

Konsistensi Mutu Pilus Tepung Tapioka: Identifikasi Parameter Utama Penentu Kerenyahan

Quality Consistency of Tapioca Starch Pilus: Identification of Main Parameters for Crispiness

Rosita Hardwianti Imam¹, Mutiara Primaniyarta², Nurheni Sri Palupi³

^{1,2}Program Studi Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

³Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Abstract. *The quality of final product is important aspect of product acceptability and it is affected frequently by the quality of raw materials. Pilus is a fried round-shaped snack and is made from tapioca with a mixture of spices, then fried before it is ready to be consumed as a snack or a side dish companion. Pilus has a crispy texture. Generally, major pilus industry requires the large quantities of tapioca, but is often constrained to obtain supplier that provides consistent tapioca quality. The objective of this research was to characterize tapioca starch as raw material of pilus; to determine the testing parameters that correlate to crispness of pilus; to evaluate the consistency of tapioca starch quality from suppliers. The tested quality parameters included starch, amylose, amylopectin contents, swelling power, starch pasting profile, texture analysis and sensory quality. Tapioca starch had of 77-81% of starch, 22-28% of amylose-amylopectin ratio, 2.43-6.91% of swelling power, and 8.01- 10.67 kgf of the crispness value. The relevant parameters to specify pilus crispness were amylose amylopectin ratio and peak viscosity of starch pasting profiles. The quality of raw materials used in pilus processing was inconsistent.*

Keywords: *amylose, amylopectin, crispy, pilus, tapioca*

Abstrak. Mutu produk akhir merupakan aspek penting yang menentukan penerimaan konsumen dan sering dipengaruhi oleh mutu bahan bakunya. Pilus merupakan makanan ringan berbentuk bulat, terbuat dari tepung tapioka dengan campuran bumbu dan digoreng sebelum siap dikonsumsi sebagai camilan atau pendamping lauk dengan karakteristik renyah. Pada umumnya industri besar produsen pilus membutuhkan bahan baku dalam jumlah yang cukup besar, namun sering terkendala dalam mendapatkan pasokan dengan mutu yang konsisten. Untuk itu diperlukan karakterisasi tepung tapioka sebagai bahan baku dan penentuan parameter mutu yang paling berkorelasi terhadap kerenyahan pilus. Penelitian bertujuan melakukan karakterisasi tepung tapioka sebagai bahan baku; menentukan parameter uji yang paling berkorelasi terhadap kerenyahan pilus; dan mengevaluasi konsistensi mutu tepung tapioka dari pemasok. Parameter mutu yang dianalisis meliputi kadar pati, amilosa, amilopektin, *swelling power*, profil pasting pati, tekstur, dan mutu sensori. Tepung tapioka yang digunakan dalam pembuatan pilus memiliki kadar pati 77-81%, rasio amilosa-amilopektin 22-28%, kapasitas pembengkakan (*swelling power*) 2.43-6.91%, dan nilai kerenyahan 8.01-10.67 kgf. Parameter utama yang paling berkorelasi terhadap kerenyahan pilus adalah rasio amilosa-amilopektin dan viskositas maksimum adonan. Mutu bahan baku yang diperoleh dari dua pemasok yang digunakan untuk pembuatan pilus tidak konsisten.

Kata kunci: amilosa, amilopektin, pilus, renyah, tapioka

Aplikasi Praktis: Rasio amilosa amilopektin tepung tapioka dan viskositas maksimum adonan merupakan parameter yang paling berkorelasi terhadap kerenyahan pilus. Selain itu, mutu bahan baku juga menentukan mutu pilus. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku berdasarkan rasio amilosa-amilopektin dan konsistensi mutu bahan baku sangat penting diaplikasikan untuk menghasilkan pilus dengan tingkat kerenyahan yang baik.

PENDAHULUAN

Produk makanan ringan yang digoreng (*fried snack*) merupakan jenis produk makanan ringan yang diolah melalui proses penggorengan, yang semakin berkembang

dan digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu pilihan makanan ringan. Perkembangan produk ini seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan makanan olahan yang praktis dan siap untuk dikonsumsi. Pertumbuhan *sweet and savory snack* di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 6.73% dengan nilai bisnisnya mencapai 12 triliun (USDA 2012).

Korespondensi: hnpalupi@yahoo.com

Perkembangan suatu produk pangan ditentukan selain karena adanya kebutuhan masyarakat, juga karena kualitas produknya. Mutu produk merupakan aspek penting yang harus diperhatikan oleh produsen. Produk diharapkan memiliki mutu yang baik agar dapat diterima oleh konsumen. Pilus merupakan produk *fried snack* yang terbuat dari tepung tapioka dan campuran bumbu lain dan biasa disantap sebagai camilan maupun makanan pendamping lauk.

Mutu produk akhir erat kaitannya dengan kualitas bahan baku yang digunakan. Penggunaan bahan baku dengan mutu yang baik tentunya akan menghasilkan produk akhir yang baik pula. Salah satu aspek penting yang terkait dengan mutu produk akhir adalah tekstur produk. Pada umumnya industri pilus skala besar membutuhkan sekitar 2000 ton tepung tapioka setiap bulannya. Namun pada kenyataannya industri tersebut sulit untuk memperoleh pasokan tepung tapioka dengan mutu yang konsisten. Hal tersebut berakibat terhadap mutu produk akhir yang tidak konsisten pula, terutama teksturnya. Tekstur memiliki peranan penting dalam menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Pilus diharapkan memiliki tekstur yang renyah. Kusumawardhani (2013), mengemukakan bahwa viskositas maksimum pada profil pasting tepung berkaitan dengan kerenyahan pilus yang dihasilkan.

Berdasarkan berbagai hal yang telah dikemukakan, perlu dilakukan karakterisasi beberapa jenis tepung tapioka yang dapat digunakan sebagai parameter mutu bahan baku yang paling relevan terhadap kerenyahan pilus. Parameter mutu secara objektif ini diharapkan dapat menggantikan parameter subjektif seperti uji sensori yang selama ini banyak dilakukan. Adapun penelitian bertujuan: (1) melakukan karakterisasi tepung tapioka sebagai bahan baku; (2) menentukan parameter mutu yang paling berkorelasi terhadap kerenyahan pilus; dan (3) mengevaluasi konsistensi mutu tepung tapioka sebagai bahan baku pilus.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah tepung tapioka yang berasal dari dua pemasok dan selanjutnya disebut tepung tapioka A dan B. Bahan kimia yang digunakan meliputi Na_2CO_3 anhidrat, asam sitrat, akuades, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HCl , NaOH , indikator fenolftalein, H_2SO_4 , KI , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, amilosa murni, etanol, asam asetat, dan KIO_3 . Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi *rapid visco analyzer* (RVA), sentrifus, *hot plate*, neraca analitik, spektrofotometer, *Texture Analyzer probe compression*, *moisture balance*, *dough mixer*, serta peralatan gelas untuk analisis.

Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan mencampur dua jenis tepung tapioka dengan lima macam kombinasi campuran yaitu:

(1) Tepung tapioka A 100%; (2) Tepung tapioka B 100%; (3) Tepung tapioka A:B=30:70; (4) Tepung tapioka A:B=50:50; (5) Tepung tapioka A:B=70:30. Pencampuran dilakukan menggunakan mixer secara homogen. Untuk mengevaluasi konsistensi mutu bahan bakunya, penelitian dilakukan dengan tiga kali pengulangan uji pada setiap kedatangan tepung tapioka pada bulan yang berbeda yang selanjutnya disebut *batch 1*, *batch 2*, dan *batch 3*. Selanjutnya dilakukan karakterisasi tepung tapioka (kadar pati, amilosa, amilopektin, profil pasting pati dan *Swelling Power*), aplikasi pembuatan pilus dengan lima kombinasi tepung tapioka, karakterisasi pilus (analisis kerenyahan dan organoleptik), serta analisis data.

Karakterisasi Tepung Tapioka

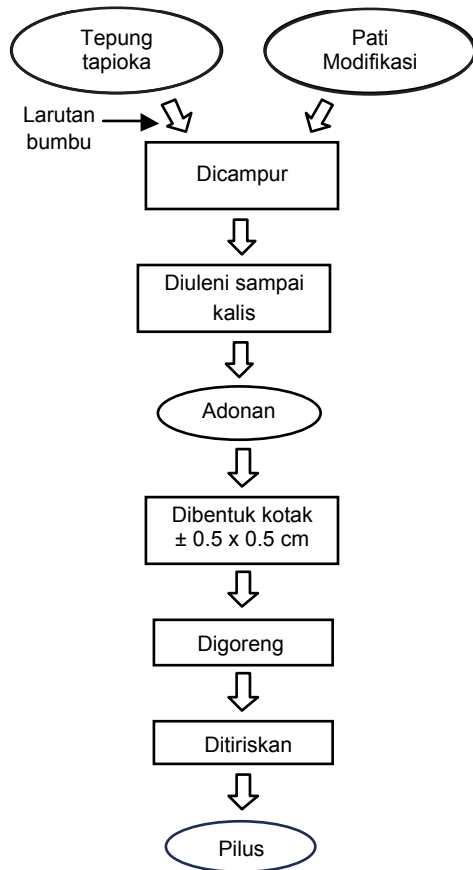
Kadar Pati, Kadar Amilosa, dan Kadar Amilopektin. Analisis kadar pati dilakukan dengan metode Luff Schoorl (SNI 01-3451-2011), analisis kadar amilosa dengan spektrofotometri, dan kadar amilopektin secara by difference antara kadar pati dengan kadar amilosa.

Analisis Profil Pasting Pati (USWA 2007). Analisis profil pasting pati dilakukan dengan menggunakan instrumen *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Sebanyak 3-4 g sampel (kadar air diketahui) disuspensikan ke dalam ± 25 ml air destilata. Berat sampel dan air yang ditambahkan sesuai dengan kadar air tepung awal yang informasinya dapat diperoleh langsung dari alat RVA. Suspensi dipanaskan hingga suhu 50°C dan dipertahankan selama 1 menit, kemudian dipanaskan lebih lanjut hingga mencapai suhu 95°C dengan kecepatan pemanasan $6^\circ\text{C}/\text{menit}$ dan dipertahankan selama 5 menit. Setelah itu dilakukan pendinginan hingga mencapai suhu 50°C dengan kecepatan pendinginan $6^\circ\text{C}/\text{menit}$ dan dipertahankan suhu tersebut selama 5 menit. Informasi yang dapat diperoleh dari kurva viskograf adalah parameter profil pasting pati yang antara lain: suhu pasting, viskositas maksimum, viskositas *breakdown*, viskositas *setback*, dan viskositas akhir. Nilai-nilai tersebut dilaporkan dalam menit, $^\circ\text{C}$ atau cp.

Analisis Swelling Power (Manmeet et al. 2011). Sebanyak 0.1 g sampel dilarutkan dalam akuades 10 ml di dalam tabung sentrifus, kemudian larutan dipanaskan menggunakan penangas air dengan suhu 60°C selama 30 menit. Sampel didinginkan terlebih dahulu sebelum disentrifus dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. Setelah disentrifus supernatan dibuang dan selanjutnya berat sampel ditimbang. *Swelling power* dihitung dengan sebagai persentase dari berat pasta terhadap berat kering sampel.

Aplikasi Tepung Tapioka untuk Pembuatan Pilus

Pilus dibuat dari lima macam kombinasi tepung tapioka. Tepung tapioka, pati modifikasi dan larutan bumbu dicampur dan diuleni hingga kalis membentuk adonan. Selanjutnya adonan dibentuk kotak-kotak dengan ukuran $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$, digoreng dan ditiriskan. Adapun diagram alir proses pembuatan pilus skala laboratorium disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan proses pembuatan pilus

Uji Organoleptik. Uji organoleptik dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih menggunakan uji hedonik dan rating intensitas. Atribut sensori yang diuji adalah kerenyahan pilus. Skala yang digunakan yaitu skala 1 - 5. Pada uji hedonik skala terdiri dari: (1) sangat tidak suka; (2) tidak suka; (3) antara tidak suka dan suka; (4) suka; dan (5) sangat suka. Untuk uji rating intensitas skala terdiri dari: (1) sangat tidak renyah; (2) tidak renyah; (3) antara renyah dan tidak renyah; (4) renyah; dan (5) sangat renyah.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil analisis kadar pati, amilosa, amilopektin, *swelling power*, nilai analisis teks-tur dan uji organoleptik, dihitung dan disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dengan standar deviasinya. Setelah nilai parameter uji didapat, dilakukan korelasi parameter uji terhadap nilai kerenyahan pilus secara statistik dengan metode Pearson pada $\alpha = 0.05$. Selain menggunakan uji korelasi Pearson, analisis korelasi juga dilakukan menggunakan nilai regresi linear (R²) kurva hubungan x dan y. Dimana x adalah nilai kekerasan yang didapat dari hasil pengukuran pilus menggunakan *texture analyzer* dan y parameter terpilih. Nilai korelasi tersebut digunakan untuk mempermudah visualisasi nilai yang dihasilkan oleh metode Pearson. Kurva korelasi juga dilakukan untuk nilai kekerasan hasil analisis menggunakan *texture analyzer* dan skor organoleptik. Analisis konsistensi mutu bahan baku dilakukan dengan *analysis of varriant* (ANOVA) dan uji lanjut Duncan. Parameter

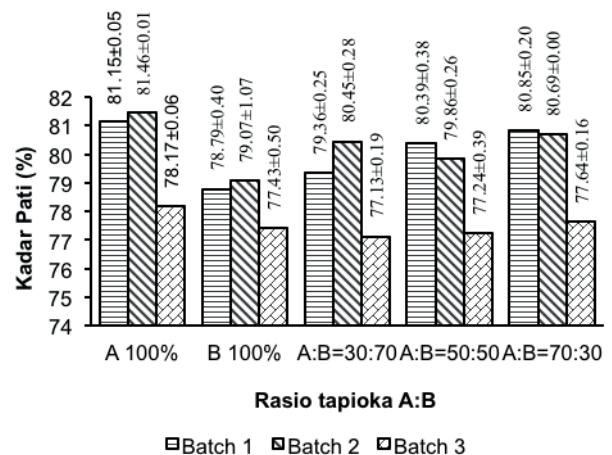
mutu dilihat dari mutu bahan baku awal dan hasil produk akhir pilus menggunakan nilai teksturnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Kadar Pati. Kadar pati tepung tapioka yang berasal dari tiga *batch* berkisar antara 77-81% (Gambar 2). Kadar pati tepung tapioka tampak beragam antar kedatangan, dan kadar pati tepung tapioka A cenderung tinggi ($\pm 80\%$). Singh *et al.* 2006 mengemukakan bahwa kadar pati tepung tapioka berkisar antara 72-81%.

Perbedaan kadar pati tepung tapioka dipengaruhi oleh bermacam faktor, seperti varietas singkong, umur panen, faktor genetik, lingkungan, dan cara pengolahan. Diduga tepung tapioka yang diperoleh dari pemasok berasal dari varietas dan umur panen yang berbeda. Tepung tapioka dibuat dari singkong yang pada umumnya ditanam dan tumbuh secara alamiah sehingga sulit untuk mengontrol konsistensi mutunya. Selain itu, kebutuhan bahan baku yang tinggi namun kurangnya pasokan untuk produksi pilus mengakibatkan sulit untuk memperoleh karakteristik tepung tapioka yang konsisten, karena tergantung ketersediaan bahan baku yang ada di pasaran.

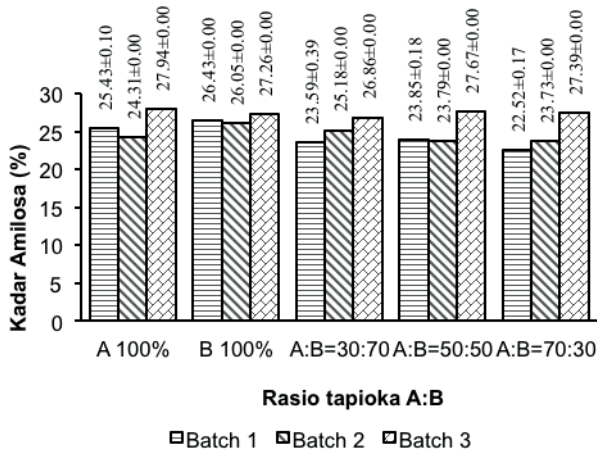


Gambar 2. Kadar pati tepung tapioka pada tiga kali kedatangan

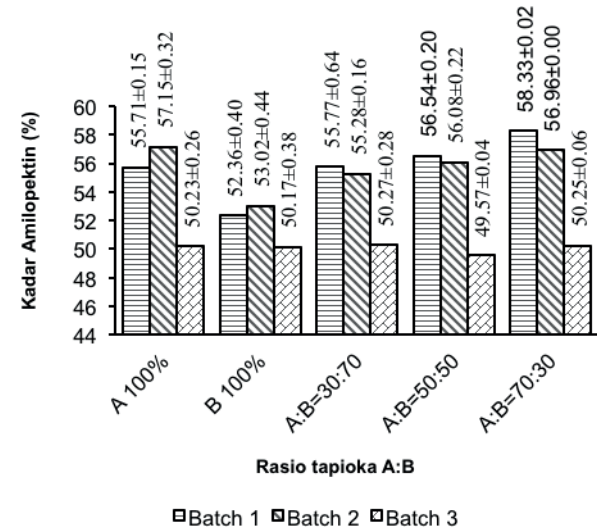
Rasio Amilosa dan Amilopektin. Kadar amilosa tepung tapioka berkisar antara 22-28% (Gambar 3). Menurut Moorthy (2004), kadar amilosa tepung tapioka berada pada kisaran 20-27%. Kadar amilosa tepung tapioka B cenderung lebih tinggi dibanding tepung tapioka A. Kadar amilosa bervariasi tergantung jenis tepung, faktor genetik, tingkat umur tanaman, dan kondisi iklim (Singh *et al.* 2006). Kandungan amilosa tepung yang tinggi dapat menghasilkan produk yang keras karena proses pemekaran terjadi secara terbatas (Hee-Joung 2005).

Kadar amilopektin tepung tapioka berkisar antara 50-58% (Gambar 4). Amilopektin berperan dalam proses pemekaran (*puffing*). Produk pangan yang berasal dari pati dengan kandungan amilopektin tinggi bersifat ringan,

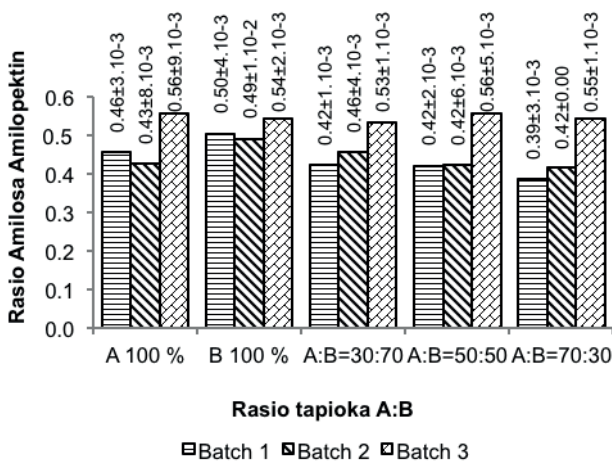
porous, garing, dan renyah (Hee-Joung 2005). Pada umumnya pati bahan pangan tersusun atas seperempat bagian amilosa dan tiga perempat bagian amilopektin (Vaclavik dan Christian 2007). Rasio amilosa amilopektin tepung tapioka disajikan pada Gambar 5.



Gambar 3. Kadar amilosa tepung tapioka



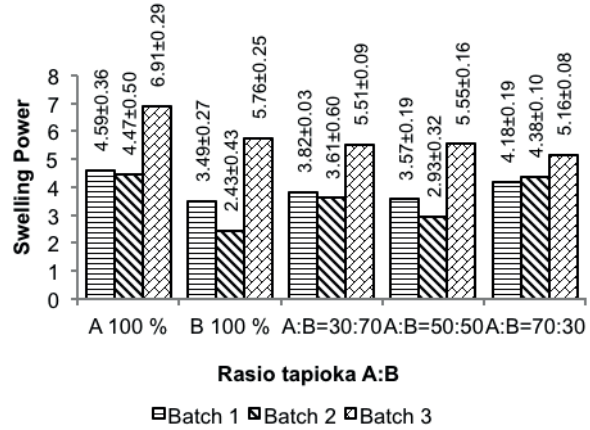
Gambar 4. Kadar amilopektin tepung tapioka



Gambar 5. Rasio amilosa amilopektin tepung tapioka

Sebagaimana kandungan amilosa yang cenderung lebih tinggi pada tepung tapioka B, maka rasio amilosa

amilopektin tepung tapioka B juga cenderung lebih tinggi. Rasio amilosa amilopektin dalam granula pati sangat penting dan sering digunakan sebagai parameter dalam pemilihan bahan pangan sumber pati dan aplikasinya pada proses pengolahan pangan untuk mendapatkan sifat fungsional yang diinginkan (Kusnandar 2010).



Gambar 6. Swelling power tepung tapioka

Kapasitas Pembengkakan (Swelling Power).

Pemanasan di dalam air berlebih menyebabkan melemahnya ikatan diantara granula, sehingga air masuk dan terjadi pembengkakan granula. Perbedaan dari karakteristik *swelling power* mengindikasikan adanya perbedaan kekuatan ikatan diantara granula pati (Nwokocha *et al.* 2009). Interaksi yang kuat mengurangi jumlah hidrogen oksida (OH) bebas yang tersedia untuk hidrasi dan jumlah masuknya air ke dalam granula sehingga menurunkan *swelling power* (Chung *et al.* 2010).

Nilai *swelling power* bervariasi antar *batch*, namun terdapat kecenderungan *swelling power* tepung tapioka A lebih tinggi dari tepung tapioka B (Gambar 6). Hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan kadar amilosa dan amilopektin. Proporsi yang tinggi pada rantai cabang amilopektin berkontribusi dalam peningkatan nilai *swelling* karena amilopektin mudah memerangkap air. Terdapat korelasi negatif antara *swelling power* dengan kadar amilosa karena amilosa dapat membentuk kompleks dengan lipida dalam pati, sehingga dapat menghambat *swelling* (Li dan Yeh 2014). Tepung tapioka B yang memiliki kadar amilosa tertinggi menunjukkan nilai *swelling power* yang lebih rendah.

Profil Pasting Pati. Nilai parameter proses pasting disajikan pada Tabel 1, sedangkan profil pasting pati *batch* 1-3 disajikan pada Gambar 8. Suhu pasting tepung tapioka B 100% tertinggi, sedangkan suhu pasting tepung tapioka A 100% terendah pada semua *batch*. Suhu pasting merupakan suhu pada saat pertama kali viskositas larutan pati mulai meningkat. Suhu pasting tepung tapioka berkisar 65-70°C (Winarno 2008). Suhu pasting dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sumber pati, ukuran granula pati, asam, gula, lemak, dan protein yang terkandung di dalam bahan (Kusnandar 2010). Tepung tapioka B 100% mempunyai viskositas maksimum

tertinggi pada ketiga *batch*, sedangkan tepung tapioka A 100% memiliki viskositas terendah. Perbedaan viskositas maksimum antar tepung tapioka disebabkan adanya perbedaan kadar amilosa dan amilopektin. Semakin tinggi kadar amilosa maka viskositas pati akan semakin tinggi karena amilosa semakin banyak keluar.

Stabilitas panas atau *breakdown* diukur dari perubahan viskositas maksimum sampai viskositas pemanasan pada suhu konstan (95°C). Tepung tapioka B 100% memiliki nilai *breakdown* tertinggi, sedangkan tepung tapioka A 100% terendah pada semua *batch*. Nilai *breakdown* yang tinggi selama pemasakan menunjukkan bahwa granula pati yang seluruhnya telah membengkak memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap pemanasan (Charles *et al.* 2005).

Nilai *setback* bervariasi pada setiap kedatangan tepung tapioka, namun tepung tapioka B cenderung memiliki nilai *setback* yang paling tinggi dibanding tepung tapioka yang lain. Nilai *setback* menunjukkan kemampuan pati mengalami retrogradasi. Semakin tinggi viskositas *setback* akan semakin tinggi pula terjadinya retrogradasi pati (Li dan Yeh 2001). Pati dengan tingkat retrogradasi rendah mengindikasikan kemampuan untuk mempertahankan tekstur selama penyimpanan (Copeland *et al.* 2009). Perbedaan nilai *setback* antar tepung tapioka dapat terjadi karena adanya perbedaan kadar amilosa. Semakin tinggi kadar amilosa pati maka viskositas *setback* akan semakin tinggi (Charles *et al.* 2005).

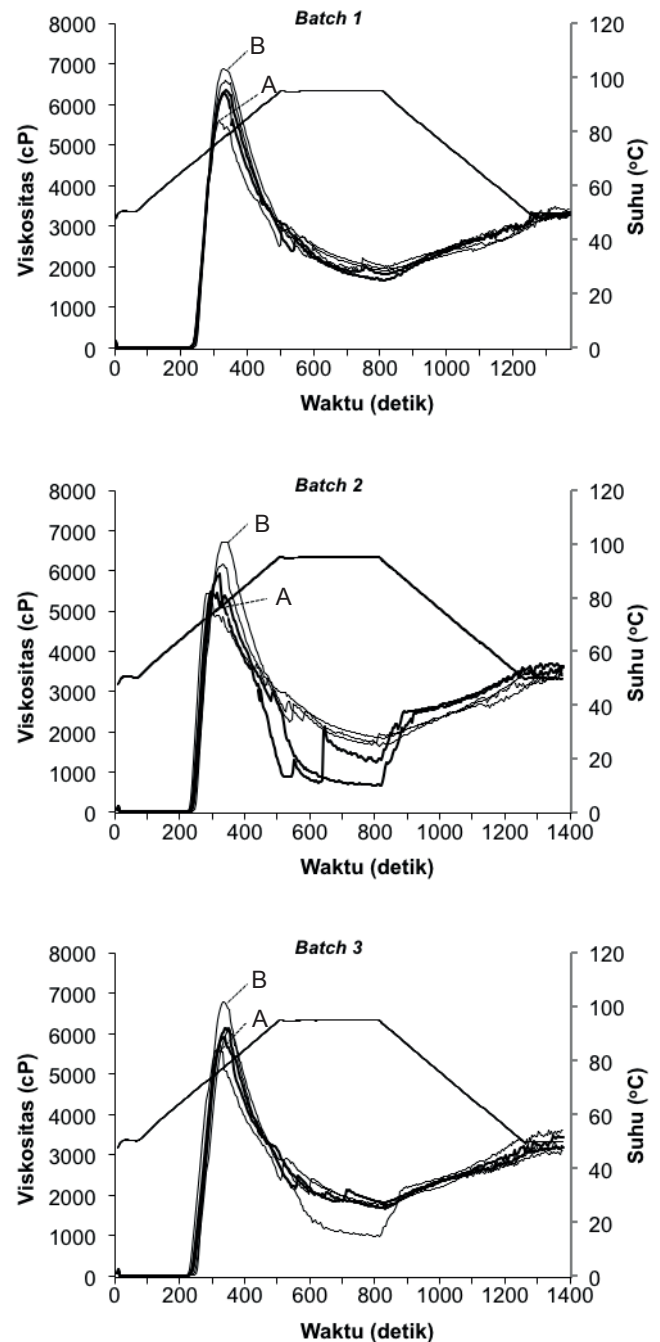
Secara umum, hasil analisis kadar amilosa sejalan dengan profil pasting tersebut, dimana tepung tapioka B 100% yang memiliki kadar amilosa lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka lain mempunyai nilai viskositas maksimum, *breakdown*, dan *setback* yang lebih tinggi.

Karakteristik Pilus

Kerenyahan Pilus. Kerenyahan pilus ditentukan dengan nilai kekerasannya yang diukur menggunakan *texture analyzer*, pilus dengan nilai kekerasan tinggi diartikan memiliki nilai kerenyahan yang rendah. Nilai kekerasan (kgf) pilus yang dibuat dari lima kombinasi campuran tepung tapioka bervariasi pada setiap kali kedatangan bahan baku. Pada *batch* 1 dan 2, pilus yang dibuat dari tepung tapioka B 100% memiliki nilai kekerasan tinggi, namun pada *batch* 3 pilus dari tepung tapioka A 100% yang memiliki gaya tertinggi (Gambar 7). Perbedaan pada *batch* 3 dapat disebabkan oleh mutu awal bahan baku yang berbeda, kadar air tepung tapioka A lebih rendah ($\pm 9\%$) dibandingkan kedatangan sebelumnya ($\pm 12\%$). Pada proses pembuatan pilus tidak dilakukan variasi penambahan air, sehingga perbedaan kadar air menghasilkan tekstur kekerasan yang berbeda.

Karakteristik Sensori. Hasil uji sensori pilus yang meliputi uji hedonik dan rating kerenyahan bervariasi antar *batch* (Tabel 2). Uji rating kerenyahan hanya dilakukan pada *batch* 2 dan 3. Skor hedonik dan rating kerenyahan rendah pada sampel yang memiliki nilai

kekerasan tinggi dan sebaliknya. Pada *batch* 1, pilus yang terbuat dari tepung tapioka 100% B mempunyai skor hedonik terendah (3.18 ± 0.47) dan nilai kekerasan tertinggi (10.67 ± 2.18 kgf). Pada *batch* 3 skor kerenyahan tepung tapioka A 100% terendah (2.87 ± 0.92) dan nilai kekerasan hasil pengukuran dengan *texture analyzer* tertinggi (8.83 ± 2.17 kgf). Pada *batch* 2, panelis memberikan skor kerenyahan tertinggi (3.78 ± 0.65) pada tepung tapioka B 100% dengan nilai kekerasan hasil pengukuran dengan *texture analyzer* tertinggi pula (9.77 ± 1.78 kgf). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat variasi penilaian kerenyahan pilus yang terbuat dari tepung tapioka yang berasal dari tiga kali kedatangan.



Gambar 8. Profil pasting 100% tepung tapioka A, B dan kombinasi campuran keduanya.

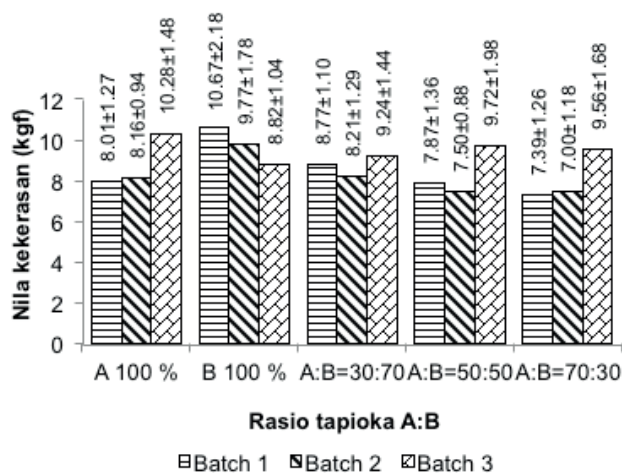
Tabel 1. Nilai parameter proses pasting pati

Batch	Sampel	Suhu Pasting (oC)	Viskositas maksimum (cP)	Breakdown (cP)	Setback (cP)	Viskositas Akhir (cP)
1	A 100%	66.60±0.28	5526±105.36	3769±65.05	1646±74.25	3402±33.94
	B 100%	68.60±0.28	6715±13.73	4861±33.94	1452±142.84	3306±121.62
	A:B=30:70	67.65±0.00	6283±124.74	4581±74.25	1779±37.48	3481±12.02
	A:B=50:50	67.25±0.00	5982±78.49	5193±88.39	2706±297.69	3495±130.81
	A:B=70:30	67.45±0.07	5533±82.73	4013±311.13	2112±386.79	3631±7.07
2	A 100%	67.65±0.00	5781±202.94	4415±1122.18	2018±848.53	3384±70.71
	B 100%	68.82±0.04	6925±32.53	4914±53.03	1205±175.36	3217±89.80
	A:B=30:70	68.45±0.00	6554±98.29	4628±123.04	1275±112.43	3200±87.68
	A:B=50:50	68.02±0.03	6365±6.36	4612±132.23	1465±235.47	3218±96.87
	A:B=70:30	68.00±0.07	6267±43.84	4445±53.74	1522±21.21	3344±11.31
3	A 100%	66.05±0.00	5635±139.30	3966±48.79	1380±18.38	3049±108.89
	B 100%	68.85±0.00	6797±9.19	5542±398.81	2282±486.49	3537±78.49
	A:B=30:70	68.05±0.00	6214±202.94	4418±161.22	1470±23.33	3265±65.05
	A:B=50:50	67.25±0.07	6122±19.09	4461±10.61	1661±147.79	3322±156.27
	A:B=70:30	66.85±0.07	5830±136.47	4364±382.54	1702±486.49	3168±32.53

Tabel 2. Skor sensori pilus

Sampel	Skor sensori					
	Batch 1		Batch 2		Batch 3	
	Hedonik	Kerenyahan*	Hedonik	Kerenyahan	Hedonik	Kerenyahan
A 100%	3.20±0.60	-	3.18±0.59	3.37±0.58	3.12±0.75	2.87±0.92
B 100%	3.18±0.47	-	3.67±0.58	3.78±0.65	3.82±0.58	3.62±0.70
A:B=30:70	3.42±0.75	-	3.35±0.71	3.42±0.64	3.50±0.53	3.60±0.55
A:B=50:50	3.55±0.59	-	3.52±0.53	3.78±0.45	3.28±0.69	3.30±0.78
A:B=70:30	3.28±0.77	-	3.45±0.50	3.62±0.70	2.93±0.80	3.28±0.93

*tidak dilakukan pengukuran



Gambar 7. Nilai kekerasan pilus hasil pengukuran menggunakan *texture analyze r*

Korelasi Nilai Kekerasan dengan Skor Hedonik dan Skor Kerenyahan

Berdasarkan uji Pearson, kekerasan dan skor hedonik berkorelasi lemah dengan arah korelasi negatif ($r=-0.246$), yang berarti bahwa semakin tinggi nilai kekerasan, semakin rendah tingkat kesukaan panelis terhadap pilus. Nilai tersebut mencerminkan bahwa panelis tidak menyukai pilus yang keras. Korelasi nilai kekerasan pilus dengan skor hedonik ($R^2= 0.06$) dapat dilihat pada Gambar 11.

Nilai kekerasan dan skor kerenyahan (*rating intensitas*) berkorelasi negatif dengan nilai $r=-0.536$. Nilai tersebut bermakna bahwa semakin keras pilus, panelis menilai semakin tidak renyah. Koefisien korelasinya tergolong moderat, yang berarti bahwa panelis bisa menerjemahkan nilai kekerasan pilus yang diukur secara objektif menggunakan *texture analyzer* menjadi nilai kekerasan yang diukur secara subjektif menggunakan uji organoleptik. Korelasi nilai kekerasan pilus dengan skor kerenyahan pada persamaan regresi linear ($R^2=0.28$) dapat dilihat pada Gambar 12.

Korelasi Rasio Amilosa Amilopektin dan Viskositas Maksimum terhadap Kerenyahan Pilus

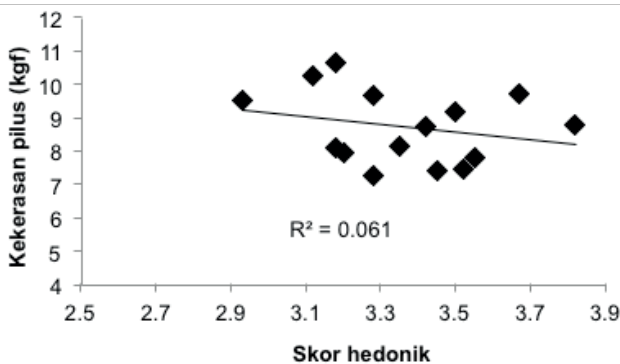
Hasil analisis korelasi Pearson, menunjukkan bahwa terdapat dua parameter uji yang memiliki korelasi kuat terhadap kerenyahan pilus yaitu rasio amilosa amilopektin dan viskositas maksimum. Analisis korelasi didasarkan atas data *batch 1* dan *batch 2* karena adanya perbedaan kadar air awal dengan *batch 3*. Kadar air tepung tapioka *A batch 3* sebesar $\pm 9\%$, sedangkan *batch 1* dan *2* sebesar $\pm 12\%$.

Korelasi Rasio Amilosa Amilopektin dengan Kerenyahan Pilus

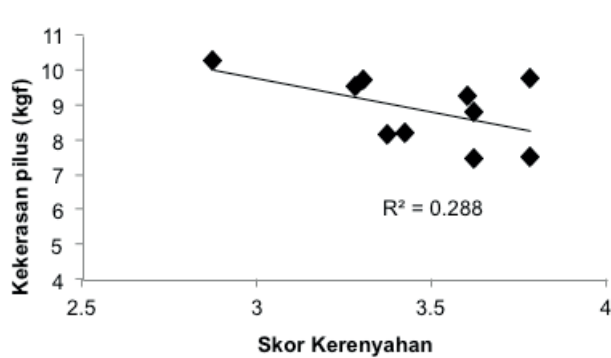
Nilai tekstur dan rasio amilosa amilopektin berkorelasi kuat ($R^2=0.849$) secara signifikan ($P<0.05$). Nilai

korelasi tersebut termasuk sangat kuat (Garcia 2010). Oleh karena arah korelasi positif maka semakin rendah rasio amilosa amilopektin maka semakin rendah pula nilai kekerasan tekstur pilus, yang berarti semakin renyah. Tingkat pengembangan dan tekstur makanan ringan (*snack*) dipengaruhi oleh rasio amilosa amilopektin. Pati yang memiliki kandungan amilopektin tinggi cenderung menghasilkan produk dengan karakteristik mudah hancur dan renyah, sedangkan amilosa akan menghasilkan tekstur yang lebih tahan terhadap kemudahan hancur dan berkontribusi pada kekerasan (Hee-Joung 2005).

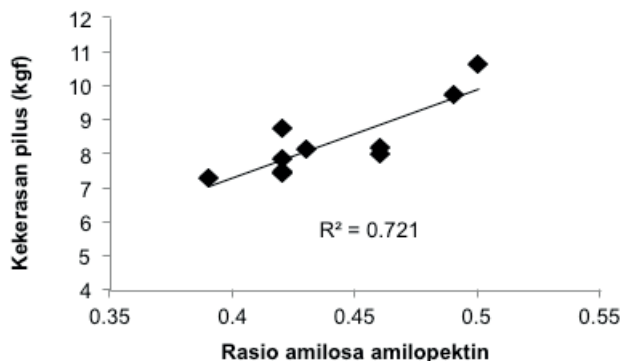
Korelasi kekerasan pilus dengan rasio amilosa amilopektin pada persamaan regresi linear ($R^2=0.72$) dapat dilihat pada Gambar 13. Nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa kekerasan pilus dipengaruhi oleh 72% rasio amilosa amilopektin dan 28% faktor lainnya.



Gambar 11. Korelasi nilai kekerasan pilus dengan skor hedonik.



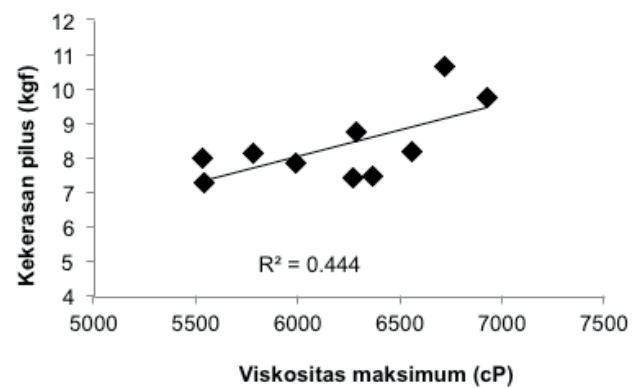
Gambar 12. Korelasi nilai kekerasan pilus dengan skor kerenyahan.



Gambar 13. Korelasi nilai kekerasan dengan rasio amilosa amilopektin

Korelasi Viskositas Maksimum dengan Kerenyahan Pilus

Terdapat korelasi antara viskositas maksimum dengan kekerasan pilus hasil analisis menggunakan *texture analyzer* ($r=0.66$) dan termasuk korelasi kuat (Garcia 2010). Korelasi memiliki arah positif yang berarti semakin rendah viskositas maksimum semakin rendah nilai kekerasan pilus yang dihasilkan. Viskositas maksimum dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan lemak. Kompleks amilosa dengan lemak akan meningkatkan suhu pasting sehingga meningkatkan viskositas maksimum, viskositas akhir, dan *setback* (Lee *et al.* 2002). Korelasi kekerasan pilus dengan viskositas maksimum pada persamaan regresi linear ($R^2=0.44$) dapat dilihat pada Gambar 14. Nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa kekerasan pilus dipengaruhi oleh 44% viskositas maksimum dan 56% faktor lainnya.



Gambar 14. Kekerasan pilus pada beberapa viskositas maksimum

Kadar amilopektin yang tinggi menyebabkan pati mudah terhidrasi dan mengakibatkan terjadinya penurunan viskositas. Ketika adonan pati atau tepung digoreng maka molekul air akan menguap dan digantikan oleh minyak yang membuat rongga-rongga udara pada bahan pangan tersebut, sehingga terjadi pengembangan yang membuat produk menjadi renyah (Hasta 2013).

Konsistensi Mutu Tepung Tapioka

Konsistensi mutu bahan baku dievaluasi menggunakan tepung tapioka tunggal, yaitu tepung tapioka A 100% dan B 100%. Mutu bahan baku ditentukan menggunakan dua parameter yang paling menentukan kerenyahan pilus, yaitu rasio amilosa amilopektin dan viskositas maksimum. Adapun konsistensi mutu tepung tapioka berdasarkan rasio amilosa amilopektin, viskositas maksimum dan nilai kekerasannya dapat dilihat pada Tabel 3. Rasio amilosa dan amilopektin tepung tapioka A berbeda nyata untuk setiap *batch*, sementara tepung tapioka B tidak berbeda nyata pada *batch* 1 dan 2, namun keduanya berbeda nyata dengan *batch* 3.

Viskositas maksimum tepung tapioka A tidak berbeda nyata pada ketiga *batch*, sedangkan tepung tapioka B berbeda nyata untuk ketiga *batch*. Selain itu, nilai tekstur pilus antar *batch* juga tidak konsisten. Hampir seluruh

hasil analisis konsistensi menunjukkan adanya perbedaan nilai antar waktu kedatangan (*batch*) bahan baku, dengan demikian dapat dikatakan bahwa mutu bahan baku yang digunakan tidak konsisten. Mutu bahan baku yang tidak konsisten juga akan berakibat pada terjadinya variasi mutu produk akhirnya.

Tabel 3. Konsistensi mutu tepung tapioka berdasarkan rasio amilosa amilopektin, viskositas maksimum (cp) dan nilai kekerasan (kgf)

Sampel	Batch 1	Batch 2	Batch 3
Rasio Amilosa Amilopektin			
A 100%	0.46 ^b ±3.10 ⁻³	0.42 ^a ±8.10 ⁻³	0.56 ^c ±9.10 ⁻³
B 100%	0.50 ^a ±4.10 ⁻³	0.49 ^a ±1.10 ⁻³	0.54 ^b ±2.10 ⁻³
Viskositas maksimum (cp)			
A 100%	5526 ^a ±105	5781 ^a ±202	5635 ^a ±139
B 100%	6715 ^a ±12	6925 ^c ±32	6797 ^b ±9
Nilai kekerasan (kgf)			
A 100%	8.01 ^a ±1.27	8.16 ^a ±0.94	10.28 ^b ±1.48
B 100%	10.67 ^c ±2.18	9.77 ^b ±1.78	8.82 ^a ±1.04

Keterangan: angka yang memiliki huruf yang sama pada baris yang sama, tidak berbeda nyata.

KESIMPULAN

Parameter mutu tepung tapioka sebagai bahan baku yang dapat digunakan untuk memprediksi kerenyahan pilus adalah rasio amilopektin dan viskositas maksimum pada profil pasting pati yang diperoleh menggunakan *rapid visco analyzer* (RVA). Rasio amilosa amilopektin dan viskositas maksimum berbanding lurus dengan nilai kekerasan pilus. Tepung tapioka yang berasal dari tiga kali kedatangan mempunyai mutu yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

Bourne M. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. London: Academic Press.

Charles AL, Chang YH, Ko WC, Sriroth K, dan Huang TC. 2005. Influence of amylopectin structure and amylose content on gelling properties of five cultivars of cassava starches. *J. Agric. Food Chemistry* 53 : 2717-2725.

Chung HJ, Liu Q, Hoover R. 2010. Effect of single and dual hydrothermal treatments on the crystalline structure, thermal properties, and nutritional fractions of pea, lentil, and navy bean starches. *Food Research International*. 43:501-508.

Copeland L, Blazek J, Salman H, Tang MC. 2009. Form and functionality of starches. *Food Hydrocolloids*. 23:1527-1534

[DSN] Dewan Standardisasi Nasional. 2011. Tepung Tapioka (SNI 01-3451-2011). Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.

Direktorat Standardisasi Produk Pangan. 2006. SK Kepala

Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No HK. 00.05.52.4040 tentang Kategori Pangan. Direktorat Standardisasi Produk Pangan BPOM RI. Jakarta.

Eliasson AC. 2004. Starch in Food. London: CRC Press.

Garcia E. 2010. A tutorial on correlation coefficients. [Internet]. [diunduh 2014 September 1]. Tersedia pada: <http://www.miislita.com>

Hasta L. 2013. Pengaruh Perbandingan Tepung Tapioka dengan Telur Asin dan Lama Pengukusan pada Pembuatan Kerupuk Telur terhadap Daya Pengembangan dan Tingkat Kerenyahan. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1(1):307-313.

Hee-Joung An. 2005. Effects of Ozonation and Addition of Amino Acids on Properties of Rice Starches. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College.

Kusnandar F. 2010. Kimia Pangan. Jakarta: Dian Rakyat.

Kusumawardhani AR. 2013. Pembuatan Tepung Tapioka dengan Pengereng Semprot dan Pengereng Kabinet serta Aplikasinya pada Produk Pilus di PT GarudaFood Putra Putri Jaya. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Lee MH, Baek MH, Cha DS, Park HJ, Lim ST. 2002. Freeze-thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. *Food Hydrocol.* 16: 345-352.

Li Jeng-Yune, Yeh An-I. 2014. Relationship between thermal, rheological characteristic, and swelling power for various starches. *J Food Engineering*. (50):140-148

Kaur M, Oberoi DPS, Sogi DS, Gill BS. 2011. Physico-chemical, morphological, and pasting properties of acid treated starches from different botanical sources. *J Food Sci Technol*. 48(4):460-465

Moorthy SN. 2004. Tropical sources of starch. Di dalam: Ann-Charlotte. New York: CRC Press.

Nwokocha LM, Aviara NA, Senan C, Williams PA. 2009. A comparative study of some properties of cassava (*Manihotesculenta*, Crantz) and cocoyam (*Colocasia esculenta*, Linn) starches. *Carbohydrate Polymers*. 76:362-367

Sampurno RB. 2012. Food Review: Update on Snack Flexible Packaging. Bogor: Food Review.

Singh NJ, Singh L, Kaur NS, Sodhi, dan BS. 2006. Morphological, Thermal and Rheological Properties of Starches from Different Botanical Sources. *J Food Chemistry*. 81:219-231.

Soemarno. 2007. Rancangan Teknologi Proses Pengolahan Tapioka dan Produk-produknya. Malang: Universitas Brawijaya.

Sriroth K, K Plyachomkwan, S Wanlapatit, dan CG Oates. 2000. Cassava starch technology: the Thai experience. 439-449.

[USDA] United States Department of Agriculture. 2013. Indonesia Retail Report Update 2013. Global Agri-

cultural Information Network. [Internet]. [diunduh 2014 September 22]. Tersedia pada: <http://gain.fas.usda.gov>.

[USWA] United States Wheat Associates. 2007. Rapid Visco Analyzer. Wheat and Flour Testing Methods: A Guide to Understanding Wheat and Flour Quality: Version 2. [Internet]. [diunduh 2014 April 10]. Tersedia pada: <http://www.wheatflourbook.org>.

Vaclavik VA dan EW Christian. 2007. Essentials of Food Science 3rd edition. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Winarno FG. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Bogor: Mbrion Press.

JMP08-14-002 - Naskah diterima untuk ditelaah pada 07 Mei 2014. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 20 September 2014. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>