

Catatan Penelitian

# Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi Makanan Ringan Khas Pemalang-Ogel-ogel

## *Chemical and Microbiological Characteristic of Ogel-Oge-Pemalang Typical Snack*

Siti Susanti<sup>1\*</sup>, Fahmi Arifan<sup>2</sup>, Murni Murni<sup>3</sup>, Ana Silviana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>4</sup>Fakultas Hukum, Universitas Diponegoro, Semarang

\*Korespondensi dengan penulis ([sitisusanti5678@gmail.com](mailto:sitisusanti5678@gmail.com))

Artikel ini dikirim pada tanggal 26 September 2018 dan dinyatakan diterima tanggal 09 Maret 2020. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2020

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia dan mikrobiologis sebagai dasar penentu kualitas produk makanan ringan ogel-ogel khas Pemalang agar sesuai dengan peraturan SNI 01-2886-2015. Ogel-ogel berbahan dasar tepung beras ketan yang dicampur dengan telur, keju, gula, dan garam. Selanjutnya adonan tersebut dicetak seperti ulat menggeliat dengan menggunakan ekstruder yang kemudian digoreng. Penelitian dilakukan secara deskriptif dengan parameter uji karakteristik kimia yaitu kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, garam, logam berat, dan uji ketengikan serta mikrobiologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ogel-ogel memiliki nilai ketengikan (nilai TBA) 2,16 mg MA/kg; kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, dan garam masing-masing sebesar 44,75; 13,52; 39,42; 2,51; 0,08; dan 1,87%. Tidak ditemukan adanya kandungan logam berat pada ogel-ogel kecuali timah (10,56 mg/kg) dengan jumlah total mikroba sebanyak  $0,87 \times 10^4$  CFU/g. Dapat disimpulkan bahwa secara umum mutu ogel-ogel ditinjau dari karakteristik mikrobiologi dan kimianya telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tentang makanan ringan ekstrusi (SNI 01-2886-2015) kecuali kadar lemaknya yang masih tinggi. Perlu dipikirkan teknik produksi ogel-ogel dimasa yang akan datang supaya kadar lemaknya lebih rendah sehingga mutunya sesuai dengan SNI.

Kata kunci: ogel-ogel, kimia, mikrobiologi, karakteristik, Pemalang

### Abstract

*This study was aimed to get more insight the chemical and microbiological characteristics as a basis for determining the quality of ogel-ogel (snack products typical of Pemalang) to comply with SNI regulations 01-2886-2015. Ogel-ogel made from glutinous rice flour mixed with eggs, cheese, sugar and salt. That dough was molded like a stretched worm by using an extruder and then was fried. The study was conducted descriptively with chemical (carbohydrate, protein, fat, water, ash, salt, heavy metal, and rancidity test) and microbiology (total plate count-TPC) characteristic as the parameters. The results showed that ogel-ogel had a rancidity (TBA) value of 2.16 mg MA/kg; carbohydrate, protein, fat, moisture, ash and salt content of 44.75; 13.52; 39.42; 2.51; 0.08; and 1.87% respectively. No heavy metal content was found in ogel-ogel except lead (10.56 mg/kg) with a total amount of microbes of  $0.87 \times 10^4$  CFU/g. It can be concluded that as general, the quality of ogel-ogel in the aspects of microbiological and chemical characteristics was in accordance with the Indonesian National Standard of extruded snacks (SNI 01-2886-2015) except for its high fat content. Further technique to produce ogel-ogel with low fat is necessary to be contemplated to fulfill the quality of ogel-ogel in accordance with SNI.*

Keywords: ogel-ogel, chemical, microbiological, characteristic, Pemalang

### Pendahuluan

Makanan ringan ekstrudat merupakan makanan ringan yang dibuat melalui proses ekstrusi dengan bahan baku tepung maupun pati serta dapat ditambahkan dengan bahan makanan lain yang diijinkan dengan atau tanpa melalui proses penggorengan (SNI, 2015). Proses ekstrusi tersebut merupakan proses mengalirkan secara paksa bahan pangan melalui *barrel* dengan satu atau lebih variasi kondisi proses pencampuran, pemanasan, dan pengaliran (*shering*) serta melewati dengan *die* sehingga pada akhirnya dapat menghasilkan bentuk produk yang sangat khas,

banyak variasi, kapasitas besar, dan produktivitas tinggi (Offiah *et al.*, 2018).

Produk makanan ekstrudat yang menjadi makanan ringan khas daerah Pemalang adalah ogel-ogel. Makanan ringan ogel-ogel terbuat dari tepung beras ketan yang dicampur dengan telur, keju, gula, dan garam (Susanti, 2014) yang rentan dengan peristiwa degradasi kimiawi didalamnya. Setiap komponen dalam ogel-ogel, mempunyai peran masing-masing. Tepung beras ketan merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung karbohidrat cukup tinggi dengan kadar amilosa (25-33%) yang memiliki peran dalam

membangun konsistensi produk (Mariotti *et al.*, 2018). Telur merupakan pengikat bahan dan menjadi formulasi dasar pada pembuatan produk makanan ringan (Shen *et al.*, 2020) dan juga meningkatkan cita rasa makanan (Valverde *et al.*, 2016). Bahan pendukung lainnya seperti keju diketahui dapat memperbaiki tekstur, warna, flavor, penampilan dan viskositas (Bansal *et al.*, 2017; Fox *et al.*, 2017).

Sebagai salah satu produk *snack* ekstrusi, kestabilan mutu ogel-ogel terutama terkait dengan komposisi kimianya, menjadi hal yang sepatutnya perlu untuk dikawatirkan. Proses ekstrusi yang melibatkan adanya suhu tinggi dapat menyebabkan hilangnya beberapa komponen bahan yang sensitif terhadap panas seperti vitamin dan asam amino esensial (Vasanthan *et al.*, 2002) dan dapat menurunkan kualitas produk (Kotsanopoulos and Arvanitoyannis, 2017) serta perubahan tekstur (Valenzuela-Lagarda *et al.*, 2018). Penelitian mengenai perubahan kualitas produk ekstrudat saat proses ekstruksi telah berhasil dilakukan oleh peneliti terdahulu (Ojokoh *et al.*, 2014) namun nampaknya perlu digali informasi lebih jauh mengenai perubahan kualitas produk seiring dengan lama penyimpanan dan status cemaran baik secara kimia maupun mikrobiologis sebagai wujud jaminan keamanan produk.

Penentuan standar nilai gizi produk ogel-ogel adalah erat kaitannya dengan SNI dan jika memenuhi syarat SNI maka produk dapat terdistribusi dengan baik yang pada akhirnya dapat memajukan roda perekonomian Kabupaten Pemalang. Selama 5 tahun terakhir ini, permintaan pasar ogel-ogel sebagai salah satu jajanan khas Pemalang dinilai meningkat pesat. Dengan rata-rata omzet 50 juta per bulan pada tahun 2019 ini, kontribusi UKM ogel-ogel dinilai sangat nyata dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi lokal. Mengingat potensi ogel-ogel sebagai komoditas unggulan daerah, maka perlu ada jaminan mutu produk yang menjadi tuntutan kepuasan konsumen. Kualitas ogel-ogel dapat dilihat dari nilai gizi, daya simpan, bebas cemaran baik secara organik maupun anorganik (Kotsanopoulos and Arvanitoyannis, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia (kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, garam, logam berat, dan nilai ketengikan) dan mikrobiologis (jumlah total mikroba) ogel-ogel khas Pemalang yang dibandingkan dengan SNI 01-2886-2015 tentang makanan ringan ekstrudasi.

## Materi dan Metode

### Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel ogel-ogel yang diambil dari UKM Cipta Jaya Kabupaten Pemalang, bahan kimia organik dan anorganik yang diperlukan untuk analisis kimia dan mikrobiologi. Adapun peralatan utama yang digunakan antara lain seperangkat alat untuk uji proksimat, spektrofotometer dan inkubator.

### Metode

Analisis kandungan zat gizi pada sampel ogel-ogel yang diambil dari Kabupaten Pemalang dilakukan di Laboratorium Analisis Zat Gizi Makanan, Universitas Muhammadiyah Semarang.

### Prosedur Pembuatan Ogel-ogel

Prosedur pembuatan ogel-ogel sesuai dengan prinsip penelitian oleh Salahudin dan Syamsixman (2010) pada pembuatan *snack* ekstruder dari bahan tepung beras yakni bahan tepung beras ketan dicampurkan dengan telur dan keju yang diaduk hingga homogen. Adonan tersebut dimasukkan ke dalam penampung yang dibuka sedikit demi sedikit. Kemudian dicetak pada cetakan, lalu ekstrudat mulai keluar serta dipotong dan langsung digoreng sebanyak dua kali.

### Analisis Ketengikan

Ketengikan dianalisis dengan uji bilangan *thiobarbituric acid* (TBA) dengan prosedur sebagaimana dilakukan oleh Hermanto *et al.* (2010).

### Analisis Total Karbohidrat, Protein, dan Lemak

Analisis total karbohidrat, protein, dan lemak dilakukan sesuai dengan prosedur AOAC (2005), sedangkan untuk analisis lemak, dilakukan berdasarkan SNI 2886-2015.

### Analisis Kadar Air, Abu, Garam, dan Logam Berat,

Analisis kadar air, abu, dan logam berat (Pb, Hg, Cd, dan Sn) adalah mengacu pada metode AOAC (2012), sedangkan penetapan kadar garam mengacu pada prosedur SNI 2886-2015.

### Analisis Total Mikroba

Prosedur dalam analisis total mikroba adalah dengan menggunakan metode perhitungan angka lempeng total (ALT) yang berdasarkan proses standar sesuai SNI 2886-2015.

### Analisis Data

Analisis data pengujian dengan metode analisis deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil analisis uji ketengikan (nilai TBA), karbohidrat, protein, lemak, air, abu, garam, logam berat, dan total bakteri adalah berdasarkan pada 2 kali pengulangan. Data yang diperoleh dijelaskan dengan cara membandingkan antara hasil analisis dengan standar SNI 01-2886-2015 serta dibahas sesuai dengan pustaka yang terkait.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Uji Ketengikan

Hasil analisis uji ketengikan dengan metode *Thiobarbituric Acid* (TBA) produk ogel-ogel yang ditunjukkan pada Tabel 1, menyatakan bahwa bilangan asam tiobarbiturat ogel-ogel sekitar  $2,16 \pm 0,87$  mg MA/kg bahan sehingga ogel-ogel dinyatakan masih memenuhi batas maksimal ketengikan yang ditetapkan oleh SNI 01-2886-2015 yaitu 3 mg MA/kg bahan. Meskipun dalam proses pemasakannya ogel-ogel digoreng dua kali namun ternyata masih aman

dikonsumsi oleh masyarakat berdasarkan derajat ketengikannya. Hal ini dikarenakan oleh penggunaan minyak goreng yang bagus serta pengemasan yang memadai (Shahmohammadi *et al.*, 2016). Menurut Ahmad *et al.* (2017) peningkatan kadar ketengikan selama penyimpanan, adalah karena oksidasi lemak dan dapat terjadi secara spontan apabila dibiarkan kontak dengan udara (Karimi *et al.*, 2017).

#### Hasil Analisis Karbohidrat

Ogel-ogel mengandung karbohidrat sebesar  $44,75 \pm 3,43\%$  (Tabel 1) yang bersumber dari beras ketan sebagai bahan dasar utamanya. Menurut Daftar Bahan Makanan Penukar (DBMP), tepung beras ketan mengandung 79,5 g karbohidrat/100 g (Waspadji dan Sarwono, 2011). Menurut Awolu *et al.* (2015) bahwa ekstruksi merupakan proses unik dimana suhu yang tinggi dengan waktu yang pendek dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas nutrisi produk, misalnya pada produk *snack* bebas gluten. Menurut Gat and Ananthanarayan (2015), *snack* dengan bahan dasar tepung ketan yang mengalami proses ekstruksi, dapat terjadi efek pregeletanisasi yang dapat meningkatkan pengembangan tesktur dan penurunan kekerasan. Amilosa pada tepung beras ketan yang merupakan polisakarida yang tersusun dari monosakarida  $\alpha$ -D-glukosa yang strukturnya tidak bercabang sehingga memiliki kemampuan *puffing* (menggembung) pada suhu dan tekanan yang tinggi (Ojokoh *et al.*, 2014). Kandungan amilosa yang tinggi pada tepung beras ketan sekitar 20% sehingga sangat berpotensi sebagai bahan baku *snack food* ekstrudat (Wang and White, 1994). Hal inilah yg menyebabkan tingginya karbohidrat yang terkandung dalam produk ogel-ogel. Menurut SNI 01-2886-2015, makanan ringan yang siap makan adalah dapat berasal dari bahan pangan yang terbuat dari sumber karbohidrat yang berbentuk bulir, *grit* dan/atau bubuk atau tepung, sehingga Ogel-ogel dapat dikategorikan sebagai bahan pangan siap makan.

Tabel 1. Hasil Analisis Zat Gizi Produk Ogel-Ogel

Kriteria Uji	Satuan	Ogel-ogel	SNI 01-2886-2015
TBA	mg MA/kg	$2,16 \pm 0,87$	Maks. 3
Karbohidrat	%	$44,75 \pm 3,43$	-
Protein	%	$13,52 \pm 0,97$	-
Lemak	%	$39,42 \pm 2,89$	Maks. 38
Air	%	$2,51 \pm 2,89$	Maks. 4
Abu	%	$0,08 \pm 0,01$	Maks. 0,1
Garam (NaCl)	%	$1,87 \pm 0,34$	Maks. 2,5
Timbal (Pb)	mg/kg	0	Maks. 0,25
Merkuri (Hg)	mg/kg	0	Maks. 0,03
Kadmium (Cd)	mg/kg	0	Maks. 0,2
Timah (Sn)	mg/kg	$10,56 \pm 2,89$	Maks. 40
ALT	CFU/g	$0,87 \times 10^4$	Maks. $1 \times 10^4$

#### Hasil Analisis Kadar Protein

Pada Tabel 1 diketahui Ogel-ogel mengandung protein sebesar  $13,52 \pm 0,97\%$  sebagai dampak dari adanya penambahan telur pada adonan dimana kandungan protein telur dapat mencapai 7,6 g/butir

(Waspadji dan Sarwono, 2011). Namun adanya proses penggorengan, dapat menyebabkan denaturasi protein (Philip *et al.*, 2017) yang menyebabkan hilangnya grup asam amino bebas (Bisharat *et al.*, 2015). Hal tersebut mengakibatkan terbukanya rantai-rantai protein pada ikatan yang labil dapat melibatkan grup  $-SH$  dan  $-OH$ . Menurut SNI 01-2886-2015 bahwa makanan ringan ekstrudat tidak ada faktor pembatas dalam kandungan protein sehingga produk ogel-ogel ini dinilai sesuai dengan SNI.

#### Hasil Analisis Kadar Lemak

Hasil analisis kadar lemak pada produk ogel-ogel yang ditunjukkan pada Tabel 1 yakni  $39,42 \pm 2,89\%$ . Sumber lemak yang terkandung dalam ogel-ogel yaitu telur dan keju serta minyak dari adanya proses pemasakannya yang menggunakan metode *deep frying* dengan frekuensi penggorengan sebanyak dua kali (Esposito *et al.*, 2015; Nsabimana *et al.*, 2018).

Minyak sawit mengandung 1 g lemak/ml sedangkan keju dan telur yg merupakan sumber lemak lainnya mengandung lemak sebesar 7,9 g/100 g (Waspadji dan Suyono, 2011). Bahan bahan yang telah disebutkan dianggap menjadi penyebab dari tingginya kandungan lemak ogel-ogel. Namun demikian, di sisi lain kandungan lemak pada Ogel-ogel juga dapat meningkatkan kegurihan dan kerenyahan produk ketika dimasak dengan suhu tinggi (Kita *et al.*, 2015). Makanan ringan Ogel-ogel menunjukkan kadar lemak yang tidak sesuai SNI 01-2886-2015 yakni di atas 38%. Oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan pada proses pengolahan maupun komposisi bahan bakunya agar berada pada level kadar lemak maksimum 38%.

#### Hasil Analisis Kadar Air, Abu, dan Garam

Standar makanan ringan ekstrudasi adalah mengandung air maksimum 4%, dengan kadar abu maksimum sebesar 0,1%, dan kandungan garam tidak lebih dari 2,5% (SNI, 2015). Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa kadar air, abu, dan garam makanan ringan Ogel-ogel telah memenuhi standar dimana kandungan air, abu maupun garam menunjukkan nilai dibawah ambang batas yang telah ditetapkan yaitu masing-masing  $2,51 \pm 2,89$ ;  $0,08 \pm 0,01$ ; dan  $1,87 \pm 0,34\%$  (Tabel 1).

Kadar air dalam bahan makanan sangat mempengaruhi kualitas dan daya simpan dari pangan tersebut (Estiasih dan Ahmadi, 2009). Penentuan kadar air bahan pangan berperan penting dalam penanganan yang tepat tentang proses pengolahan maupun pendistribusian produk, untuk menentukan persentase zat-zat gizi secara keseluruhan, dan untuk menetapkan kriteria ikatan air dalam aspek daya awet bahan pangan (Winarno, 1992). Kandungan air terutama air bebas mempengaruhi daya tahan makanan terhadap serangan mikroba (Syamaladevi *et al.*, 2016). Air bebas sering disebut sebagai aktivitas air (Aw) karena air tersebut mengandung beberapa nutrien untuk mikroba bertumbuh kembang dan berlangsungnya beberapa reaksi kimia (Winarno, 1992). Ogel-ogel dengan kandungan air yang rendah (kurang dari 4%) dapat

diasumsikan mempunyai Aw yang rendah pula sehingga tidak akan mudah mengalami kerusakan baik akibat pertumbuhan mikroba pembusuk maupun akibat terjadinya reaksi kimia tertentu, seperti oksidasi dan reaksi enzimatis.

Kadar abu merupakan ukuran dari jumlah total mineral yang terdapat dalam bahan pangan. Ogel-ogel sebagai makanan ringan diketahui cukup mengandung mineral yang diharapkan dapat mendukung sifat fisiknya selain dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme jenis tertentu (Harvey dan David, 2000). Mineral dalam pangan umumnya terdiri dari 3 bentuk yaitu garam organik, garam anorganik, dan senyawa kompleks organik (Sudarmadji, 1989).

Garam merupakan senyawa kimia dengan nama Natrium Klorida (NaCl) merupakan salah satu kebutuhan pelengkap untuk pangan dan sumber elektrolit bagi tubuh manusia (Saparinto dan Hidayati, 2006). Sebagai bumbu dapur, garam kerap ditambahkan untuk memberi cita rasa gurih pada makanan, meningkatkan tekstur, dan daya simpan, (Albarracin *et al.*, 2011). Ogel-ogel menunjukkan cukup mengandung garam tanpa melampaui ambang yang ditetapkan SNI. Cukupnya kandungan garam pada Ogel-ogel memungkinkannya mempunyai mutu fisik/sensoris seperti yang diharapkan.

#### Hasil Analisis Logam Berat

Dari hasil uji deteksi logam berat pada Ogel-ogel sebagaimana ditunjukkan di Tabel 1, telah diketahui bahwa makanan tersebut bebas dari cemaran timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) sementara kadar timah ditemukan dalam batas yang masih diperkenankan sesuai dengan standar makanan ringan ekstrusi yaitu tidak melebihi 40 mg/kg (SNI, 2015). Logam berat merupakan elemen yang pada taraf tertentu dapat bersifat racun bagi tubuh (Ayangbenro and Babalola, 2017). Terdeteksinya timah pada ogel-ogel diduga berasal dari air yang digunakan pada adonan (Agustina, 2014). Kadar 10,56 mg timah dalam 1 kg ogel-ogel tidak membahayakan bagi kesehatan. Kadar sangat rendah dari beberapa logam berat tidak membahayakan, justru diperlukan untuk proses biologis tertentu misalnya timah yang diperlukan tubuh untuk proses pertumbuhan (Blunden and Wallace, 2003). Menurut Emsley (2011), tubuh manusia dengan berat badan 70 kg mengandung sekitar 0,01% logam berat (sekitar 7 g terdiri dari Fe, Zn, dan Pb dimana total ketiganya setara dua kacang polong kering). Namun demikian, bioakumulasi Pb yang berlebihan dapat menyebabkan cacat mental maupun fisik pada anak-anak, keguguran dan lahir prematur pada ibu hamil (Flora *et al.*, 2012). Kadmium, meskipun beracun dalam bentuk dan konsentrasi tertentu, dalam senyawanya yaitu kadmium iodida oleh British Pharmaceutical Codex, sejak tahun 1907 digunakan sebagai suatu pengobatan untuk mengobati pembesaran sendi dan kelainan kelenjar (Kumar, 2014). Bioakumulasi Hg dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan dan saraf sedangkan bioakumulasi timah dapat berdampak pada iritasi, gangguan imunitas, kerusakan hati, dan gangguan otak (Gibb and O'Leary, 2014). Jumlah kecil

timah dalam makanan kaleng tidak berbahaya bagi manusia namun senyawa timah trialkil dan triaril berbahaya bagi makhluk hidup dan harus ditangani secara hati-hati (Blunden and Wallace, 2003).

#### Hasil Analisis Total Bakteri

Hasil analisis nilai ALT produk ogel-ogel yang ditunjukkan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa produk makanan ogel-ogel mengandung bakteri sebanyak  $0,87 \times 10^4$  CFU/ml. Berdasarkan pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI No. 16 tahun 2016 tentang kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan bahwa produk bakeri, kontaminasi ALT harus berada pada rentang standar  $10^7$ - $10^8$  CFU/ml. Oleh karena itu, ogel-ogel ini masih berada dibawah batas rentang standar kontaminasi ALT sehingga masih aman untuk dikonsumsi. Menurut SNI 01-2886-2015 bahwa produk ogel-ogel masih memenuhi standar dan layak untuk dikonsumsi karena kandungan ALT berada dibawah batas maksimum ALT yakni  $1 \times 10^4$  CFU/ml. Penentuan layak atau tidaknya suatu makanan untuk dikonsumsi harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan (yaitu UU No. 18 tahun 2012). Kualitas ogel-ogel juga ditentukan dari proses produksinya yang harus tetap menjaga higienitas dan sanitasi lingkungan serta pekerja yang terlibat. Kemasan dari ogel-ogel ini dianggap aman dan mampu mencegah bertambahnya kontaminan selama proses distribusi karena menggunakan plastik dengan *seal* sebagai kemasan primer dan kardus sebagai kemasan sekunder. Menurut Dhanesh *et al.* (2018) bahwa pengemasan pangan yang tepat dapat memperlambat kemunduran kualitas produk, meningkatkan kualitas, dan keamanan makanan. Kondisi penyimpanan produk hasil penggorengan juga dapat mempengaruhi aspek pertumbuhan mikroba (Shahmohammadi *et al.*, 2016).

#### Kesimpulan

Kualitas ogel-ogel ditinjau dari karakteristik kimia dan mikrobiologinya telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tentang makanan ringan ekstrusi (SNI 01-2886-2015) kecuali kadar lemaknya yang masih tinggi.

#### Daftar Pustaka

- Agustina, T. 2014. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga* 1 (1): 53-65.
- Ahmad, S., Ashraf, K., Khan, I. 2017. Quality and shelf life of snack food as influenced by incorporation of high protein pulses in multipurpose flour. *Journal of Food Science Nutrition* 3:19-24. DOI:10.24966/FSN-1076/100019.
- Albarracin, W., Sanchez, I.C., Grau, R., Barat, J.M. 2011. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *International Journal of Food Science Technology* 46 (7):1329-1336. DOI:10.1111/j.1365-2621.2010.02492.x.
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis* (17<sup>th</sup> ed.). Association of Official Analytical Chemists, USA.

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington, USA.
- AOAC. 2012. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Arlington, USA
- Awolu, O.O., Oluwaferanmi, P.M., Fafowora, O.I., Oseyemi, G.F. 2015. Optimization of the extrusion process for the production of ready-to-eat snack from rice, cassava and kersting's groundnut composite flours. *LWT-Food Science and Technology* 64(1):18-24. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.05.025.
- Ayangbenro, A.S., Babalola, O.O. 2017. A new strategy for heavy metal polluted environments: A review of microbial biosorbents. *International Journal of Environmental Research Public Health* 14 (1): 1-16. DOI:10.3390/ijerph 14010094.
- Bansal, V., Kanawjia, S.K., Khetra, Y., Puri, R., Debnath, A. 2017. Effect of whey protein concentrate, sodium caseinate, Cheddar cheese, and milk fat on sensory and functional properties of cheese dip. *Journal of Food Processing and Preservation* 41(5):13174. DOI:10.1111/jfpp.13174.
- Bisharat, G.I., Lazou, A.E., Panagiotou, N.M., Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. 2015. Antioxidant potential and quality characteristics of vegetable-enriched corn-based extruded snacks. *Journal of Food Science and Technology* 52(7):3986-4000. DOI:10.1007/s13197-014-1519-z.
- Blunden, S., Wallace, T. 2003. Tin in canned food: a review and understanding of occurrence and effect. *Food and Chemical Toxicology* 41 (12):1651-1662. DOI:10.1016/S0278-6915(03)00217-5.
- Dhanesh, T.B., Kochhar, A., Javed, M. 2018. Effect of storage on the quality of value added snacks developed using partially defatted peanut cake flour and fenugreek leaves powder. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(2):1127-1135. DOI:10.20546/ijcmas.2018.702.140.
- Emsley, J. 2011. *Nature's Building Blocks*, new edition, Oxford University Press, Oxford.
- Estiasih, T., Ahmadi, K. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- Esposito, S., Taticchi, A., Di Maio, I., Urbani, S., Veneziani, G., Selvaggini, R., Sordini, B., Servili, M. 2015. Effect of an olive phenolic extract on the quality of vegetable oils during frying. *Journal of Food chemistry* 176(1):184-192. DOI:10.1016/j.foodchem.2014.12.036.
- Flora, G., Gupta, D., Tiwari, A. 2012. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip Toxicol* 5 (2):47-58. DOI:10.2478/v10102-012-0009-2.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. 2017. *Fundamentals of Cheese Science* (Page 475-532). Springer, New York. DOI:10.1007/978-1-4899-7681-9.
- Gat, Y., Ananthanarayan, L. 2015. Effect of extrusion process parameters and pregelatinized rice flour on physicochemical properties of ready-to-eat expanded snacks. *Journal of Food Science and Technology* 52(5):2634-2645. DOI: 10.1007/s13197-014-1378-7.
- Gibb, H., O'Leary, K.G. 2014. Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: A comprehensive review. *Environmental Health Perspective* 122 (7):667-672. DOI:10.1289/ehp.1307864.
- Harvey, D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. 1st ed. The McGraw-Hill Companies, Inc. North America.
- Hermanto, S., Muawanah, A., Wardhani, P. 2010. Analisis Tingkat Kerusakan Lemak Nabati dan Lemak Hewani Akibat Proses Pemanasan. *Jurnal Kimia Valensi* 1(6):262-268.
- Karimi, S., Wawire, M., Mathooko, F.M. 2017. Impact of frying practices and frying conditions on the quality and safety of frying oils used by street vendors and restaurants in Nairobi, Kenya. *Journal of Food Composition and Analysis* 62:239-244. DOI:10.1016/j.jfca.2017.07.004.
- Kita, A., Bąkowska-Barczak, A., Lisińska, G., Hamouz, K., Kułakowska, K. 2015. Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *LWT-Food Science and Technology* 62(1):525-531. DOI : 10.1016/j.foodchem.2005.08.038.
- Kotsanopoulos, K.V., Arvanitoyannis, I.S. 2017. The role of auditing, food safety, and food quality standards in the food industry: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16:760-775. DOI:10.1111/1541-4337.12293.
- Kumar, S. 2014. Alkaloidal drugs- A review. *Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology* 4 (3): 107-119.
- Mariotti, M., Caccialanza, G., Cappa, C., Lucisano, M. 2018. Rheological behaviour of rice flour gels during formation: influence of the amylose content and of the hydrothermal and mechanical history. *Journal of Food Hydrocolloids* 84:257-266. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.06.006.
- Nsabimana, P., Powers, J.R., Chew, B., Mattinson, S., Baik, B.K. 2018. Effects of deep-fat frying temperature on antioxidant properties of whole wheat doughnuts. *Journal of Food Science & Technology* 53(3):665-675. DOI:10.1111/ijfs.13641.
- Offiah, V., Kontogiorgos, V., Falade, K.O. 2018. Extrusion processing of raw food materials and by-products: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 59(18):2575-2998. DOI:10.1080/10408398.2018.1480007.
- Ojokoh, A.O., Udeh, E.N. 2014. Effects of fermentation and extrusion on the proximate composition and organoleptic properties of sorghum-soya blend. *Journal of Biotechnology* 13(40):4008-4018. DOI:10.5897/JB2014.14006.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 16 Tahun 2016 tentang Kriteria Mikrobiologi dalam Pangan Olahan. Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta.

- Philip, C., Oey, I., Silcock, P., Beck, S.M., Buckow, R. 2017. Impact of protein content on physical and microstructural properties of extruded rice starch-pea protein snacks. *Journal of Food Engineering* 212:165-173. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2017.05.024.
- Salahudin, F., Syamsixman, S. 2010. The effect of filler on the quality of snack food extruded from solid matter of industrial soybean tofu. *Biopropal Industri* 1(2):18-23.
- Saparinto, Hidayati. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Kanisius, Jakarta.
- Shahmohammadi, H.R., Bakar, J., Russly, A.R., Noranizan, M.A., Mirhosseini, H. 2016. Studying the effects of fish muscle incorporation on storage stability of a novel corn fish snack. *Journal of Food Quality* 39(1):45-53. DOI:10.1111/jfq/12173.
- Shen, Y., Chang, C., Shi, M., Su, Y., Gu, L., Li, J., Yang, Y. 2020. Interactions between lecithin and yolk granule and their influence on the emulsifying properties. *Food Hydrocolloids* 101:1- 8. DOI:10.1016/j.foodhyd.2019.105510.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 2015. 2886-2015 tentang Makanan Ringan Ekstrudat. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Susanti, R.A. 2014. Aplikasi fotografi makanan pada berbagai panduan wisata kuliner khas Kabupaten Pematang. *Arty: Journal of Visual Arts* 3 (1):21-27.
- Syamaladevi, R.M., Tang, J., Sablani, S., Carter, B., Campbell, G. 2016. Influence of Water Activity on Thermal Resistance of Microorganisms in Low-Moisture Foods: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15 (2): 353-370. DOI: 10.1111/1541-4337.12190.
- Undang-undang Nomor 18 tahun 2012 tentang Pangan. Undang-Undang Republik Indonesia. Jakarta
- Valenzuela-Lagarda, J.L., García-Armenta, E., Pacheco-Aguilar, R., Gutiérrez-Dorado, R., Mazorra-Manzano, M.Á., Lugo-Sánchez, M.E., Muy-Rangel, M.D. 2018. Relationships between morphometrical properties and the texture of an extrusion-expanded snack made from squid mantle (*Dosidicus gigas*). *Journal of Texture Studies* 49 (5): 556-562. DOI : 10.1111/jtxs.12321.
- Valverde, D., Laca, A., Estrada, L.N., Paredes, B., Rendueles, M., Díaz, M. 2016. Egg yolk fractions as basic ingredient in the development of new snack products. *Journal of Gastronomy and Food Science* 3:23-29. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2016.02.002.
- Vasanthan, T., Gaosong, J., Yeung, J., Li, J. 2002. Dietary fiber profile of barley flour as affected by extrusion cooking. *Food Chemistry* 77(1): 35-40. DOI:10.1016/S0308-8146(01)00318-1.
- Wang, L.Z., White, P.J. 1994. Structure and properties of amylose, amylopectin, and intermediate materials of oat starches. *Cereal Chemistry* 7 (3): 263-268.
- Waspadji, Suyono. 2011. *Daftar Bahan Makanan Penukar*. Edisi Ketiga. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.