

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA TEPUNG UBI JALAR (*Ipomoea batatas*) VARIETAS SUKUH DENGAN VARIASI PROSES PENEPUANGAN

[Physico-Chemical Characteristics of Suku Variety Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas*) Flours
Made with Various Methods

Elvira Syamsir* dan Trifena Honestin

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fateta IPB

Diterima 10 April 2009 / Disetujui 27 Desember 2009

ABSTRACT

Sweet potato has considerable potencies to support food diversification program based on flour and starch product. Various processing methods in the flour processing give a great effect on alteration of the physicochemical properties of sweet potato flour. This research investigated the effects of different flour processing methods on the physicochemical properties of sweet potato flour. The results showed that processing method had a significant effect on water content, bulk density, colour (L, a, b), microscopic properties of starch granule, water absorption index, water soluble index and pasting properties of the sweet potato flour.

Key words : sweet potato, flour, physicochemical

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan salah satu tanaman pangan tropis yang banyak terdapat di Indonesia. Pada tahun 2005, luas lahan ubi jalar di Indonesia mencapai 178.336 ha (Deptan, 2006) dengan produksi sebesar 1.856.969 ton (BPS, 2006). Pengolahan ubi jalar menjadi tepung selain untuk tujuan pengawetan akan memperluas pemanfaatannya sebagai bahan baku industri pangan dan berpotensi menunjang program diversifikasi pangan berbasis tepung dan pati.

Ubi jalar varietas Suku merupakan varietas unggul nasional hasil persilangan bebas dari klon induk betina AB 940. Umur panen sekitar 4–4.5 bulan dan cocok ditanam pada lahan tegalan dan sawah. Umbi dari varietas suku ini berbentuk ellip membulat, dengan susunan pertumbuhan umbi yang terbuka dan panjang tangkai umbi pendek. Kulit umbi berwarna kuning dan daging umbi berwarna putih. Kadar serat dari varietas ini 0,85%, protein 1,62%, gula total 4,56%, pati 31,16%, vitamin C sebesar 19,21 mg/100 gram dan beta carotene 36,59 mkg/100 gram (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, 2009). Rendemen tepung ubi jalar varietas suku cukup tinggi yaitu sebesar 32,70% dari berat ubi jalar segar (Djuanda, 2003). Oleh karena itu penggunaan ubi jalar varietas suku sebagai bahan baku pembuatan tepung ubi jalar dirasakan cukup tepat.

Proses pembuatan tepung ubi jalar bisa dilakukan dengan beragam metode yang akan menyebabkan perbedaan karakteristik fisiko-kimia dan fungsional tepung yang dihasilkan. Agar dapat dimanfaatkan secara optimal maka pengaruh proses pada karakteristik fisiko-kimia dan fungsional tepung perlu diketahui. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik fisiko-kimia.

tepung ubi jalar varietas suku yang dihasilkan dari beberapa teknik penepungan

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan untuk pembuatan tepung ubi jalar adalah ubi jalar varietas Suku yang diperoleh dari Cibungbulang, Na-metabisulfit dan air. Untuk analisis digunakan aquades, HgO, K₂SO₄, H₂SO₄, NaOH-Na₂S₂O₃, H₃BO₃, HCl 0.02 N, dietil eter, indikator (campuran MM dan MB), HCl 0.5 M, dan larutan iodium.

Alat untuk pembuatan tepung ubi jalar adalah baskom, pisau, slicer, oven, loyang, drum dryer dan disc mill sedangkan alat untuk analisis adalah *Brabender visco-amilograph*, mikroskop cahaya terpolarisasi, tanur, desikator, labu Kjeldahl, alat destilasi, alat refluks, Erlenmeyer, alat ekstraksi Soxhlet, *Chromameter Minolta CR-300*, spektrofotometer, *waring blender* atau *stirrer*, vortex dan sentrifus.

Metode penelitian

Pembuatan tepung ubi jalar

Ubi jalar yang akan ditepungkan dicuci bersih, dikupas dan direndam dalam larutan Na-metabisulfit 0,3% selama 30 menit untuk menghilangkan kotoran dan getah yang masih menempel pada ubi jalar dan mencegah reaksi pencoklatan enzimatis. Setelah ditiriskan, dilakukan pengecilan ukuran umbi (dengan pengirisan atau penyawutan) dan selanjutnya sawut dibagi dalam dua perlakuan yang berbeda yaitu dikukus (100°C, 30 menit) dan tidak dikukus; selanjutnya dikeringkan. Pengeringan berakhir jika produk telah kering dengan ciri-ciri tidak liat dan dapat dipatahkan.

*Korespondensi : HP. 081317897127

E-mail : elvira_tpg@yahoo.com

Pengeringan dilakukan dengan tiga teknik yang berbeda, yaitu penjemuran (pengeringan sinar matahari), pengeringan oven dan pengeringan dengan *drum dryer*. Pengeringan sinar matahari dilakukan selama 12-36 jam, pengeringan oven dilakukan pada suhu 60°C selama 10-12 jam, pengeringan *drum* dilakukan pada suhu uap 140°C, tekanan 4 bar, dan kecepatan 6 rpm. Hasil pengeringan kemudian digiling dengan *disc mill*. Pengayakan dilakukan untuk memperoleh tepung berukuran 80 mesh.

Enam teknik pembuatan tepung yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Teknik 1: disawut dan dijemur
- Teknik 2: disawut, dikeringkan dengan oven
- Teknik 3: diiris, dikeringkan dengan *drum dryer*
- Teknik 4: disawut, dikukus, dijemur
- Teknik 5: disawut, dikukus, dikeringkan dengan oven
- Teknik 6: kupas utuh, dikukus, dikeringkan dengan *drum dryer*

Analisis sifat fisikokimia dan fungsional

Dalam penelitian ini dilakukan analisis komposisi kimia ubi jalar varietas Suku dan karakteristik sifat fisikokimia tepung ubi jalar yang dihasilkan, yaitu kadar air, densitas kamba, warna, sifat mikroskopis granula pati, indeks penyerapan air (IPA) dan indeks kelarutan air (IKA) serta karakteristik pasta (sifat amilografi tepung).

Analisis air dilakukan menurut Apriyantono *et al.*, (1999), kadar abu menurut AOAC (1995), kadar protein menurut AOAC (1995), kadar lemak menurut AOAC (1995) dan karbohidrat *by difference*. Analisis densitas kamba mengikuti Khalil (1999), warna dengan chromameter, sifat mikroskopis granula pati dengan mikroskop cahaya terpolarisasi seperti dilakukan oleh Ropiq *et al.*, (1988), indeks penyerapan air (IPA) dan indeks kelarutan air (IKA) dengan metode sentrifugasi Anderson di dalam Muchtadi *et al.*, (1988) dan karakteristik pasta pati menggunakan brabender amilograf (AACC, 1983).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ubi jalar varietas suku

Ubi jalar Suku memiliki daging yang berwarna putih dan warna kulit krem. Komposisi kimia ubi jalar varietas suku segar yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat varietas ini sebesar 94,29% (bk). Komponen lain terdapat dalam jumlah kecil. Kadar abu, protein dan lemak sekitar 1,87% (bk), 3,35% (bk) dan 0,49% (bk). Data ini sedikit berbeda dengan yang dilaporkan oleh Djuanda (2003). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya perbedaan umur panen dan keadaan tumbuh.

Tabel 1. Komposisi kimia daging ubi jalar varietas Suku

Komposisi	Hasil analisis	Djuanda, 2003
Kadar Air (% bb)	61,48	62,79
Kadar Abu (% bk)	1,87	2,58
Kadar Protein (% bk)	3,35	2,12
Kadar Lemak (% bk)	0,49	1,29
Kadar Karbohidrat (% bk)	94,29	94,01

Sifat fisikokimia tepung ubi jalar varietas suku yang dihasilkan

Kadar air dan densitas kamba

Kadar air tepung ubi jalar yang diperoleh berkisar antara 6,44 hingga 9,00% (bb) seperti tampak pada Tabel 2. Tepung yang dihasilkan dari teknik 3 menunjukkan kadar air tertinggi (9,00%) sementara kadar air terendah (6,44%) dihasilkan dengan teknik pengeringan 6.

Tabel 2. Pengaruh teknik pengolahan terhadap kadar air dan densitas kamba tepung ubi jalar

Teknik	Kadar air (%)	Densitas Kamba (g/ml)
1	7,04 ^{bc}	0,40 ^c
2	7,47 ^b	0,41 ^c
3	9,00 ^a	0,37 ^c
4	7,22 ^c	0,69 ^a
5	6,56 ^c	0,68 ^{ab}
6	6,44 ^c	0,62 ^b

Keterangan: pada kolom yang sama, angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (p<0.05)

Densitas kamba merupakan sifat fisik penting tepung yang memegang peranan dalam penyimpanan, transportasi dan pemasaran. Selain itu, densitas kamba juga berpengaruh terhadap sifat termofisik pangan (Rahman, 1995).

Tepung ubi jalar yang dihasilkan memiliki densitas kamba antara 0,40–0,69 g/ml (Tabel 2). Analisis ragam dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa teknik pengolahan mempengaruhi densitas kamba tepung. Secara umum terlihat bahwa densitas kamba meningkat dengan menurunnya kadar air. Meningkatnya densitas kamba dengan menurunnya kadar air juga terjadi pada pengeringan gel pati kentang, seperti yang dilaporkan oleh Al-Muhtaseb *et al.* (2004). Menurut Marousis dan Saravacos (1990), air terikat memiliki densitas yang lebih tinggi daripada air bebas. Penurunan jumlah air bebas karena proses pengeringan menyebabkan proporsi air terikat didalam produk meningkat dan menginduksi peningkatan densitas kamba.

Perlakuan pengukusan sebelum pemasakan menghasilkan tepung dengan densitas kamba yang relatif tinggi dibandingkan tepung yang dibuat tanpa tahap pengukusan. Diduga, proses gelatinisasi pati yang terjadi selama pengukusan dapat menyebabkan peningkatan densitas kamba. Menurut Karathanos dan Saravacos (1993), gelatinisasi pati menghasilkan pati tergelatinisasi yang bersifat viskoelastis. Sifat viskoelastis pati tergelatinisasi tersebut akan mengurangi kekakuan partikel sehingga menghambat pembentukan retak dan celah pada partikel selama pengeringan. Minimalisasi retak dan celah inilah yang menyebabkan densitas kamba menjadi lebih besar.

Warna

Warna tepung ubi jalar yang dihasilkan sangat bervariasi (Tabel 3). Intensitas kecerahan atau nilai L sebesar 59,74–64,69, menunjukkan bahwa tepung ubi jalar berwarna kurang cerah. Nilai a positif (3,93-6,44) dan b positif (0,70-5,24) menunjukkan bahwa tepung ubi jalar mengandung unsur warna merah dan kuning.

Pemanasan menurunkan tingkat kecerahan tepung. Penurunan kecerahan meningkat dengan meningkatnya intensitas panas yang diterima selama proses pengeringan. Teknik 6 yang menerima panas terbesar memiliki tingkat kecerahan terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan teknik yang lain. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Jamradloedluk *et al.*, (2007) dan Lyota *et al.*, (2001).

Tabel 3. Pengaruh teknik pengolahan terhadap parameter warna (nilai L, a dan b) tepung ubi jalar

Teknik	Nilai L	Nilai a	Nilai b
1	64,30 ^{ab}	6,44 ^a	0,70 ^b
2	64,69 ^a	4,39 ^b	1,25 ^b
3	62,64 ^{abc}	4,06 ^b	2,09 ^b
4	61,91 ^c	5,54 ^{ab}	1,77 ^b
5	62,27 ^{bc}	4,14 ^b	1,56 ^b
6	59,74 ^d	3,93 ^b	5,24 ^a

Keterangan: pada kolom yang sama, angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (p<0.05)

Kerusakan warna buah selama pengolahan dengan panas terutama disebabkan oleh degradasi pigmen dan reaksi pencoklatan (reaksi Maillard). Penggunaan suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan peningkatan nilai a atau intensitas warna merah (Jamradloedluk *et al.*, 2007). Dari penelitian ini, didapatkan bahwa proses pengeringan dengan penjemuran (teknik 1 dan 4) menghasilkan nilai a (warna merah) dengan intensitas lebih tinggi dan berbeda nyata dengan teknik lainnya yang memperoleh intensitas panas yang lebih besar. Diduga, proses pengeringan dengan penjemuran (teknik 1) juga menyebabkan reaksi pencoklatan enzimatis, disamping degradasi warna dan reaksi Maillard.

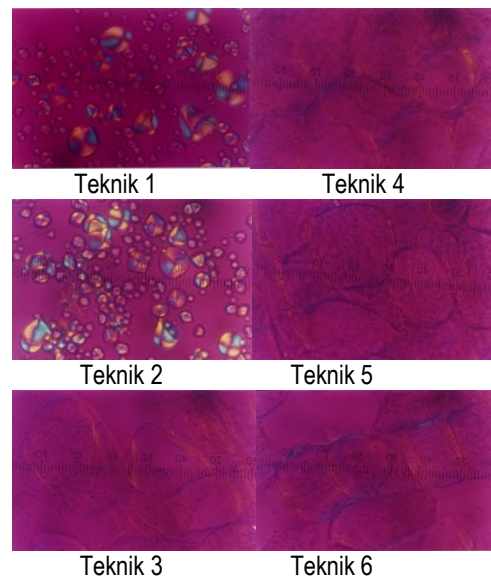
Intensitas warna kuning (nilai b) lebih besar pada tepung yang memperoleh intensitas panas yang lebih besar selama proses pengeringan. Dari penelitian ini terlihat bahwa proses pemanasan yang lebih intensif pada teknik 6 (kombinasi pengukusan dan pengeringan drum) menyebabkan warna kuning tepung menjadi lebih menonjol. Peningkatan intensitas warna kuning selama proses pengeringan disebabkan oleh terjadinya reaksi Maillard dari beberapa asam amino dan gula pereduksi (Carabasa-Giribet dan Ibarz-Ribas, 2000).

Sifat mikroskopis granula pati

Analisis mikroskopis granula pati (Gambar 1) menunjukkan bahwa granula pati ubi jalar memiliki bentuk poligonal, bulat dan lonjong dengan ukuran granula yang beragam. Teknik 1 dan 2 (pengeringan dengan penjemuran dan oven; keduanya tanpa pengukusan) tidak mengalami gelatinisasi pati terlihat dari granula yang masih memiliki karakteristik birefringence. Kondisi ini disebabkan oleh suhu pengeringan yang belum mencapai suhu gelatinisasi pati dan kurangnya air didalam umbi untuk memicu terjadinya gelatinisasi. Ukuran granula pati ubi jalar pada tepung dari Teknik 1 dan Teknik 2 relatif sama, berkisar antara 2-10 µm.

Proses pengeringan dengan drum dryer tanpa pengukusan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati, begitu juga jika pengeringan dilakukan dengan didahului oleh proses pengukusan. Granula kehilangan sifat birefringencinya dan ukuran membengkak

menjadi 20-60 µm. Kombinasi pengukusan dan pengeringan drum menghasilkan pembengkakan maksimum.



Gambar 1. Bentuk granula pati ubi jalar

IPA dan IKA

Perbedaan teknik pengeringan ubi jalar telah dilaporkan menyebabkan perbedaan pada indeks penyerapan air (IPA) dan indeks kelarutan air (Shih *et al.*, 2009). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa teknik pengolahan berpengaruh terhadap IPA dan IKA tepung ubi jalar yang dihasilkan (Tabel 4). Tepung yang dibuat dengan pengering dryer (teknik 3) atau yang dikukus sebelum dikeringkan (teknik 4-6) memiliki IPA dan IKA yang lebih besar.

Tabel 4. Pengaruh teknik pengolahan terhadap Indeks Penyerapan Air (IPA) dan Indeks Kelarutan Air (IKA) tepung ubi jalar

Teknik	IPA	IKA (g/ml)
1	2,89 ^d	0,0084 ^c
2	3,35 ^d	0,0131 ^c
3	7,90 ^a	0,0375 ^b
4	5,73 ^c	0,0355 ^b
5	6,14 ^c	0,0385 ^b
6	7,12 ^b	0,0543 ^a

Keterangan: pada kolom yang sama, angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (p<0.05)

Proses pemanasan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati. Tepung dengan pati tergelatinisasi akan lebih mudah menyerap air sehingga nilai IPAnya meningkat. Peningkatan nilai IPA biasanya diikuti dengan peningkatan IKA. Hal ini karena pati tergelatinisasi lebih mudah mengikat air dan juga mudah melepaskan amilosanya kedalam media pendispersinya. Menurut Khasanah (2003), setelah pati tergelatinisasi maka akan terjadi degradasi amilosa dan amilopektin menghasilkan molekul yang lebih kecil dan lebih mudah larut dalam air.

Proses pengeringan drum yang didahului dengan pengukusan menghasilkan IKA terbesar. Diduga intensitas pemanasan yang

tinggi karena perlakuan ini menyebabkan pati tergelatinisasi dan lisis amilosa menjadi lebih besar.

Karakteristik pasta tepung ubi jalar

Analisis perilaku gelatinisasi dan pasting tepung dilakukan dengan brabender amilograf. Kurva amilograf ditampilkan pada Gambar 3. Tepung yang dibuat tanpa pengukusan dengan teknik penjemuran dan/atau pengeringan oven (teknik 1 dan 2) menunjukkan perilaku pasting pati alami (mentah). Viskositas minimum meningkat secara cepat setelah suhu mencapai suhu awal pasting yang merupakan titik awal gelatinisasi karena terjadinya pembengkakan granula pati. Setelah viskositas mencapai maksimal, fase pemasakan menyebabkan granula pecah dan viskositas menurun. Peningkatan viskositas selama proses pendinginan disebabkan oleh pembentukan gel akibat proses pengaturan kembali (retrogradasi) dari molekul-molekul pati (Guha *et al.*, 1998).

Karakteristik tepung ubi jalar yang diperoleh dari teknik 2 sedikit berbeda dengan tepung yang diperoleh dari teknik 1. Kisaran suhu pasting tepung dari teknik 2 (12,9°C) sedikit lebih tinggi dari tepung hasil teknik 1 (11,3°C). Viskositas maksimum tepung hasil teknik 2 (466,0 BU) lebih tinggi dari viskositas maksimum tepung hasil teknik 1 (451,6 BU). Perbedaan karakter ini kemungkinan disebabkan oleh modifikasi protein pada suhu pengeringan yang lebih tinggi pada pengeringan oven (teknik 2). Menurut Alves *et al.*, (2002), modifikasi protein yang disebabkan oleh perubahan struktur tersiernya terjadi lebih intensif pada suhu 55°C daripada suhu 30°C. Modifikasi protein ini menyebabkan terjadinya peningkatan kemampuan protein untuk mengabsorpsi air dan mempengaruhi interaksinya dengan pati.

Modifikasi protein diduga juga menghambat penurunan viskositas selama pemanasan, terlihat dari nilai *breakdown* tepung

pengeringan oven yang lebih rendah dari tepung hasil penjemuran. Secara keseluruhan, viskositas tepung ubi jalar yang dibuat dengan teknik 1 dan 2 relatif stabil terhadap proses pemasakan dan pendinginan terlihat dari nilai *breakdown*, stabilitas dan konsistensi yang relatif lebih rendah (Tabel 5).

Nilai *setback* kedua tepung cukup rendah (Tabel 5). Kondisi ini mengindikasikan proses retrogradasi berlangsung rendah selama proses pemasakan yang diikuti dengan pendinginan bertahap (Ancona *et al.*, 2001).

Pengeringan ubi jalar dengan pengering drum tanpa didahului proses pengukusan (teknik 3) menghasilkan tepung ubi jalar pregelatinisasi. Viskositas maksimum pada suhu 30°C yang menurun tajam dengan naiknya suhu (amilogram pada Gambar 2) menunjukkan bahwa teknik 3 menyebabkan granula tergelatinisasi maksimum. Peningkatan suhu lebih lanjut menyebabkan granula pecah dan viskositas menurun.

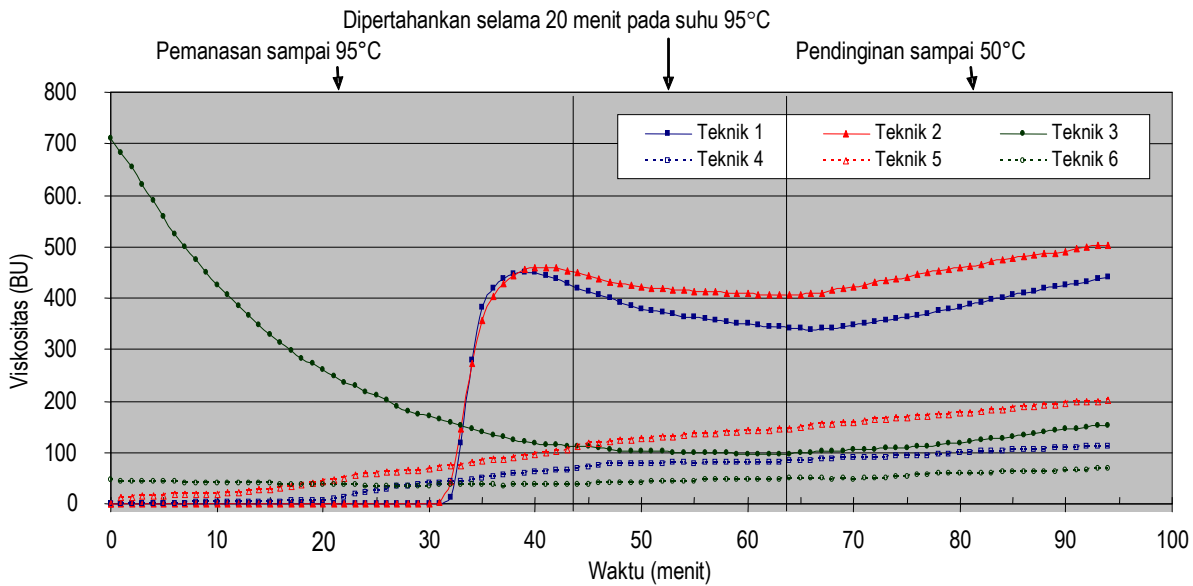
Pasta tepung hasil teknik 3 bersifat sangat tidak tahan panas (nilai *breakdown* 613,7 BU) dengan stabilitas panas yang relatif baik pada pemanasan konstan di suhu 95°C selama 20 menit (-16,0 BU). Konsistensi pasta sangat besar (-577,7 BU); mengindikasikan bahwa viskositas dingin setelah pemasakan akan sangat rendah dari viskositas maksimum. Nilai *setback* yang rendah (56,0) mengindikasikan bahwa viskositas dingin akan relatif sama dengan viskositas pada akhir pemanasan.

Tepung yang dikukus sebelum dikeringkan (perlakuan teknik 4- teknik 6) menghasilkan pasta dengan viskositas yang rendah (Gambar 2). Proses pengukusan yang dikombinasi dengan penjemuran dan/atau pengeringan oven (teknik 1 dan teknik 2) menyebabkan sebagian besar pati pecah dan sebagian kecil pati tergelatinisasi parsial.

Tabel 5. Karakteristik pasta tepung ubi jalar

Tepung	Satuan	Teknik					
		1	2	3	4	5	6
1. T _{awal pasting}	°C	77,2	76,6	- ^a	56,5	30,9	- ^a
2. T _{viskositas maks}	°C	88,5	89,5	30,0	- ^c	- ^c	- ^c
3. Kisaran T pasting (=2-1)	°C	11,3	12,9	- ^a	- ^c	- ^c	- ^c
4. Visk _{maks}	BU	451,6	466,0	710,0 ^b	- ^c	- ^c	- ^c
5. Visk _{95°C}	BU	426,0	451,7	112,3	77,3	108,2	37,8
6. Visk _{95°C, 20 menit}	BU	342,0	406,0	96,3	95,5	146,2	48,3
7. Visk _{akhir (50°C)}	BU	438,3	502,0	152,3	136,3	200,7	68,0
8. Breakdown (=4-6)	BU	109,6	60,0	613,7	- ^c	- ^c	- ^c
9. Stabilitas (=6-5)	BU	-84,0	-45,6	-16,0	18,2	38,0	10,5
10. Konsistensi (=7-4)	BU	-13,3	36	-577,7	- ^c	- ^c	- ^c
11. Setback (=7-6)	BU	96,3	96,0	56,0	40,8	54,5	19,7

Keterangan: ^a tepung sudah memiliki viskositas >0 pada awal proses (30°C); ^bviskositas pada awal proses analisis; ^ctidak ada viskositas maksimum



Gambar 2. Profil pasta tepung ubi jalar

Hal ini bisa dilihat dari pola amilogram yang menunjukkan viskositas awal pasta yang rendah dan sedikit peningkatan viskositas selama pemanasan. Sementara itu, proses pengukusan yang dikombinasi dengan pengeringan drum (teknik 6) menyebabkan granula pati pecah sehingga viskositas turun. Hal ini menjelaskan mengapa profil viskositas pasta tepung dari teknik 6 pada amilogram terlihat datar selama proses pemanasan dan pendinginan. Penurunan viskositas ini penting untuk tepung-tepung yang akan digunakan pada produksi makanan sapihan dan makanan tambahan berbasis pati (Muyonga *et al.*, 2001).

Nilai setback pasta tepung dari teknik 6 sangat rendah sementara nilai setback tepung dari teknik 4-5 relatif sama dengan pasta tepung dari teknik 3. Nilai setback yang rendah mengindikasikan bahwa pasta bersifat kohesif (Muyonga *et al.*, 2001).

KESIMPULAN

Ubi jalar varietas sukuk sampel memiliki kadar air 61,48% (bb), abu 1,87% (bk), protein 3,35% (bk), lemak 0,49% (bk) dan karbohidrat (*by difference*) 94,29% (bk).

Teknik produksi tepung berpengaruh nyata terhadap kadar air, densitas kamba, warna (nilai L, a, b), sifat mikroskopis granula pati, IPA dan IKA serta sifat amilografi pasta tepung. Pengeringan ubi jalar tanpa diawali proses pengukusan, dengan penjemuran dan/atau pengeringan oven akan menghasilkan tepung dengan karakteristik pati mentah. Proses pengeringan yang didahului dengan proses pengukusan akan menghasilkan tepung dengan kondisi pati tergelatinisasi. Tepung yang diperoleh dari ubi jalar kukus yang dikeringkan akan menghasilkan pasta non kohesif, dengan viskositas rendah dan bersifat stabil selama proses pemanasan dan pendinginan. Informasi mengenai karakteristik

tepung yang dihasilkan dari berbagai teknik pengeringan ini dapat dijadikan pertimbangan untuk aplikasinya didalam produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

AACC.1983. American Association Of Cereal Chemist Approved methods. Vol II.

Al-Muhtaseb AH, WAM McMinn dan TRA Magee. 2004. Shrinkage, density and porosity variations during the convective drying of potato starch gel. Proceedings of the 14th International Drying Symposium (IDS 2004) São Paulo, Brazil, 22-25 August 2004, vol. C, pp. 1604-1611

Alves RM, MV Grossmann C Ferrero, NE Zaritzky MN. Martino dan MR Sierakoski. 2002. Chemical and functional characterization of products obtained from yam tubers. *Starch/Stärke* 54:476-481.

Ancona DAB, LAC Guerrero, RIC Matos, GD Ortiz. 2001. Physicochemical and functional characterization of baby lima bean (*Phaseolus lunatus*) starch. *Starch/Stärke* 53:219-226.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. AOAC Int., Washington.

Apriyantono A, D Fardiaz, NL Puspitasari, Y. Sedarnawati dan S Budiyo. 1999. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. PAU IPB, Bogor.

Badan Pusat Statistik, 2006. Food Crops Statistics. <http://www.bps.go.id>. [7 April 2007]

Brennan JG. 1990. Dehydration of foodstuffs, In: Water and Food Quality. Hardman, T.M. (ed). Elsevier Applied Science, New York.

- Carabasa-Giribet M, dan A Ibarz-Ribas. 2000. Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures. *Journal of Food Engineering* 44:181-189.
- Djuanda V. 2003. Optimasi Formulasi Cookies Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Berdasarkan Kajian Preferensi Konsumen. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Guha M, SZ Ali dan S Bhattacharyas 1998. Effect of barrel temperature and screw speed on rapid viscoanalyser pasting behaviour of rice extrudate. *International journal of food science & technology* 33(3): 259-266
- Iyota H, N Nishimura T Onuma dan T Nomura. 2001. Drying of sliced raw potatoes in superheated steam and hot air. *Drying Technology* 19:1411-1424.
- Jamradloedluk J, A Nathakaranakule, S Soponronnarit dan S. Prachayawarakorn. 2007. Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip. *Journal of Food Engineering* 78(1):198-205
- Karathanos VT dan GD Saravacos. 1993. Porosity and pore size distribution of starch materials. *Journal of Food Engineering* 18:259-280
- Khalil 1999. Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel Terhadap Perubahan Perilaku Fisik Bahan Pangan Lokal: Kerapatan Tumpukan, Kerapatan Pematatan, dan Bobot Jenis. *Media Peternakan* Vol. 22 No 1:1-11.
- Khasanah U. 2003. Formulasi, Karakterisasi Fisikokimia dan Organoleptik Produk Makanan Sarapan Ubi Jalar (*Sweet Potato Flakes*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Marousis SN dan GD. Saravacos. 1990. Density and porosity in drying starch materials, *Journal of Food Science* 55:1367-1372.
- Muchtadi TR, P. Haryadi AB Ahza. 1988. Teknologi Pemasakan Ekstrusi. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muyonga JH, RS Ramteke dan WE Eipeson. 2001. Predehydration steaming changes physicochemical properties of unripe banana flour. *Journal of food processing and preservation* 25(1):35-47
- Rahman MS 1995. *Food Properties Handbook*. CRC Press, Inc. New York
- Ropiq S, Sukardi dan TK Bunasor. 1988. Ekstraksi dan Karakterisasi pati Ganyong (*Canna edulis Kerr*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 3(1):21-26.
- Shih M-C, C-C Kuo dan W Chiang. 2009. Effects of drying and extrusion on colour, chemical composition, antioxidant activities and mitogenic response of spleen lymphocytes of sweet potatoes. *Food Chemistry* 117 (1):114-121
- Yadav AR, M. Guha RN Tharanathan dan R.S. Ramteke. 2006. Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques. *LWT* 39:20-26.