

Pengaruh Substitusi Pati Jagung, Pati Kentang, dan Tapioka terhadap Kekerasan dan Sifat Berminyak Pilus

The Effect of Corn Starch, Potato Starch and Tapioca Substitution to the Hardness and Oily Taste of Pilus Snack

Nur Wulandari^{1,2}, Rosita Hardwianti Imam³, Ulfah Syarifah¹

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

²South East Asian Food and Agricultural Science and Technology Center, Institut Pertanian Bogor

³Praktisi Industri Pangan di Jakarta

Abstract. *The production process of pilus at the industrial level still faces problems related to brittle texture and oily taste. The objective of this study was to determine the effect of substitution of corn starch, potato starch, and tapioca on the quality of pilus snack, particularly to overcome brittle texture and oily taste problems. The research stage were characterization of raw materials, preparation of pilus with substitution treatments, and characterization of pilus produced. The starch used had moisture content of 11.86-21.04% (db), pH 4.22-5.13, starch content 92.42-95.13% (db), and amylose to amylopectin ratio 0.40-0.51. The distribution of particle size of starch varied greatly, with a breakdown viscosity value of 2114-8628 cP and viscosity setback of 735-2097 cP. Results showed that several characteristics of pilus snack were affected by substitution treatments, including higher bulk density (0.40-0.52 g/mL), harder texture (4.11-4.74 kgf), lower fat content (27.07-29.76%), and higher hardness rating score (3.0-3.6). The best substitution treatment was demonstrated by 5% corn starch, which reduced brittle texture (hardness increased to 4.74 kgf) and also reduced oily taste (oil content decreased to 27.07%). Pearson's correlation test between physicochemical parameters of substituted starch with hardness ($R^2=0.539$) and strongly correlated with oily properties ($R^2 = 0.733$) of pilus.*

Keywords: *oily taste, pilus snack, starch, substitution, texture*

Abstrak. Proses produksi pilus di tingkat industri masih menghadapi permasalahan pada teksturnya yang terlalu rapuh dan berminyak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi pati jagung, pati kentang, dan tapioka terhadap mutu pilus yang dihasilkan, terutama untuk memperbaiki tekstur rapuh dan berminyak. Tahap penelitian mencakup karakterisasi bahan baku, pembuatan pilus dengan perlakuan substitusi, dan karakterisasi pilus yang dihasilkan. Bahan baku pati yang digunakan memiliki kadar air 11.86-21.04% (bk), pH 4.22-5.13, kadar pati 92.42-95.13% (bk), dan rasio amilosa amilopektin 0.40-0.51. Distribusi ukuran partikel pati sangat bervariasi, dengan nilai viskositas breakdown 2114-8628 cP dan viskositas setback 735-2097 cP. Perlakuan substitusi pati memengaruhi karakteristik pilus yang dihasilkan, meliputi densitas kamba yang lebih tinggi (0.40-0.52 g/mL), kekerasan yang lebih tinggi (4.11-4.74 kgf), kadar lemak yang lebih rendah (27.07-29.76%), serta skor rating kekerasan yang lebih tinggi (3.0-3.6). Perlakuan substitusi terbaik ditunjukkan oleh 5% pati jagung, yang mampu memperbaiki tekstur rapuh (kekerasan meningkat menjadi 4.74 kgf) dan sifat berminyak (kadar minyak turun menjadi 27.07%). Uji korelasi *Pearson* antara parameter fisikokimia pati pensubstitusi dengan tekstur rapuh dan berminyak pilus menunjukkan bahwa parameter kadar amilosa berkorelasi kuat dengan kekerasan ($R^2=0.539$) dan berkorelasi kuat dengan sifat berminyak ($R^2=0.733$).

Kata kunci: pilus, rasa berminyak, substitusi, tapioka, tekstur

Aplikasi Praktis: Hasil penelitian ini dapat memberikan gambaran dalam penerapan substitusi pati dalam formula bahan baku pilus, untuk memperbaiki tekstur yang terlalu rapuh serta terlalu berminyak. Selain terkait dengan aspek penerimaan konsumen, kedua parameter tersebut akan menentukan penanganan dan penyimpanan produk pilus, meningkatkan efisiensi penggunaan minyak goreng, serta memengaruhi umur simpan produk pilus yang dihasilkan.

PENDAHULUAN

Industri makanan ringan dengan pangsa pasar yang cukup besar dan dinamis, dituntut untuk terus melakukan inovasi dan upaya efisiensi agar tetap bertahan. Makanan ringan adalah makanan yang dikonsumsi di antara waktu

makan utama, tidak hanya mencakup produk ekstrusi, keripik dan produk sejenis, tetapi juga mencakup berbagai jenis produk pangan yang juga dikonsumsi sebagai bagian dari makanan utama (Achyadi *et al.* 2013). Salah satu produk makanan ringan yang populer adalah pilus yang berbahan baku tapioka.

Pilus merupakan makanan ringan yang termasuk kategori kerupuk, yang dibuat dengan atau tanpa dicampur adonan tepung dan bumbu serta bahan pangan lain yang sesuai, berbentuk pipih atau bentuk lainnya, dilingkarkan untuk digoreng, dipanggang, disangrai atau dengan proses lain yang sesuai (BPOM 2015). Khususnya pada produk pilus, salah satu permasalahan yang seringkali dihadapi oleh industri pilus adalah teksturnya yang terlalu rapuh, yang dapat menyebabkan tingginya cacat produk selama pengemasan, distribusi, maupun pemasaran sehingga mengakibatkan penurunan penerimaan konsumen. Oleh karena itu, diinginkan produk pilus yang bersifat renyah tetapi tidak terlalu rapuh, dan parameter ini menjadi salah satu penentu keberhasilan proses produksi pilus pada skala industri. Permasalahan lain yang juga dihadapi adalah tingginya kandungan minyak yang terperangkap di dalam pilus sehingga menimbulkan kesan berminyak. Menurut Soekarto (1997), selama penggorengan kerupuk terjadi penyerapan minyak hingga mencapai 18%. Dari sudut pandang proses produksi, penyerapan minyak yang berlebihan juga dapat menurunkan efisiensi penggunaan minyak goreng.

Permasalahan tekstur pilus yang terlalu rapuh dan berminyak perlu diatasi antara lain dengan memodifikasi formula adonan. Menurut Taewee (2011), pencampuran jenis pati lain terhadap adonan kerupuk yang berbasis tapioka, akan menghasilkan kerupuk dengan derajat pengembangan kerupuk yang menurun. Tekstur kerupuk juga sangat ditentukan oleh kadar pati, maupun fraksi amilosa dan amilopektin di dalamnya.

Proses pembuatan pilus mengacu pada proses pembuatan kerupuk getas, yang merupakan makanan tradisional khas Bangka, Palembang, dan daerah sekitarnya. Proses pembuatan meliputi pencampuran adonan, pembentukan adonan seperti silinder, pemotongan adonan, perendaman dalam minyak, dan penggorengan (Setiawan 2002). Pada penelitian ini, pilus yang dalam produksi komersialnya menggunakan bahan baku tepung campuran dengan formula tertentu (formula *existing*) atau disebut tepung formula dasar (TFD), akan disubstitusi dengan jenis pati lain yaitu pati jagung, pati kentang, dan tapioka.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi pati jagung, pati kentang, dan tapioka dalam tepung formula dasar pilus terhadap mutu pilus yang dihasilkan, terutama untuk memperbaiki tekstur pilus yang terlalu rapuh dan terlalu berminyak. Profil tekstur dan penyerapan minyak pada pilus dipelajari korelasinya dengan karakteristik fisikokimia bahan baku pati substitusi.

BAHAN DAN METODE

Bahan utama pilus yaitu tepung formula dasar (TFD) yang merupakan tepung campuran dengan formula awal (*existing*) yang secara komersial digunakan oleh industri pilus. Digunakan juga pati jagung, pati kentang, dan tapioka sebagai bahan baku substitusi. Bahan pendukung berupa gula, garam, telur ayam, bawang putih, air, dan minyak goreng. Analisis menggu-

nakan bahan kimia berupa air destilata, Na_2CO_3 anhidrat, asam sitrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, K_2CrO_7 , HCl, NaOH, asam asetat, H_2SO_4 , KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator kanji, indikator PP, amilosa murni, etanol, larutan Luff Schoorl, larutan iod, *buffer* pH, serta heksana. Digunakan juga biji sorgum untuk analisis densitas kamba pilus.

Pembuatan pilus menggunakan kompor, wajan, bas-kom, pisau, jangka sorong dan *stopwatch*. Peralatan analisis yang digunakan berupa *Rapid Visco Analyzer* (RVA), *hot plate* (IKA C-MAG HS 7), spektrofotometer, neraca analitik, pH meter, alat *soxhlet*, *moisture balance* O'Hous MB-35 Halogen, Stable Micro Systems *Texture Analyzer* (model TA-XT Plus, nomor seri 11752, 100-240 V), *shieve shaker* (AS 200 Control, Retsch), dan alat gelas.

Tahap penelitian mencakup karakterisasi bahan baku, pembuatan pilus dengan perlakuan substitusi, dan karakterisasi pilus yang dihasilkan. Pengaruh parameter fisikokimia pati substitusi terhadap karakteristik kekerasan (yang berbanding terbalik dengan kerapuhan) dan penyerapan minyak pada pilus dipelajari dengan melakukan analisis korelasi *Pearson* (*Pearson's Correlation*).

Karakterisasi bahan baku

Karakterisasi bahan baku mencakup analisis kadar air menggunakan *Moisture Balance*, pH menggunakan pH-meter (Rahman 2007), kadar pati metode Luff Schoorl (SNI 01-2891-1992) (BSN 1992), kadar amilosa dengan spektrofotometri (AOAC 2012; 962.09), dan kadar amilopektin *by difference* dengan menghitung selisih kadar pati dengan kadar amilosa.

Distribusi ukuran partikel (*particle size distribution*) diukur dengan ayakan bertingkat *shieve shaker* (Rahman 2007). Ayakan disusun dengan ukuran lubang terbesar di bagian atas dan ukuran lubang terkecil di bagian bawah, yang digerakan dengan getaran tertentu. *Setting* pengayakan menggunakan getaran 60 amplitudo selama 15 menit, dengan ukuran ayakan No. 16 (1.180 mm), No. 20 (0.850 mm), No. 50 (0.300 mm), No. 100 (0.150 mm), No. 140 (0.106 mm), No. 200 (0.075 mm), dan No. 230 (0.063 mm). Pengukuran dilakukan dengan menimbang 100 g sampel, lalu ditaburkan secara merata pada ayakan paling atas. Ayakan kemudian ditutup, alat dihidupkan, dan distribusi ukuran partikel dihitung dari persentase jumlah sampel yang lolos pada masing-masing ayakan.

Profil pasting pati diukur dengan *Rapid Visco Analyzer* (USWA 2007). Sampel sebanyak 3-4 g (kadar air diketahui) disuspensikan dalam ± 25 mL air destilata. Berat sampel dan air yang ditambahkan dihitung oleh instrumen RVA. Suspensi dipanaskan hingga suhu 50°C (dipertahankan selama 1 menit), kemudian dipanaskan lagi mencapai suhu 95°C (kecepatan pemanasan $6^\circ\text{C}/\text{menit}$, dipertahankan selama 5 menit). Setelah itu dilakukan pendinginan hingga mencapai suhu 50°C (kecepatan pendinginan $6^\circ\text{C}/\text{menit}$, dipertahankan selama 5 menit). Informasi dari kurva viskograf yang dihasilkan adalah suhu awal gelatinisasi, viskositas maksimum, viskositas

breakdown, *holding* 90°C, viskositas *setback*, dan viskositas akhir.

Pembuatan pilus dengan perlakuan substitusi

Pembuatan pilus dengan perlakuan substitusi menggunakan bahan baku TFD, serta pati jagung, pati kentang, dan tapioka dengan substitusi sebanyak 5% terhadap TFD. Jumlah tersebut diperkirakan cukup berpengaruh terhadap parameter kerapuhan pilus dan penyerapan minyak, akan tetapi tidak membuat pilus menjadi terlalu keras.

Tahap pembuatan pilus mengikuti prosedur pembuatan kerupuk getas tanpa tahap gelatinisasi adonan dan tahap pengeringan. Pengadonan TFD, pati substitusi, serta larutan bumbu (garam, gula, bawang putih, air) dilakukan secara manual hingga adonan kalis, dan dibentuk silinder dengan panjang 20 mm dan diameter 6 mm. Penggorengan dilakukan dalam 2 tahap, yaitu tahap pertama pada suhu 115°C selama 40 detik (untuk mengembangkan kerupuk), dan tahap kedua pada suhu 140°C selama 16 menit 20 detik (untuk mematangkan kerupuk), dilanjutkan dengan penirisan minyak selama 10 menit. Diperoleh empat jenis sampel dari tahap ini yaitu pilus dengan TFD 100% sebagai kontrol (TFD), serta pilus dengan substitusi pati jagung (PJ), pati kentang (PK), dan tapioka (PT).

Karakterisasi pilus dengan perlakuan substitusi

Pilus ditentukan densitas kambanya (Lin *et al.* 2002) dengan membandingkan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempatinya (g/mL). Tekstur pilus pada parameter kekerasan (yang berbanding terbalik dengan kerapuhan) dianalisis dengan Stable Micro System TAXT2 *Texture Analyzer*. Pengukuran kekerasan dilakukan sebanyak 30 kali ulangan dengan menggunakan *probe craft knife blade*. Protokol pengukuran yang digunakan dalam pengukuran ini adalah:

<i>Test Mode</i>	: <i>Compression</i>
<i>Pre-Test Speed</i>	: 2.00 mm/sec
<i>Test Speed</i>	: 2.00 mm/sec
<i>Post-Test Speed</i>	: 10.00 mm/sec
<i>Distance</i>	: 7.0 mm
<i>Trigger Force</i>	: 100.0 g

Pilus juga dianalisis kadar lemaknya dengan metode soxhlet (AOAC 2005; 996.06), serta diuji organoleptik menggunakan metode uji rating intensitas menggunakan skala numerik (*scoring*) (Meilgard *et al.* 1999). Pengujian rating intensitas dilakukan terhadap tekstur kekerasan dan sifat berminyak pilus menggunakan 8 orang panelis terlatih yang telah rutin melakukan pengujian mutu pilus di industri pilus. Persyaratan jumlah panelis mengacu pada *American Standar Testing Material* (ASTM) uji rating (Lyon *et al.* 1999). Skala pengujian untuk tekstur kekerasan berkisar dari 1-5 dimana: 1 (sangat tidak keras), 2 (tidak keras), 3 (antara tidak keras dan keras), 4 (keras), dan 5 (sangat keras). Rating rasa berminyak adalah: 1 (sangat tidak berminyak), 2 (tidak berminyak), 3 (antara tidak berminyak dan berminyak), 4 (berminyak), dan 5 (sangat berminyak).

Data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel* selanjutnya dianalisis sidik ragam (ANOVA) dengan uji lanjut Duncan dengan program SPSS 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik kimia

Data karakterisasi kimia bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1, dengan hasil ANOVA yang berbeda nyata pada taraf 5%. Pati kentang memiliki kadar air tertinggi (21.04% bk) sedangkan pati jagung memiliki kadar air terendah (11.86% bk). Kadar air pada TFD berbasis tapioka sebesar 13.44% bk (setara dengan 11.85% bb) dan kadar air tapioka (16.24% bk yang setara dengan 13.97% bb) telah sesuai dengan SNI 01-3451-2011 tentang tepung tapioka BSN (2011) yang mensyaratkan maksimal 14% bb. Nilai kadar air pati jagung sebesar 11.86% bb (setara dengan 10.60% bb) belum memenuhi ketentuan BPOM (2015) yang mensyaratkan agar kadar air pati jagung tidak lebih dari 10% bb. Kadar air tidak memenuhi acuan dapat terjadi karena proses pengeringan dan penyimpanan yang berbeda.

Tabel 1. Karakteristik tepung formula dasar (TFD) dan pati substitusi pilus

Parameter	Tepung formula dasar	Pati jagung	Pati kentang	Tapioka
Kadar air (%bk)	13.44 ± 0.02 ^c	11.86 ± 0.02 ^d	21.04 ± 0.03 ^a	16.24 ± 0.02 ^b
pH	4.61 ± 0.00 ^c	5.13 ± 0.01 ^b	7.11 ± 0.01 ^a	4.22 ± 0.01 ^d
Kadar pati (%bk)	92.61 ± 1.89 ^a	95.13 ± 0.52 ^a	93.69 ± 1.04 ^a	92.42 ± 2.67 ^a
Kadar amilosa (%bk)	26.26 ± 0.24	28.27 ± 0.24	31.59 ± 0.08	28.32 ± 0.11
Kadar amilopektin (%bk)	66.35 ± 2.12	66.87 ± 0.28	62.10 ± 0.96	64.10 ± 2.78
Rasio amilosa: amilopektin	0.40 ± 0.02 ^c	0.42 ± 0.00 ^b	0.51 ± 0.01 ^a	0.44 ± 0.02 ^b

Nilai pH bahan baku tepung berdasarkan ANOVA menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%. Pati kentang memiliki nilai pH tertinggi (7.11) sedangkan tapioka memiliki pH terendah (4.22). Nilai pH pada TFD dan tapioka masuk dalam rentang pH berbagai varietas tapioka yaitu 4.12-6.52 (Rahman 2007). Selain jenis bahan baku, proses ekstraksi diduga berpengaruh terhadap nilai pH. Proses pemisahan pati dengan air melalui pengendapan selama beberapa jam sehingga memungkinkan terjadinya fermentasi alami oleh mikroba (Rahman 2007). Menurut Sriburi dan Hill (2000) pada pH asam akan terjadi hidrolisis pati oleh enzim α -amilase (Chafid dan Kusumawardhani 2010), yang dapat mengubah perilaku pati selama proses gelatinisasi dan menyebabkan penurunan viskositasnya.

Kadar pati bahan baku berkisar antara 92.42 – 95.13% bk yang setara dengan 77.40-85.05% bb, dengan hasil ANOVA yang berbeda nyata pada taraf 5%. Kadar pati jagung sebesar 80.05%bb, sesuai dengan data Suarni *et al.* (2013) sebesar 75.12%-85.27%. Kadar pati yang tinggi menghasilkan daya serap air yang lebih baik, karena pada ujung rantai molekul amilosa dan amilopek-

tin terdapat gugus hidroksil yang terdapat dalam sistem dispersi air dan pati, yang dapat berinteraksi dengan gugus hidrogen dari air dan sebaliknya (Winarno 1992). Kadar pati pada TFD dan tapioka sudah sesuai dengan SNI 01-3451-2011 tentang tepung tapioka BSN (2011) yang mensyaratkan kadar pati minimal 75%. Kadar pati kentang sebesar 93.69% bk yang setara dengan 77.40% bb, mendekati hasil penelitian Martunis (2012) sebesar 81.18%. Perbedaan kadar pati dapat terjadi karena proses pengolahan dengan penggilingan kering dapat menurunkan kadar patinya sebesar 13-20% (Abera dan Rakshit 2003), serta akibat perbedaan varietas kentang.

Hasil ANOVA terhadap data rasio amilosa amilopektin menghasilkan perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Pati kentang memiliki rasio tertinggi (0.51), sedangkan yang terendah dimiliki TFD (0.40). Rasio amilosa amilopektin menjadi faktor utama yang memengaruhi pengembangan produk akhir (Mohamed *et al.* 1989; Haryadi 1994). Nilai rasio yang tinggi pada pati kentang karena kadar amilosa yang tinggi (31.59% bk), sehingga pati akan bersifat kering, kurang lekat dan cenderung menyerap air lebih banyak (higroskopis) (Rodisi *et al.* 2006). Pati dengan kandungan amilosa tinggi juga cenderung menghasilkan produk yang keras dan pejal akibat proses pengembangan yang terbatas. Sebaliknya, kadar amilopektin yang lebih tinggi akan merangsang terjadinya proses pengembangan (*puffing*) sehingga produk pangan menjadi ringan, *porous*, garing dan renyah (An 2005). TFD memiliki rasio yang rendah. Semakin rendah rasio amilosa amilopektin, maka tingkat kekerasan tekstur produk semakin rendah (Primaniyarta 2014), dan teksturnya lebih rapuh.

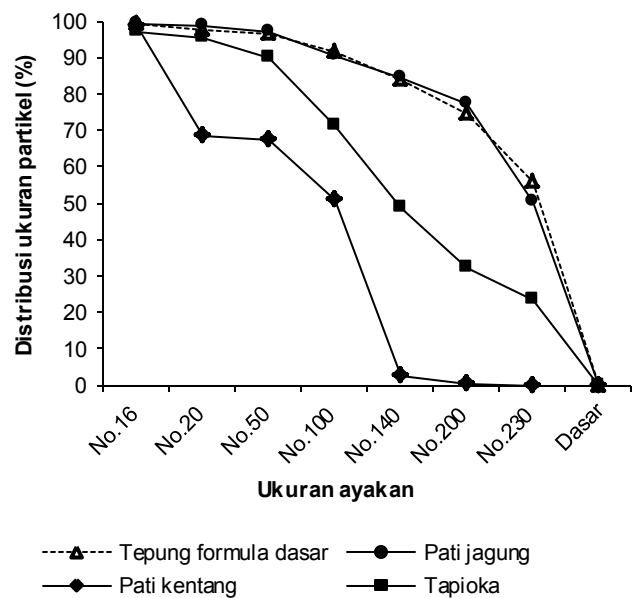
Karakteristik fisik

Distribusi ukuran partikel dihitung sebagai persentase lolos ayakan berukuran 16-230 mesh (Gambar 1). TFD dan pati jagung memiliki distribusi ukuran partikel yang hampir sama, dengan persentase partikel lolos ayakan No. 230 mesh sebesar 55.91% dan 50.54%. Pati kentang memiliki penurunan persentase lolos ayakan yang turun drastis pada ayakan 140 mesh. Pati kentang memiliki persentase lolos ayakan yang rendah pada ayakan No. 230, yang menunjukkan sifat partikel yang lebih kasar.

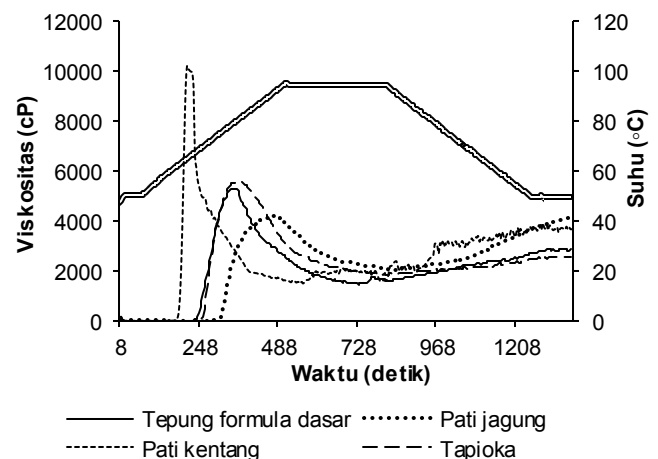
Ukuran partikel berhubungan dengan ukuran granula pati. Menurut Kusnandar (2010), pati kentang memiliki ukuran granula yang lebih besar yaitu 15-100 µm, sedangkan pati jagung sebesar 5-25 µm, dan tapioka sebesar 5-35 µm. Ukuran partikel memegang peran penting dalam penyerapan air pada tepung (Imanningsih 2012). Ukuran partikel yang lebih kecil akan meningkatkan laju hidrasi tepung. Proses penggilingan juga memengaruhi pola distribusi ukuran partikel (Nishita dan Bean 1982).

Kurva profil pembentukan pasta pada TFD dan pati substitusi dapat dilihat pada Gambar 2, dengan data selengkapnya pada Tabel 2. Suhu *pasting* tercapai ketika daerah kristalin pada granula pati mulai rusak, yang menyebabkan pembengkakan granula pati (Blaszczak *et*

al. 2005). Suhu *pasting* yang tinggi menunjukkan bahwa pengikatan air lebih sulit terjadi.



Gambar 1. Distribusi ukuran partikel pada tepung formula dasar (TFD) dan pati substitusi



Gambar 2. Profil pembentukan pasta pada tepung formula dasar (TFD) dan pati substitusi

Rasio viskositas pada profil pembentukan pasta dapat dilihat pada Tabel 3. Viskositas maksimum yang tinggi menunjukkan kemampuan granula mengikat air dan mempertahankan pembengkakan yang lebih baik selama pemanasan. Viskositas maksimum adalah viskositas saat granula pati mengembang maksimum selama fase pemanasan (Kusnandar 2010).

Viskositas *breakdown* tertinggi dimiliki pati kentang sebesar 8628 cP dan terendah pada pati jagung sebesar 2114 cP. Viskositas *breakdown* terendah pada pati jagung menunjukkan tingkat kestabilan pasta pati yang lebih tinggi. Rasio viskositas *breakdown* dan maksimum menunjukkan indikator kerentanan atau kestabilan granula terhadap pemanasan (Syamsir *et al.* 2011). Rasio tertinggi dimiliki oleh pati kentang yang menunjukkan tingkat kestabilan yang lebih rendah selama pemanasan, dan sebaliknya pada pati jagung.

Tabel 2. Parameter pembentukan pasta pada tepung formula dasar (TFD) dan pati substitit

Jenis Pati	Suhu Gelatifikasi (-C)	Viskositas (cP)				Akhir
		Maksimum	Break down	Holding 90°C	Setback	
Tepung formula dasar	67.30	5333	3696	1637	1223	2860
Pati jagung	74.50	4206	2114	2092	2071	4163
Pati kentang	61.65	10224	8628	1596	2097	3693
Tapioka	69.75	5632	3753	1879	735	2614

Tabel 3. Rasio viskositas pada profil pembentukan pasta bahan baku pilus

Bahan baku	Rasio viskositas breakdown dan maksimum	Rasio viskositas setback dan holding 90 °C
Tepung formula dasar	0.69	0.75
Pati jagung	0.50	0.99
Pati kentang	0.84	1.31
Tapioka	0.67	0.39

Viskositas *setback* tertinggi dimiliki pati kentang sebesar 2097 cP dan terendah pada tapioka sebesar 735 cP. Nilai viskositas *setback* tertinggi pada pati kentang menunjukkan kecenderungan mengalami retrogradasi yang lebih tinggi dibandingkan pati yang lain. Viskositas *setback* digunakan sebagai parameter kemampuan membentuk gel atau kecenderungan pati mengalami retrogradasi (Karim *et al.* 2007). Rasio viskositas *setback* dan *holding* 90 °C menunjukkan potensi pembentukan gel dan retrogradasi (Syamsir *et al.* 2011). Pati kentang menunjukkan potensi pembentukan gel dan retrogradasi yang lebih tinggi, sedangkan tapioka memiliki potensi yang terendah.

Karakteristik Pilus Hasil Substitusi

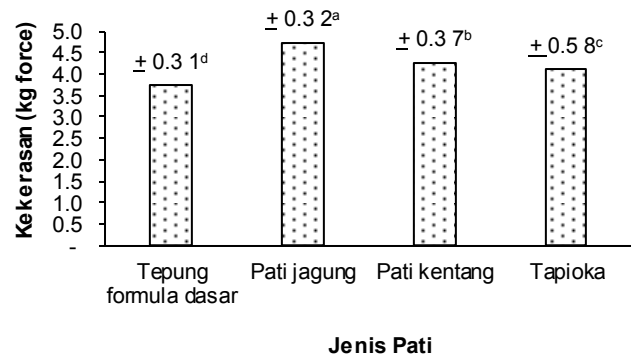
Pengaruh substitusi pati jagung, pati kentang, dan tapioka terhadap karakteristik pilus dievaluasi melalui analisis densitas kamba, tekstur (kekerasan), kadar lemak (yang menyatakan tingkat penyerapan minyak), dan uji organoleptik (rating kekerasan dan rasa berminyak). Bentuk pilus hasil substitusi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kenampakan pilus

Densitas kamba

Data densitas kamba pilus dapat dilihat pada Gambar 4, dengan hasil ANOVA yang menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%. Densitas kamba berhubungan dengan proses penggorengan, sedangkan parameter proses penggorengan seperti lama menggoreng, suhu minyak, dan kadar air awal produk setengah jadi akan berpengaruh terhadap penyerapan minyak dan volume pengembangan (Nair *et al.* 1996). Densitas kamba yang tinggi pada pilus PJ menunjukkan tingkat pengembangan yang lebih rendah, sedangkan hal sebaliknya terjadi pada pilus PT. Substitusi dapat meningkatkan densitas kamba (menurunkan pengembangan) secara berbeda nyata dibandingkan pilus TFD dengan interval densitas kamba sebesar 0.40-0.52 g/mL.



Keterangan: Huruf yang berbeda di tiap balok data menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

Gambar 4. Densitas kamba pilus dengan formula dasar dan pilus yang disubstitusi pati lain

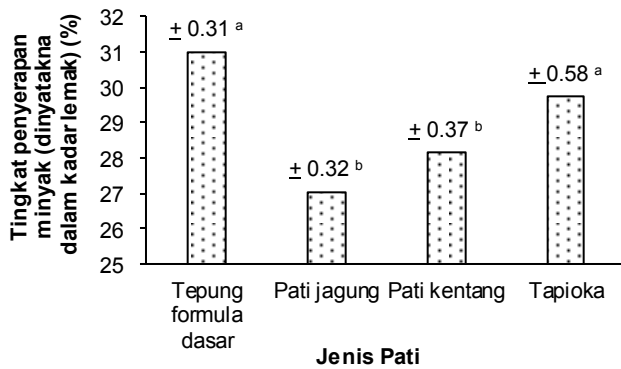
Kekerasan

Kekerasan dinyatakan dengan besarnya gaya pada puncak tertinggi saat sampel mulai mengalami perubahan bentuk (deformasi). Data kekerasan pilus secara objektif dapat dilihat pada Gambar 5, dengan hasil ANOVA yang berbeda nyata pada taraf 5%. Perlakuan substitusi dapat meningkatkan kekerasan pilus secara nyata dibandingkan pilus TFD dengan interval nilai tekstur kekerasan sebesar 4.11-4.74 kgf. Pilus dengan substitusi pati jagung memiliki nilai kekerasan tertinggi yang sesuai dengan Wellyalina *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa pati jagung memiliki daya ikat air yang tinggi sehingga menyebabkan produk yang dihasilkan bersifat lebih keras. Pada penggorengan, air yang lebih terikat menyebabkan pengembangan yang lebih sulit, sehingga pilus semakin keras.

Penyerapan minyak

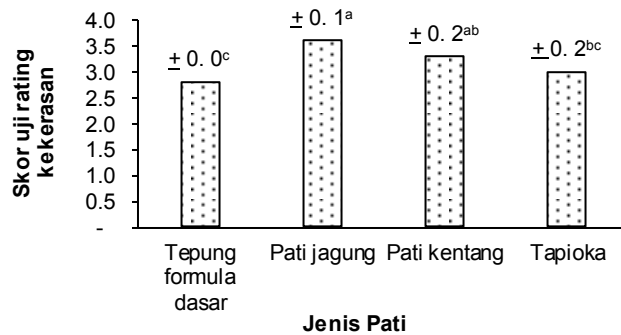
Tingkat penyerapan minyak oleh pilus ditentukan berdasarkan kadar lemaknya (Gambar 6). Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%. Menurut Widrial (2005), terdapat hubungan linear antara kadar air dan kadar lemak, dimana air yang terkandung pada bahan akan terusir, dan minyak yang masuk akan menggantikan posisi air. Pilus TFD memiliki kadar lemak yang tinggi dan nilai densitas kamba yang rendah, dengan tingkat pengembangan pilus yang tinggi. Pilus PJ

dan PT memiliki kadar lemak yang lebih rendah (27.07% dan 28.17%), berbeda nyata dibandingkan pilus TFD dan PT.



Keterangan: Huruf yang berbeda di tiap balok data menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

Gambar 5. Kekerasan pilus dengan formula dasar dan pilus yang disubstitusi pati lain

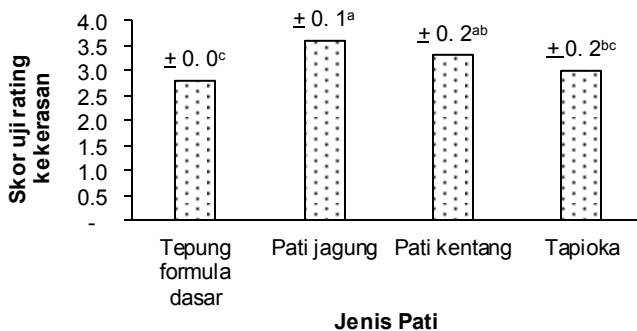


Keterangan: Huruf yang berbeda di tiap balok data menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

Gambar 6. Tingkat penyerapan minyak oleh pilus (dinyatakan oleh kadar lemak) pada pilus dengan formula dasar dan pilus yang disubstitusi pati lain

Uji Organoleptik (Rating Kekerasan dan Rasa Berminyak)

Uji organoleptik rating kekerasan pilus dapat dilihat pada Gambar 7. Semakin tinggi skor rating, tingkat kekerasan semakin tinggi, dengan hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 5%. Skor rating kekerasan dipengaruhi secara nyata oleh substitusi pati.

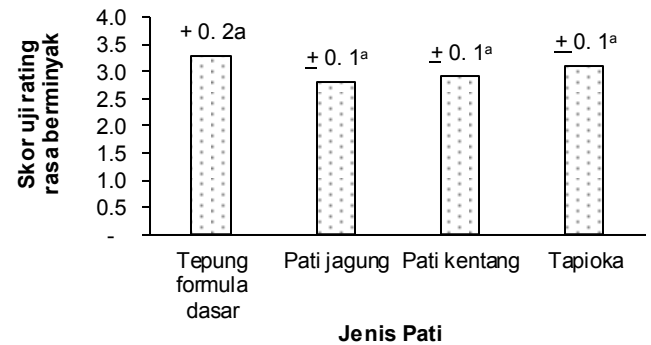


Keterangan: Huruf yang berbeda di tiap balok data menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

Gambar 7. Skor uji rating kekerasan pilus dengan formula dasar dan pilus yang disubstitusi pati lain

Skor rating kekerasan berhubungan dengan nilai kekerasan obyektif dari *Texture Analyzer* dimana urutan skor rating kekerasan dan nilai tekstur kekerasan berturut-turut adalah PJ, PK, dan PT. Substitusi menyebabkan penilaian panelis terhadap skor rating kekerasan menjadi lebih tinggi dengan interval skor 3.0-3.6. Skor rating kekerasan yang ditetapkan sebesar 3.0 mampu dicapai oleh pilus PT.

Hasil uji organoleptik rating rasa berminyak pilus dapat dilihat pada Gambar 8, dengan hasil ANOVA yang tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Substitusi bahan baku pati ternyata tidak memengaruhi penilaian panelis terhadap skor rating rasa berminyak.



Keterangan: Huruf yang berbeda di tiap balok data menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%

Gambar 8. Skor uji rating rasa berminyak pilus dengan formula dasar dan pilus yang disubstitusi pati lain

Korelasi antara Sifat Fisikokimia Pati Pensubstitusi terhadap Kekerasan dan Sifat Berminyak Pilus

Parameter fisikokimia pati pensubstitusi ingin diketahui pengaruhnya terhadap parameter mutu pilus, khususnya parameter kekerasan dan sifat berminyak pilus. Hasil uji korelasi *Pearson* antara karakteristik pati pensubstitusi terhadap karakteristik pilus dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter fisikokimia bahan baku pati pensubstitusi hampir seluruhnya tidak memiliki korelasi yang baik dengan kekerasan dan sifat berminyak pilus. Hanya parameter kadar amilosa yang memiliki nilai korelasi yang bermakna.

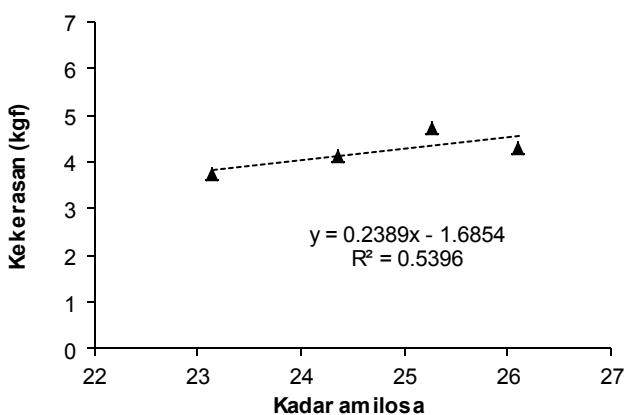
Kadar amilosa berkorelasi kuat dengan parameter kekerasan pilus dengan nilai R^2 sebesar 0.539. Menurut Riduwan (2011) nilai korelasi antara 0.5-0.75 menunjukkan korelasi yang kuat. Pada Gambar 9 terlihat bahwa uji korelasi antara kadar amilosa terhadap kekerasan memiliki arah positif yang berarti semakin tinggi kadar amilosa, maka semakin tinggi nilai tekstur kekerasan. Nilai R^2 sebesar 0.539 berarti bahwa kadar amilosa berpengaruh sebesar 53.86% terhadap kekerasan produk, sedangkan 46.14% lainnya disumbangkan oleh faktor lain. Jumlah penambahan pati yang hanya sebesar 5% diduga tidak memberikan pengaruh yang terlalu nyata terhadap perbaikan tekstur rapuh pada pilus. Namun hasil tersebut sesuai dengan pernyataan An (2005), dimana produk dengan kandungan amilosa yang tinggi cenderung menghasilkan produk yang keras dan pejal akibat pengembangan yang terbatas. Amilosa dapat membentuk kompleks dengan lipida, sehingga dapat menghambat

pengembangan granula (Charles *et al.* 2005) penyebab kerapuhan.

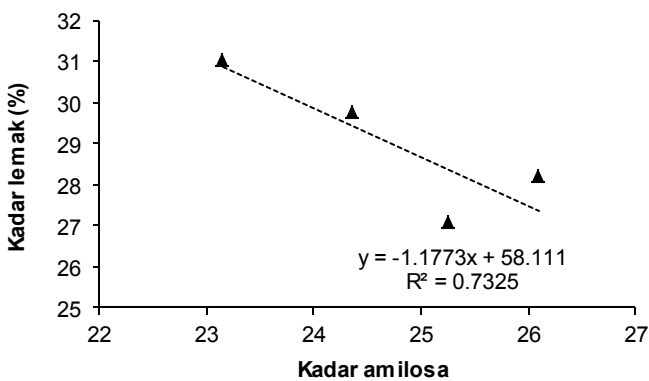
Tabel 4. Koefisien korelasi *Pearson* (R^2) hubungan antara karakteristik pati pensubstitusi dengan karakteristik pilus

Karakteristik Pati	Karakteristik Pilus	
	Kekerasan (gf)	Kadar minyak (%)
Kadar air	$R^2 = 0.023$	$R^2 = 0.002$
pH	$R^2 = 0.084$	$R^2 = 0.256$
Kadar pati	$R^2 = 0.190$	$R^2 = 0.076$
Kadar amilosa	$R^2 = 0.539^*$	$R^2 = 0.733^*$
Kadar amilopektin	$R^2 = 0.017$	$R^2 = 0.002$
Rasio amilosa : amilopektin	$R^2 = 0.045$	$R^2 = 0.162$
Rasio viskositas <i>breakdown</i> dan maksimum	$R^2 = 0.262$	$R^2 = 0.10$
Rasio viskositas <i>setback</i> dan <i>holding 90 °C</i>	$R^2 = 0.167$	$R^2 = 0.353$

Keterangan: * menunjukkan korelasi yang kuat



Gambar 9. Korelasi antara kadar amilosa dengan kekerasan pilus



Gambar 10. Korelasi antara kadar amilosa dengan kadar lemak pilus

Uji korelasi antara kadar amilosa dengan kadar lemak (sifat berminyak) pilus menghasilkan R^2 sebesar 0.7325. Nilai tersebut menunjukkan korelasi yang kuat karena memiliki nilai R^2 antara 0.5-0.75 (Riduwan 2011), serta memiliki arah negatif yang berarti semakin tinggi kadar amilosa, maka kadar lemak semakin rendah (Gambar 10). Nilai R^2 sebesar 0.733 berarti bahwa kadar amilosa berpengaruh sebesar 73.25% terhadap kadar lemak, sedangkan 26.75% lainnya disumbangkan oleh faktor lain. Kadar lemak yang lebih rendah dimiliki pilus

PJ dan PK (lihat Gambar 6) yang memiliki densitas kamba yang lebih tinggi (Gambar 4) yang berarti juga derajat pengembangannya yang lebih rendah. Menurut Mohamed *et al.* (1988) minyak terperangkap ketika terjadi pengembangan. Dengan derajat pengembangan yang lebih rendah, yang terkait dengan kadar amilonya yang lebih tinggi, maka jumlah minyak yang terperangkap juga semakin rendah. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa kadar amilosa pada bahan baku pati pensubstitusi berkorelasi terhadap kekerasan dan rasa berminyak pada produk pilus.

KESIMPULAN

Substitusi pati jagung, pati kentang, dan tapioka memengaruhi karakteristik kerupuk yang dihasilkan, meliputi densitas kamba yang lebih tinggi (0.40-0.52 g/mL), tekstur kekerasan yang lebih tinggi (4.11-4.74 kgf), kadar lemak yang lebih rendah (27.07-29.76%), dan skor rating kekerasan yang lebih tinggi (3.0-3.6). Perlakuan substitusi yang mampu memperbaiki tekstur rapuh dan sifat berminyak terbaik ditunjukkan oleh pati jagung. Substitusi pati jagung sebesar 5% mampu meningkatkan kekerasan pilus menjadi 4.74 kgf menurunkan kadar minyak menjadi 27.07%. Berdasarkan hasil uji korelasi *Pearson* antara parameter fisikokimia bahan baku pati pensubstitusi dengan tekstur rapuh dan berminyak pilus, parameter kadar amilosa memiliki korelasi kuat dengan kekerasan ($R^2=0.539$) dan sifat berminyak ($R^2=0.733$) produk pilus.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera S, Rakshit K. 2003. Comparison of physicochemical and functional properties of cassava starch extracted from fresh root and dry chips. *J. Starch/Starke* 55: 287-296. DOI: 10.1002/star.200390072
- Achyadi NS, Suliasih N, Aprisali TW. 2013. Pengaruh Perbandingan Sukun dengan Tapioka dan Konsentrasi Telur terhadap Karakteristik *Snack* Sukun (*Artocarpus altilis*). Universitas Pasundan, Bandung.
- An HY. 2005. Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches [Disertasi]. Louisiana: Louisiana State University.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of AOAC International 8th Edition (996.06). Virginia: AOAC International.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2012. Official Method 962. 09 Fiber Crude in Animal Feed and Pet Food. Virginia: AOAC International.
- Blaszczak W, Valverde S, Fomal J. 2005. Effect of high pressure on the structure of potato starch. *J Carbohydr Polym* 59: 377-383. DOI: 10.1016/j.carbpol.2004.10.008
- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2015. Kategori Pangan. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1992. SNI 01-2892-1992. Cara Uji Gula. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 01-3451-2011. Tepung Tapioka. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Charles AL, Chang YH, Ko WC, Sriroth K, Huang TC. 2005. Influence of amylopectin structure and amylose content on gelling properties of five cultivars of cassava starches. *J Agric Food Chem* 53: 2717-2725. DOI: 10.1021/jf048376+
- Chafid A, Kusumawardhani G. 2010. Modifikasi Tepung Sagu menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim Alfa Amilase. [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Haryadi. 1994. Physical characteristics and acceptability of the keropok crackers from different starches. *Indonesian Food and Nutr Progress* 1(1): 23-26.
- Imanningsih N. 2012. Profil gelatinisasi beberapa formulasi tepung-tepungan untuk pendugaan sifat pemasakan. *Panel Gizi Makan* 35(1): 13-22
- Karim A, Toon L, Lee V, Ong W, Fazilah A, Noda T. 2007. Effects of phosphorus contents on the gelatinization and retrogradation of potato starch. *J Food Sci* 72: 132-138. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2006.00251.x.
- Kusnandar F. 2010. Kimia Pangan. Dian Rakyat, Jakarta.
- Lin YP, Aboubacar A, Zehr BE, Hamaker BR. 2002. Corn-dry milled grit and flour fractions exhibit differences in amylopectin structure and gel texture. *J Cereal Chem* 79(3): 354-358. DOI: 10.1094/CCHEM.2002.79.3.354
- Lyon DH, Francombe MA, Hasdell TA, Lawson K. 1999. Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control 2nd Ed. Chapman and Hall, London.
- Martunis. 2012. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap kuantitas dan kualitas pati kentang varietas granula. *J Tek & Ind Pertanian Indonesia* 4: 3.
- Meilgard MC, GC Cville, dan BT Carr. 1999. Sensory Evaluation Techniques 3rd Ed. CRC Press, New York.
- Mohamed S, Abdullah N, Muthu MK. 1989. Physical properties of keropok (fried crisps) in relation to the amylopectin content of the starch flours. *J Sci Food & Agri* 49: 369-377. DOI: 10.1002/jsfa. 2740490312.
- Mohamed S, Abdullah N, Muthu MK. 1988. Expansion, Oil Adsorption, Elasticity and Crunchiness of Keropok (Fried Crisps) in Relation to the Physicochemical Nature Starch Flours. Maneepun S, Varangoon P, Phithakpol B, editor. Food Science and Technology in Industrial Development. Proceedings of the Food Conference '88, hal. 108-113. IFRPD-Kasetsart University, Bangkok.
- Nair CKV, Seow CC, Sulebele GA. 1996. Effects of frying parameters on physical changes of tapioca chips during deep fat frying. *J Food Sci and Tech* 31: 249-256. DOI: 10.1046/j.1365-2621.1996.00344.x.
- Nishita KD, Bean MM. 1982. Grinding methods: Their impact on rice flour properties. *J Cereal Chem* 59(1): 46 - 49.
- Primaniyarta M. 2014. Karakteristik Kerenyahan Pilus dari Dua Tepung Tapioka. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Riduwan SH. 2011. Pengantar Statistik untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Rahman AM. 2007. Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan Mocal (*modified cassava flour*) sebagai Penyalut Kacang pada Produk Kacang Salut. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Rodisi DJ, Suryo I, Iswanto S. 2006. Pengaruh substitusi tepung ketan dengan pati sagu terhadap kadar air, konsistensi, dan sifat organoleptik dodol susu. *J Peteranakan Indonesia* 11(1): 66-73.
- Setiawan E. 2002. Diversifikasi Produk Tradisional Kerupuk Getas dari Ikan Lele (*Clarias batrachus* L.) dan Ikan Layur (*Trichiurus* sp). [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Soekarto ST. 1997. Perbandingan Pengaruh Kadar Air Kerupuk Mentah pada Penggorengan dengan Minyak dan dengan Oven Gelombang Mikro. Proseding Seminar Teknologi Pangan. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan RI.
- Sriburi P, Hill SE. 2000. Extrusion of cassava starch with either variations in ascorbic acid concentration or pH. *J Food Sci & Tech* 35: 141-154. DOI: 10.1046/j.1365-2621.2000.00360.x.
- Suami, Firmansyah IU, Aqil M. 2013. Keragaman mutu pati beberapa varietas jagung. *J Pertanian Tanaman Pangan* 32: 1.
- Syamsir E, Hariyadi P, Fardiaz D, Andarwulan N, Kusnandar F. 2011. Karakterisasi tapioka dari lima varietas ubi kayu (*Manihot utilisima Crantz*) asal Lampung. *J Agrotek* 5(1): 93-105.
- Taewee TK. 2011. Cracker "Keropok": A review on factors influencing expansion. *Int Food Res.J* 18(3): 855-866.
- [USWA] United States Wheat Associates. 2007. Rapid visco analyzer. Wheat and flour testing methods: a guide to understanding wheat and flour quality: version 2. <http://www.wheatflourbook.org>.
- Wellyalina, Azima F, Aisman. 2013. Pengaruh perbandingan tetelan merah tuna dan tepung maizena terhadap mutu nugget. *J Aplikasi Tek Pertanian* 2: 1.
- Widrial R. 2005. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Tepung Maizena Terhadap Mutu Nugget Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). [Skripsi]. Padang: Universitas Bung Hatta.
- Winarno FG. 1992. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama.

JMP-05-17-001- Naskah diterima untuk ditelaah pada 8 Mei 2016. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 13 September 2016. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>