

Penelitian/Research

**PENGARUH PROSES PENGOLAHAN SINGKONG (*Manihot esculenta Crantz*) TERHADAP KANDUNGAN SKOPOLETIN**

*The Effect of Cassava (*Manihot esculenta Crantz*) Processing on Scopoletin Content*

Tita Aviana dan H. G. Pohan

Balai Besar Industri Agro (BBIA)  
Jalan Ir.H.Juanda No 11, Bogor 16122

**RINGKASAN :** Penelitian mengenai pengaruh proses pengolahan terhadap kandungan skopoletin pada produk singkong telah dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik perubahan kandungan skopoletin pada pasca panen dan pengolahan singkong. Ruang lingkup penelitian mencakup pembuatan produk antara (mokaf dan tapioka) dan produk olahan dari singkong (singkong goreng, kripik singkong, singkong rebus dan singkong kukus) serta analisis kandungan skopoletin pada tahapan proses pembuatan produk antara dan produk akhir sedangkan hasil analisis kandungan skopoletin pada produk menunjukkan adanya penurunan kandungan skopoletin. Persentase kandungan skopoletin produk antara dan produk akhir terhadap kandungan awal pada bahan baku bervariasi antara 5,77% (keripik singkong) sampai 97,10% (mokaf). Proses pengolahan singkong untuk konsumsi langsung yang dapat mempertahankan kandungan skopoletin cukup tinggi adalah proses kukus (72,35%).

Kata kunci: singkong, pengolahan, skopoletin

**ABSTRACT:** *Top of Form Research on processing effect on the content of scopoletin in cassava products has been conducted. The purpose of this study was to characterize changes of scopoletin content in cassava after post-harvest and processing. Scope of the study included the preparing of intermediate products (mokaf and tapioca) and final cassava-based products (fried cassava, cassava chips, boiled cassava and steamed cassava) and analysing their scopoletin content. The results of scopoletine content indicated that there was a decrease in scopoletin content in the final product. The percentage content of scopoletin intermediate products and final products of the initial content of the raw material varies between 5.77% (cassava chips) to 97.10% (mokaf). The processing of cassava for direct consumption which can retain their high scopoletin is the steamed (72.35%)*

Keywords: cassava, processing, scopoletin

**PENDAHULUAN**

Tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan tanaman yang penting di negara berkembang seperti negara di kawasan Afrika, Asia dan Amerika Latin (Ruvi, 1996). Tanaman ini secara spesifik dijelaskan mengandung karbohidrat yang tinggi, tahan terhadap kekeringan dan dapat tumbuh pada tanah-tanah yang tidak subur dan sangat menguntungkan bagi petani kecil (Buschmann, *et al.*, 2000).

Masalah pada umbi singkong adalah umur simpan yang tidak tahan lama. Proses kerusakan singkong diawali dengan kerusakan

fisiologis pada 24 hingga 48 jam setelah panen (Beeching *et al.*, 1998) diikuti kerusakan tahap dua (pada 5 hingga 7 hari berikutnya) yang melibatkan kehadiran mikrobiologi. Proses biokimia dan perubahan histologis pada tahap awal kerusakan tersebut diketahui sebagai *Post-harvest Physiological Deterioration* (PPD) atau lebih dikenal sebagai kepoyoan (Ravi & Aked, 1996).

Timbulnya perubahan warna umbi menjadi biru kehitaman merupakan tanda awal terjadinya PPD atau kepoyoan. Perubahan warna ini kemudian diikuti pencoklatan pada jaringan parenkim. Secara mikroskopik, pada



tahap ini terjadi akumulasi komponen-komponen tertentu pada jaringan parenkim, diantaranya adalah skopoletin (Tanaka *et al.*, 1983; Uritani *et al.*, 1984a,b). Wheatley (1982) menemukan adanya peningkatan kandungan skopoletin hingga 150-200 kali setelah pelukaan jaringan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan skopoletin terutama pada pasca panen dan pengolahan singkong.

Skopoletin (6-metoksi-7-hidroksicoumarin) merupakan senyawa fenolik termasuk keluarga 7-hidroksilat kumarin. Kumarin (anhidrida dari o-coumaric) merupakan nama kimia dari skopoletin berwarna putih dan berbentuk kristal. Secara alami skopoletin terdapat pada tanaman seperti *tonka bean*, lavender, rumput semanggi, stroberi, kayu manis dan secara sintesis dapat dibuat dari asam amino fenilalanin (Shimidzu *et al.*, 2006). Skopoletin ditemukan juga pada tanaman sereal, polong-polongan dan *solanaceae* (Cabello-Hurtado *et al.*, 1997).

Skopoletin telah diketahui sebagai fitoaleksin, berhubungan dengan daya tahan terhadap mikroba patogen dalam tanaman tembakau dan bunga matahari, sebagai bahan pencegah pakan serangga dan penghambat perkecambahan rumput parasit (Cabello-Hurtado *et al.*, 1997). Skopoletin dipercaya memiliki manfaat dalam kesehatan untuk menurunkan tekanan darah dengan cara memperlebar saluran pembuluh darah agar peredaran darah menjadi lancar. Skopoletin juga dapat berinteraksi sinergis dengan *nutraceuticals* lain untuk mengatur tekanan darah menjadi normal. Manfaat lain skopoletin bagi manusia antara lain dapat membersihkan kanker dengan cara menghambat proliferasi kanker melalui induksi *apoptosis*. *Apoptosis* adalah mekanisme biologi yang merupakan salah satu jenis kematian sel. Apoptosis digunakan oleh organisme multisel untuk membuang sel yang sudah tidak diperlukan bagi tubuh. Skopoletin juga ditemukan dapat menghambat peroksidase lipid dan meningkatkan aktivitas antioksidan. Senyawa skopoletin (hidroksi-meoksi-kumarin) sangat efektif sebagai zat anti radang dan anti alergi. Fungsi lain dari skopoletin yang dihasilkan kelenjar peneal dapat mencegah migran, pusing, depresi bahkan *alzheimer* (Winarti, 2008).

Tepung mokaf atau *Modified Cassava Flour* merupakan produk turunan dari tepung

ubi kayu yang menggunakan prinsip modifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Secara teknis, cara pengolahan tepung mokaf sangat sederhana, mirip dengan cara pengolahan tepung ubi kayu biasa, namun disertai dengan proses fermentasi. Mikroba yang tumbuh pada ubi kayu akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sedemikian rupa sehingga terjadi pembebasan granula pati. Proses pembebasan granula pati ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya granula pati tersebut akan mengalami hidrolisis menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini akan bercampur dalam tepung, sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan citarasa ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen (Subagio, 2006). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mempelajari perubahan kandungan skopoletin pada singkong dan karakteristik pada produk olahan singkong.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Agro. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) yang diperoleh dari pedagang di Bogor dan petani singkong di Trenggalek. Bahan aktif (enzim, media kultur, senyawa A dan senyawa C) yang digunakan dalam pembuatan tepung mokaf diperoleh dari Koperasi Usaha Gemah Ripah Loh Jinawi Trenggalek. Bahan kimia yang digunakan adalah standar skopoletin, HPLC-grade methanol, akuades,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , KOH, NaCl, dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

### Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah: *slicer* dengan kapasitas 50 kg/jam dilengkapi motor listrik 1/5 Hp, parutan dengan kapasitas 100 kg/jam dan dilengkapi dengan motor listrik 3/4 Hp, *spinner* dengan kecepatan 1500 rpm, gilingan tepung, oven Memmert, timbangan, ember plastik kapasitas 50 liter, tapisan bambu, baskom, wadah plastik, plastik pengemas, kain saring, baskom plastik, rak, dan pisau *stainless steel*. Sedang alat analisis



adalah HPLC-FL Shimadzu LC-20 AD, sentrifuse yang dilengkapi dengan tabung vial 1,5 ml, neraca analitik dengan ketelitian 0.001 g, *syringe* dan lain-lain.

## Metode

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa proses pengolahan singkong yaitu 1) pembuatan tepung mokaf; 2) pembuatan pati singkong; dan (3) pengolahan singkong dengan cara digoreng, dikukus, direbus dan dibuat keripik singkong.

### 1. Pembuatan tepung mokaf

Pertama-tama singkong dibersihkan dari kulit, bagian yang bukan singkong dan kemudian dicuci bersih. Singkong yang telah bersih ditiriskan dengan menempatkan pada wadah yang terbuat dari anyaman bambu. Selanjutnya singkong diiris menggunakan alat *slicer* dengan tebal irisan 1,5 mm. Dalam proses pembuatan tepung mokaf ada 2 (dua) tahapan yaitu pertama pembuatan *starter* dan kedua proses fermentasi.

Persiapan *starter* dilakukan dengan menimbang singkong sebanyak 3 kg dan kemudian diparut. Parutan singkong selanjutnya diperas untuk mendapatkan cairan lebih kurang sebanyak 1 (satu) liter. Kemudian kedalam cairan singkong tersebut ditambahkan Bakteri Asam Laktat sebanyak 0,1 % dari jumlah singkong yang akan diproses dan diaduk sampai rata. Biarkan selama 3 jam sebelum digunakan dalam proses pembuatan tepung mokaf. Jika bakteri bekerja dengan baik ditandai dengan keluarnya gelembung udara.

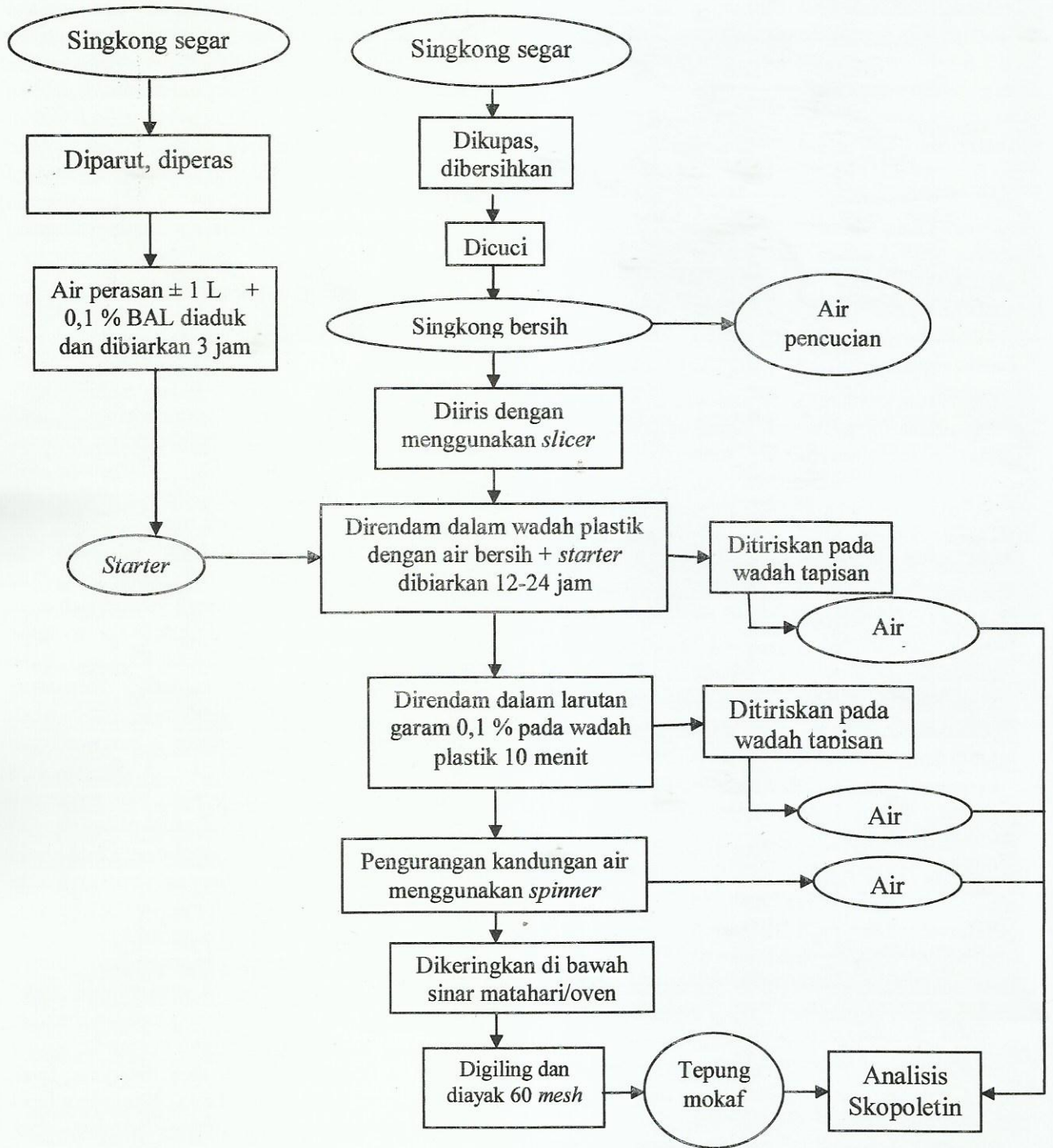
Proses fermentasi dilakukan dengan cara menempatkan irisan singkong sampai penuh ke dalam wadah plastik yang telah disiapkan. Langkah selanjutnya ditambahkan air sampai irisan singkong terendam dan kemudian dimasukkan *starter* sambil diaduk hingga rata. Kemudian ditutup dengan penutup yang tersedia dan selanjutnya dibiarkan selama 24 jam agar terjadi proses fermentasi. Setelah itu airnya dipisahkan dengan cara menempatkan irisan singkong pada tapisan yang terbuat dari bambu. Untuk menghentikan proses fermentasi, irisan singkong direndam dalam air garam 0,1 % selama 10 – 15 menit dan selanjutnya irisan singkong ditiriskan. Untuk menghilangkan air sebanyak mungkin

perlu dilakukan pengurangan air dengan menggunakan alat *spinner* agar proses pengeringan tidak terlalu lama. Pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari dan setelah kering kemudian digiling untuk mendapatkan tepung mokaf. Analisis skopoletin dilakukan terhadap air perendaman dan tepung mokaf termasuk karakteristiknya. Adapun skema proses pembuatan tepung mokaf seperti Gambar 1.

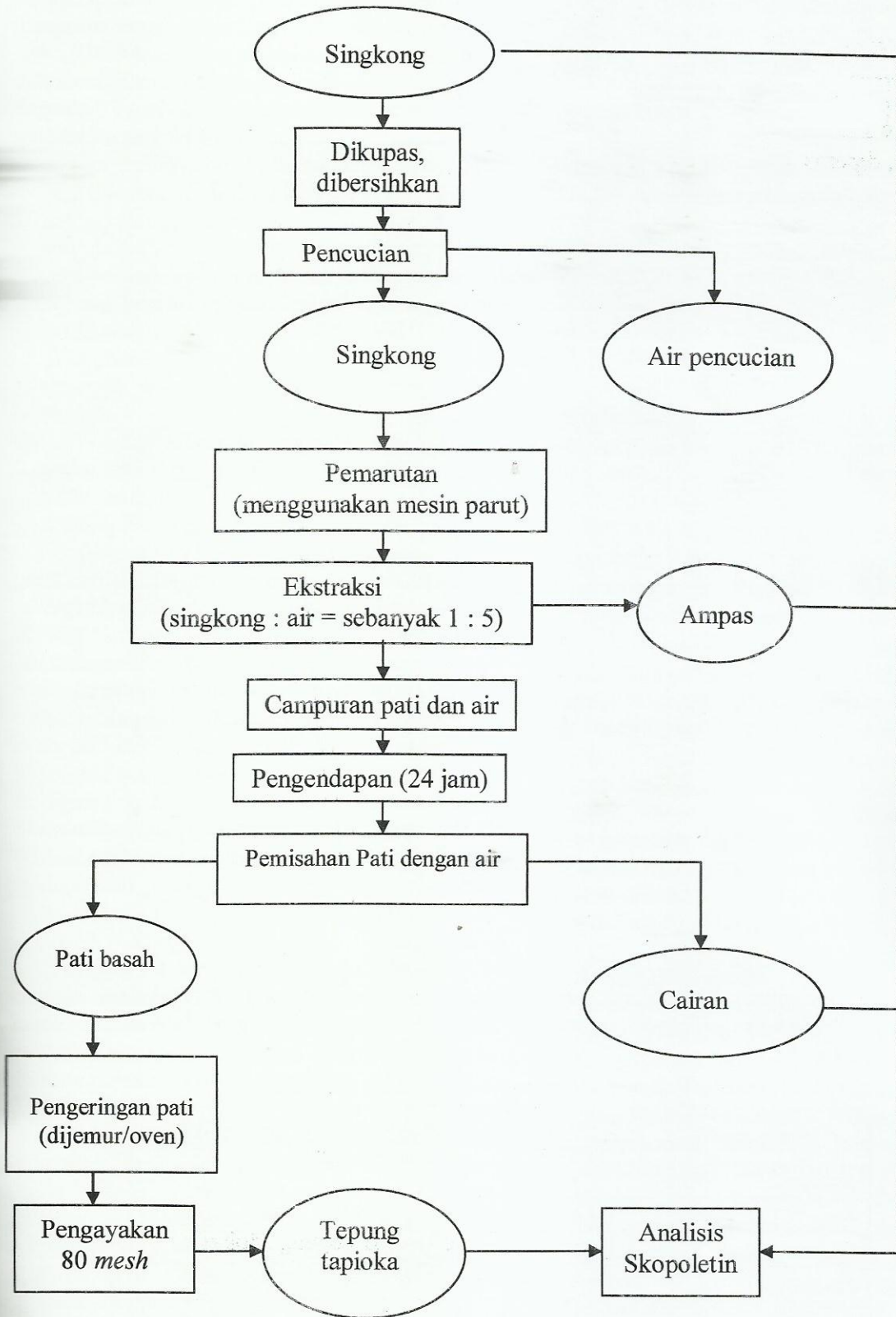
### 2. Pembuatan tapioka

Dalam pembuatan tapioka ada beberapa tahapan proses yaitu sortasi, pengupasan, pencucian, pamarutan, pemerasan/ekstraksi, pengendapan dan pengeringan. Proses pembuatan tapioka, pertama-tama dilakukan pembersihan dan pengupasan kulit dengan menggunakan alat pisau. Kemudian singkong yang telah dikupas dicuci sampai bersih dan ditiriskan serta siap untuk diparut. Pamarutan singkong dilakukan dengan menggunakan mesin pamarut dan hasil parutan singkong diusahakan sehalus mungkin dengan tujuan agar proses ekstraksi pati dapat dilakukan secara maksimal. Kemudian kedalam parutan singkong dilakukan penambahan air dengan perbandingan singkong : air sebanyak 1 : 5 dengan cara penambahan air 3 tahap agar pati terekstrak sempurna. Cara ekstraksi dilakukan dengan menempatkan parutan singkong pada kain saring sambil ditambahkan air dan digoyang-goyang sampai hasil saringan terlihat bening. Hasil ekstraksi kemudian dimasukkan kedalam ember dan dibiarkan mengendap sampai sempurna (lebih kurang 24 jam) yang ditandai dengan air di bagian atas berwarna bening. Langkah selanjutnya air yang berwarna bening dibuang dengan hati-hati agar pati yang telah mengendap tidak ikut terbawa. Kemudian hasil pati ditempatkan pada loyang dan siap untuk dikeringkan dibawah sinar matahari atau oven. Setelah pati kering dilakukan pengayakan pati dengan ayakan 80 mesh agar pati tidak menggumpal dan siap dikemas berupa tapioka. Analisis skopoletin dilakukan terhadap air sisa proses pengendapan dan tapioka termasuk karakteristiknya. Adapun secara ringkas diagram alir proses pembuatan tapioka dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 1. Skema Proses Pembuatan Tepung Mokaf



Gambar 2. Skema Proses Pembuatan Tapioka



### 3. Pembuatan Olahan Singkong

Olahan singkong terdiri dari singkong yang dimasak dengan cara digoreng, dikukus, direbus, dan dibuat keripik singkong.

#### Pengamatan

Pengamatan sifat fisik dan kimia tepung mokaf dan tapioka dilakukan melalui

#### Spesifikasi alat HPLC-FL

Instrumen	: HPLC dengan detektor fluoresensi
Tipe sistem	: Shimadzu LC-20 AD
Kolom	: Tipe Daisopak SP-120-5-ODS-P Kolom pemisah 250 x 4,6 mm
Volume injeksi	: 20 $\mu$ L
Detektor	: Fluorescence RF – 10 AXL Panjang gelombang eksitasi 360 nm, emisi 450 nm
Komposisi fase gerak	: 50 mm fosfat buffer – metanol (74 : 26) dengan laju alir 1,0 mL/menit
Waktu retensi	: $\pm$ 28 menit

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Rendemen didasarkan pada pemanfaatan hasil pertanian yang dapat digunakan dalam suatu proses dalam pembuatan produk. Dalam penelitian ini produk yang dihasilkan adalah tepung mokaf, tapioka dan sisa berupa onggok dari bahan singkong. Adapun rendemen tepung mokaf yaitu 27,32 %, lebih rendah dibanding dari hasil mokaf secara komersil berkisar antara 30 - 33,33 % (Anonim, 2010). Hal ini diduga diakibatkan oleh jumlah singkong yang diolah

analisis rendemen, proksimat (meliputi air, abu, protein, lemak karbohidrat, dan pati, dengan mengacu pada metode AOAC), dan derajat putih. Analisis skopoletin singkong dan produk singkong dilakukan dengan menggunakan alat HPLC-FL dengan kondisi kerja sebagai berikut :

terlalu sedikit sehingga banyak bahan yang hilang selama proses pengolahan berlangsung. Rendemen tepung tapioka sebesar 33,33 % cukup tinggi bila dibandingkan dengan rata-rata rendemen tapioka secara komersil yaitu sebesar 25 % (Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2005). Tingginya rendemen hasil percobaan diduga dipengaruhi oleh faktor jenis singkong dan efektifitas ekstraksi sehingga pati yang dihasilkan maksimal, sedang rendemen onggok yaitu 8,69 %.

### Karakteristik Tepung Mokaf dan Tapioka

Untuk menentukan karakteristik tepung mokaf, tapioka dan onggok dilakukan analisis proksimat dibandingkan dengan produk mokaf asal Trenggalek. Adapun hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Analisis Proksimat Tepung Mokaf, Tapioka dan Onggok

Parameter	Mokaf Tenggalek	Mokaf	Tapioka	Onggok kering
Air (%)	13,7	11,1	10,9	10,7
Abu (%)	0,64	0,44	0,2	0,98
Protein (%)	0,71	1,82	0,18	0,79
Lemak (%)	0,53	0,44	0,03	0,14
Karbohidrat	84,4	86,2	88,7	88,2
Pati (%)	77,9	73,3	84,8	70,5
Derajat putih (%)	91,8	94,4	96,9	93,1

Dari data pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa kadar air dari semua produk berkisar antara 10,7 - 13,7 %. Perbedaan ini diduga

diakibatkan dari cara pengeringan atau waktu yang dibutuhkan berbeda satu sama lain. Umumnya semakin rendah kadar air



disebabkan juga oleh intensitas matahari yang cukup sehingga tingkat penguapan air dari bahan semakin cepat tanpa terganggu oleh cuaca. Jika dibandingkan karakteristik tepung mokaf Trenggalek dengan tepung mokaf hasil percobaan relatif hampir sama. Kandungan protein tepung mokaf Trenggalek sebesar 0,71 % lebih rendah dari mokaf yaitu 1,82 % dan pati singkong masing-masing sebesar 0,79 % dan 0,2 %. Hal ini diduga akibat dari penggunaan air yang mana sebagian besar protein tercuci, sedang pada tepung mokaf penggunaan air lebih kecil dari mokaf Trenggalek dengan skala produksi lebih besar sehingga akan menggunakan air yang cukup banyak.

Kandungan karbohidrat mokaf Trenggalek, onggok, pati singkong dan mokaf relatif hampir sama yaitu berturut-turut 84,4 % , 88,2 % , 88,7 % dan 86,2 % , sedang kandungan pati juga hampir sama antara mokaf Trenggalek 77,9 % , onggok 70,5 % dan mokaf 73,3 % , sedang pati singkong lebih besar yaitu 84,8 % . Menurut Subagio, dkk (2008) bahwa kandungan pati mokaf berkisar antara 85 – 87 % dan derajat putih sebesar 88 – 91 % . Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan proses yang digunakan sehingga menghasilkan produk yang berbeda dan juga varitas yang digunakan kemungkinan berbeda satu sama lain. Pati singkong merupakan hasil ekstrak dari pati dari singkong sehingga dapat dikatakan sebagian besar terdiri dari pati. Dari hasil analisis derajat putih yang perlu dicermati adalah adanya perbedaan antara mokaf Trenggalek (skala industri kecil - menengah) yaitu sebesar 91,8 % lebih rendah dibanding dengan mokaf (skala lab) sebesar 94,4 % . Perbedaan ini diduga diakibatkan oleh penggunaan kualitas air yang berbeda satu dengan lainnya. Selain itu juga derajat asam mokaf lebih tinggi yaitu sebesar 2,59 % dari mokaf Trenggalek sebesar 1,59 % . Perbedaan ini diduga akibat dari proses penghentian aktivitas bakteri asam laktat yang kurang sempurna pada produk mokaf sehingga proses fermentasi masih berlangsung sebelum dilakukan proses pengeringan.

## Kandungan Skopoletin

### 1. Tepung mokaf

Skopoletin merupakan kandungan yang bermanfaat untuk mengatur tekanan darah menjadi normal, meningkatkan aktivitas antioksidan zat anti radang dan anti alergi serta

mencegah migran, pusing dan depresi. Untuk itu perlu dilihat kehilangan kandungan skopoletin selama proses pembuatan mokaf. Hasil analisis kandungan skopoletin dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Skopoletin Pada Pembuatan Tepung Mokaf.

Produk	Kandungan skopoletin (% terhadap kandungan pada bahan baku)	
	Mokaf Hasil Percobaan	Mokaf Trenggalek
Air sisa fermentasi	1,69	2,17
Tepung mokaf	97,10	52,51

Berdasarkan analisis skopoletin pada mokaf, terjadi penurunan kandungan skopoletin pada produk akhir (mokaf) baik yang dibuat di laboratorium BBIA maupun pada mokaf Trenggalek. Mokaf yang dibuat di laboratorium BBIA memiliki persentase penurunan kandungan mokaf yang lebih kecil dibandingkan mokaf Trenggalek. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan mokaf BBIA sebesar 97,10% dari kandungan skopoletin pada bahan baku (23,12 ppm). Sedangkan untuk mokaf Trenggalek hanya 52,51% dari kandungan awal bahan baku (22,07 ppm). Perbedaan nilai tersebut kemungkinan disebabkan karena perbedaan pada proses pembuatan mokaf. Pada pembuatan mokaf Trenggalek, proses dilakukan dalam jumlah besar sehingga terdapat beberapa tahap proses yang pada pengerjaannya berbeda dengan pengerjaan skala laboratorium untuk penelitian. Pada pengerjaan mokaf Trenggalek, proses penirisan setelah fermentasi dilakukan dengan cara menumpuk karung berisi *chips* singkong dan dibiarkan selama beberapa waktu setelah itu dilanjutkan dengan proses penjemuran. Kemungkinan, pada saat proses penumpukan karung tersebut, terdapat lebih banyak air yang keluar dari produk disertai skopoletin terbawa didalamnya. Adapun pada pembuatan mokaf saat penelitian, *chips* singkong yang telah selesai difermentasi segera dicuci kemudian dijemur atau dikeringkan.

Sebaliknya, untuk air sisa fermentasi, kandungan skopoletin pada sisa air fermentasi mokaf BBIA lebih kecil (1,69%) daripada kandungan pada sisa air fermentasi mokaf



- Cabello-Hurtado F, Durst F, Jorriin JV, Werck-Reichhart D. 1998. "Coumarins in *Helianthus tuberosus*: characterizations, induced accumulation and biosynthesis". *Phytochemistry* 49:1029-1036.
- Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian 2005. *Pengembangan Usaha Pengolahan Tepung Tapioka*. Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press. Jakarta
- Li F, Liu Q, Cai W, and Shao X. 2009. "Analysis of scopoletin and caffeic acid in tobacco by GC-MS after a rapid derivatization procedure". *Chromatographia*, April 2009 Vol.69, Issue 7-8, pp 743-748.
- Moreira, R. 1999. *Deep Fat Frying, Fundamental and Applications*. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg Maryland.
- Ravi, V., dan Aked, J. 1996. "Review on tropical root and tuber crops. II. Physiological disorders in freshly stored roots and tubers". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36:711-731
- Subagio, A. 2006. "Ubi kayu: substitusi berbagai tepung-tepungan". *Food Review*, April 2006:18-22.
- Subagio, A., W. Siti, Y. Witono, dan F. Fahmi. 2008. *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster*. Bogor: Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFASST) Center, Institut Pertanian Bogor.
- Tanaka Y, Data ES, Hirose S, Taniguchi T, and Uritani I. 1983. "Biochemical changes in secondary metabolites in wounded and deteriorated cassava roots". *Agricultural and Biological Chemistry* 47: 693-700.
- Uritani I, Data ES, and Tanaka Y. 1984a. "Biochemistry of post harvest deterioration of cassava and sweet potato roots". In: Uritani I, Reyes ED, eds. *Tropical root crops: post harvest physiology and processing*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 61-75.
- Uritani I, Data ES, Villegas RI, and Flores P. 1984b. "Changes in secondary metabolism in cassava roots, in relation to physiological deterioration". Dalam Uritani I, Reyes ED (ed.). *Tropical root crops: post harvest physiology and processing*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 109-118.
- Weiss, T.J. 1993. *Food Oils and Their Uses*. The AVI Publishing Co., Inc. Westport. Connecticut.
- Wheatley, C. 1982. *Studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root physiological deterioration*. PhD tesis, University of London, UK.
- Wheatley, C; and Schwabe, W.W. 1985. "Scopoletin involvement in post-harvest physiological deterioration of cassava root (*Manihot esculenta* Crantz)". *Journal of Experimental Botany* 36: 783-791
- Winarti, C. 2005. "Peluang pengembangan minuman fungsional dari buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)". *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(4), 149 - 155.
- Wirakartakusumah, A., Subarna, Arpah, M., Syah, D., dan Budiwati, S.I. 1992. *Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor.