002), kadar lemak *curd* adalah 8,39%. Penggorengan secara *deep fat frying* pada suhu tinggi menciptakan letupan air yang terkandung dalam produk goreng. Air akan mendidih secara cepat dan dinding sel akan pecah membentuk lubang kapiler yang bersifat porous. Selanjutnya minyak akan masuk ke dalam produk dan mengisi tempat yang ditinggalkan oleh air (Pinthuset *al.*, 1993). Penggunaan minyak harus diperhatikan pada proses penggorengan di tekanan atmosfer. Semakin lama minyak digunakan maka resiko terjadinya reaksi oksidatif semakin tinggi sehingga berpotensi menimbulkan bahaya bagi kesehatan (Del Re and Jorge, 2006).

Mikrostruktur

Pengamatan mikrostruktur dilakukan pada *snack* berbahan tepung-tepungan dan

snack susu yang dibuat dengan persentase *curd* sebanyak 40%. Tujuannya untuk mengetahui profil gelatinisasi pati, sebaran *curd* dan terbentuknya rongga akibat proses penggorengan. Menurut Winarno (2002), granula pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik yang mempunyai sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga di bawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat inilah yang disebut *birefringent*. Pada saat granula mulai pecah, sifat *birefringent* ini akan menghilang. Profil gelatinisasi pati hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat diamati dengan adanya granula pati yang mengembang (A), rongga udara yang terbentuk akibat proses pemanasan (B), sebaran *curd* pada produk goreng (C) dan pati tak tergelatinisasi sempurna (D) dapat dilihat pada Gambar 1.

Suhu dipenggorengan pada tekanan atmosfer sangat heterogen, suhu tertinggi terdapat pada daerah perifer makanan yang bersentuhan langsung dengan minyak goreng, sedangkan suhu terendah terletak pada daerah inti yang kaya dengan air. Jika penggorengan dilakukan dengan minyak mendidih sekitar 175 °C, maka di daerah inti akan bersuhu sekitar 101 – 103 °C tergantung pada jenis bahan, ketebalan, jenis dan volume



Gambar 1. Mikrostruktur snack berbahan tepung-tepungan dan snack susu dengan konsentrasi curd sebanyak 40% yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer (SEM 500x, A : pati tergelatinisasi, B : rongga udara, C : curd, D : pati tak tergelatinisasi sempurna).

(Picture 1. *Microstructure of snack from starch and milk snack with 40% curd concentration that fried using deep fat frying at atmospheric pressure (SEM 500x, A : starch gelatinization, B : air cavities, C : curd, D : not complete starch gelatinization).*)

minyak serta lama penggorengan berlangsung (Bordin *et al.*, 2013). Penggunaan api sedang dengan suhu penggorengan antara 130 – 135 °C dengan lama penggorengan selama 5 menit mengakibatkan suhu di daerah inti berkisar antara 65 – 70 °C dan berada di bawah suhu puncak gelatinisasi tepung terigu dan tapioka. Menurut Imanningsih (2012), suhu puncak gelatinisasi tepung terigu 82,38 °C dengan

waktu 8,90 menit sedangkan suhu puncak gelatinisasi tepung tapioka adalah 69,56 dengan waktu 6,05 menit.

Terbentuknya kerak yang terlalu cepat pada permukaan produk selama penggorengan berlangsung dapat menghambat perambatan panas dan penguapan air di dalam inti. Kondisi ini menyebabkan pembengkakan granula pati dan proses gelatinisasi tidak berlangsung sempurna (D). Rongga-rongga udara yang terbentuk (B) berukuran cukup besar, merupakan area yang ditinggalkan oleh air yang menguap disertai letupan-letupan akibat terkena paparan panas pada suhu tinggi dan pembentukan CO₂ sebagai akibat penambahan baking powder. Air yang berada di dalam adonan akan terperangkap di dalam granula pati namun penguapan selama pemanasan berlangsung tidak sempurna sehingga daya kembang dan kadar air snack susu masih cukup tinggi. Hal ini ditunjang dengan hasil analisis daya kembang dan kadar air *snack* susu yang tersaji pada Tabel 2 dan 3. Sebaran *curd* (C) yang merata diantara granula pati

menunjukkan bahwa proses pengadukan dalam pembuatan adonan telah homogen.

Kesimpulan

Snack susu yang digoreng secara *deep fat frying* pada tekanan atmosfer dengan imbalanced persentase curd : campuran tepung sebanyak 40% : 60% mempunyai kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan snack yang dibuat dengan bahan tepung-tepungan ditinjau dari sifat fisik, kimia dan mikrostrukturnya.

Daftar Pustaka

Anonimus. 2000. Makanan Ringan Ekstrudat. SNI 01-2886-2000. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

_____. 2013. Prosedur Pengoperasian Texture Analyzer Imada 200 N. Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pangan Universitas Brawijaya. Malang.

A.O.A.C. 2005. Official Method of Association of Official Analytical Chemist. 12th

Edition. Published by Association of Official Analytical Chemist. Benjamin Franklin Station. Washington D.C.

Bengston, R. 2006. The Effect of Novel Frying Methods on Quality of Breaded Fried Foods. Thesis. Biological Systems Engineering. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Virginia.

Blumethal, M.M. 1996. Frying technology. Di dalam : Hui, Y.H. (ed). Bailey's Industrial Oil and Fat Technology; Edible Oil and Fat Product and Application Technology. 4th Edition. Wiley Interscience Publication. New York.

Bordin, K., M.T. Kunitake, K.K. Aracava, and C.S.F. Tindade. 2013. Changes in food caused by deep fat frying – a review. Department of Food Engineering. University of

- Sao Paulo. Pirassununga-SP
Brazil. Vol. 63, No 1 (5-13).
- Practice. Ellis (Ed). Horwood
Limited. California.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H.
Fleet and M. Wotton.
2010. Ilmu Pangan.
Terjemahan : H. Purnomo
dan Adiono. Universitas
Indonesia Press. Jakarta.
- Imanningsih, N. 2012. Profil gelatinisasi
beberapa formulasi tepung-
tepungan untuk pendugaan
sifat pemasakan (*gelatinization*
profile of several flour
formulations for estimating
cooking behavior). Panel
Gizi Makan, 35 (1): 13-22.
- Dana, D. dan Saguy, S. 2006. Review:
Mechanism of oil uptake
during deep-fat frying and
the surfactant effecttheory
and myth. Advances in
Colloid and Interface
Science, 128-130 (267-272).
- Montero, P., M. Perez-Mateoz, and T. Solas.
1997. Comparison of different
gelation methods using washes
sardines (*sardina pilchardus*)
mince : effect of temperature
and pressure. J. Agric. Food
Chem, 45 (12) : 4612-4618.
- Del Re, P.V. and N. Jorge. 2006. Behavior
of Vegetable Oils for Frying
Discontinuous Frozen PreFried
Products. Aliment Science
Technology. 26: 56-53.
- Muchtadi, T.R. dan Ayustaningwarno,
F. 2010. Teknologi Proses
Pengolahan Pangan. Cetakan
Keempat. Alfabeta. Bandung.
- Demam, J.M. 1997. Kimia Makanan. Institut
Teknologi Bandung, Bandung.
- Muchtadi, T.R. and Sugiyono.2013. *Prinsip*
Proses dan Teknologi
Pangan. Cetakan Pertama.
Alfabeta. Bandung.
- Fellows, J.P. 1992. Food Processing
Technology. Principles and

- Pinthus E.J., P. Weinberg, and I.S. Saguy. 1993. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 58, 204-205, 222.
- Setyawan, N., Widaningrum, and K.T. Dewandari. 2008. Efisiensi penggunaan penggoreng hampa dalam menekan pembentukan akrilamida pada produk makanan yang digoreng. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Setyawati, E. 2002. Studi Penggunaan Curd, Baking Powder dan Lama Pengukusan Pada Pembuatan Kerupuk Susu. Tesis. Program Studi Ilmu Ternak. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Suryani, D.A.L. 2007. Kualitas Kerupuk Rambak Kulit Kambing Peranakan Etawah (PE) dan Peranakan Boer (PB) ditinjau dari Kadar Air, Daya Kembang, Rasa dan Kerenyahan. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Universitas Brawijaya. Malang.
- Umamah, Y. 2014. Pengaruh Perbedaan Proporsi Tepung Terigu Dan Tepung Tapioka Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Penerimaan Konsumen. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo. Madura.
- Winarno, F.G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan, Perancangan, Analisis dan Interpretasinya. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.