PERBAIKAN MUTU TEPUNG SINGKONG MELALUI TEKNOLOGI FERMENTASI UNTUK MENGHASILKAN TEPUNG MOCAF

QUALITY IMPROVEMENT OF CASSAVA FLOUR USING FERMENTATION TECHNOLOGY TO PRODUCE MOCAF FLOUR

Husniati[1] dan Nunuk Widhyastuti[2]
[1]Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung
[2]Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong
husniati.eni@gmail.com
Diajukan: 25/3/2013, Direvisi: 11/4/2013, Disetujui: 25/4/2013

ABSTRACT

Cassava is one of carbohydrate source that the most popular in Indonesia and currently increasing production of cassava tubers in Indonesia is predicted to increase continuely according to its utilization in various industries. The purpose of research is to modify cassava flour to improve the quality, by fermentation of cassava with lactic acid bacteria, cellulolytic bacteria, and yeast. The cassava was treated in variation of fermentation formulations and condition during immersion in medium. Improvement of cassava flour quality was shown by fermentation of 1 kg cassava using 12 mL of 3.1 x 10^8 colonies/mL lactic acid bacteria (LAB), 100 mL cellulolytic bacteria (CB) containing 0.8 x 10^6 colonies/mL, and 1 g commercial yeast for 1 day at room temperature. The quality of mocaf flour was evaluated based on whitness degree, viscosity and solubility and compared with native cassava flour. The result showed an increase in whiteness (85,4%) and viscosity (310 BU), decrease in swelling power, and increased solubility at high temperature 80-90 ^{0}C with percent solubility ranged from 2.57 to 6.42%.

Keywords : lactic acid bacteria/ LAB, cellulolytic bacteria/CB, cassava, modified cassava flour, and yeast.

ABSTRAK

Singkong adalah salah satu sumber karbohidrat yang cukup populer di Indonesia dan saat ini produksinya meningkat dari tahun ke tahun untuk memenuhi kebutuhan industri. Tujuan penelitian ini adalah untuk memodifikasi tepung singkong sebagai upaya untuk memperbaiki mutu dengan cara fermentasi singkong menggunakan bakteri asam laktat/BAL, bakteri selulolitik, dan khamir. Singkong diperlakukan dalam variasi formulasi fermentasi dan kondisi waktu perendaman dalam medium. Perbaikan mutu tepung singkong ditunjukkan oleh fermentasi 1 kg *cassava* selama 1 hari dengan penambahan 12 mL 3,125 x 10^8 koloni/mL BAL (bakteri asam laktat), 100 mL 0,8 x 10^6 koloni/mL bakteri selulolitik/CB, dan 1 g khamir komersial pada suhu kamar berkisar 27-30 ^{0}C. Kualitas tepung mocaf dievaluasi berdasarkan derajat putih, viskositas dan kelarutan yang dibandingkan dengan tepung singkong tanpa fermentasi. Hasil penelitian diperoleh peningkatan derajat putih (85,4%), viskositas (310 BU), penurunan *swelling power*, dan peningkatan kelarutan pada suhu tinggi dengan persen solubilitas pada suhu 80-90 ^{0}C bekisar 2,57-6,42%.

Kata kunci : bakteri asam laktat/BAL, bakteri selulolitik, *cassava*, tepung modifikasi cassava, dan khamir.

PENDAHULUAN

Produksi ubi singkong di Indonesia diprediksi terus meningkat dari tahun ke tahun sesuai pemanfaatannya pada berbagai industri. Pada tahun 2012 sesuai data MSI (Masyarakat Singkong Indonesia) produksi singkong mencapai 25 juta ton. Jumlah tersebut meningkat 19% dibandingkan realisasi produksi pada tahun 2011 (Handoyo, 2012). Peningkatan produksi singkong terdukung oleh mudahnya singkong ditanam di seluruh wilayah Indonesia karena tidak terlalu sulit dalam proses pembudidayaan serta tahan terhadap hama penyakit. Singkong termasuk salah satu sumber karbohidrat yang diharapkan dapat mensubstitusi kebutuhan makanan pokok. Program ketahanan pangan yang telah dicanangkan bertujuan untuk mewujudkan diversifikasi pangan dan mengurangi ketergantungan pada salah satu makanan pokok saja seperti beras.

Nutrisi dari umbi singkong tergolong kaya

karbohidrat dengan persen komposisinya berkisar 34% (bb), namun miskin nilai protein dan mineral. Umbi singkong ini juga mengandung glikosidik sianogenik terutama linamarin yang berpotensi toksik. Menurut Dzazuli & Bradburry (1999) bahwa kandungan toksik sianogen total dalam umbi singkong di Indonesia terdapat 5-54 ppm. Umbi singkong akan mengalami kerusakan secara fisiologis setelah panen dalam waktu 2-5 hari dan 3-5 hari berikutnya mengalami kerusakan oleh mikroba.

Beberapa penelitian telah dikembangkan guna memperoleh metode pemrosesan yang dapat meningkatkan kualitas produk singkong dan mengurangi senyawa toksik tersebut. Beberapa teknik modifikasi secara fisik, kimia, dan enzimatis telah memperbaiki sifat fungsional pati yang memungkinkan penerapannya pada berbagai industri (Richardson and Gorton, 2003; Abbas, 2010; Achor *et al.*, 2010). Fermentasi merupakan teknik modifikasi sederhana dan murah yang umum digunakan di berbagai negara Afrika dan Asia. Produk akhir fermentasi memberikan kualitas organoleptik yang unik.

Pada proses fermentasi, umbi kontak dengan air selama beberapa hari sehingga menjadi lunak. Terpecahnya struktur jaringan mengakibatkan linamarin kontak dengan linamarase yang berada pada dinding sel sehingga terjadi hidrolisis linamarin menjadi glukosa dan sianohidrin yang selanjutnya dengan mudah berubah menjadi keton dan HCN (Achi & Akomas, 2006). Assanvo (2002) *dalam* Tetchi (2012) menemukan bahwa fermentasi oleh inokulum yang terdiri dari sumber mikroorganisme aktif adalah penyebab utama terhadap kualitas organoleptik produk singkong fermentasi. Teknik yang dikenalkan dalam fermentasi ini dikenal produk mocaf (*modified cassava flour*) yaitu modifikasi cassava (singkong) melalui proses fermentasi. Subagio dkk. (2012) telah melaporkan produk temuannya yang diberi nama mocaf dengan karakteristik yang khas. Oleh sebab itu keberadaan mikroorganisme yang tidak spesifik dapat mempersulit kontrol produk yang dihasilkan dan cenderung menghasilkan bau yang tidak diinginkan.

Pemprosesan singkong secara fermentasi terkontrol merupakan salah satu tujuan untuk memperoleh karakteristik mocaf yang diinginkan yaitu menggunakan medium cair yang mengandung sumber campuran mikroba. Achi & Akomas (2006) menyebutkan campuran mikroba tersebut adalah golongan bakteri selulolitik, bakteri asam laktat/BAL, dan khamir. Mereka juga menyatakan bahwa produk fermentasi singkong menggunakan campuran mikroflora dari golongan ini lebih disukai konsumen dari pada sebaliknya. Menurut Meryandini *et al.* (2011) bahwa modifikasi tepung singkong menggunakan bakteri selulolitik menghasilkan tepung singkong berkualitas dengan kandungan HCN berkurang dari sebelumnya. Metode pengolahan yang tepat dapat mengurangi kandungan sianogen umbi awal selain diperlukan kultivar dengan kandungan sianogen rendah (Dzazuli & Bradburry, 1999), sementara menurut Cardoso *et al.* (2005) bahwa total sianida dari *sweet cassava* mengandung 12-32 ppm.

Penelitian ini mempunyai tujuan peningkatan mutu tepung singkong dengan cara modifikasi secara fermentasi menggunakan isolat LIPI-MC dari bakteri selulolitik (CB) dan BAL, serta khamir komersial, untuk menghasilkan produk mocaf berkualitas tertentu ditinjau dari derajat putih, viskositas pasta, *swelling power*, dan kelarutan. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi bahwa isolat yang digunakan dapat menjadi salah satu alternatif campuran mikroflora dalam proses modifikasi cassava dengan karakteristik produk yang khas.

METODE

Bahan

Mikroba yang digunakan sebagai inokulum yaitu BAL dan bakteri selulolitik (CB) koleksi dari LIPI-MC dan khamir komersial [Merek Fermipan]. Media pemeliharaan dan perbanyakan untuk BAL yaitu MRS (*de Man, Rogosa and Sharpe*) dan MRS Agar sedangkan untuk CB yaitu media CMC dan NA. Bahan kimia yang

digunakan untuk pembuatan media adalah produk dari Merck, Oxoid, DB, dan Sigma.

Untuk penghitungan jumlah sel sebagai ALT (angka lempeng total) digunakan bahan *buffer pepton water* (BPW) dan PCA (*Plate Count Agar*).

Singkong yang digunakan untuk pembuatan mocaf dan tepung singkong yaitu *sweet cassava* dengan kadar HCN rendah, berusia 8-9 bulan, dan diperoleh dari perkebunan masyarakat di Bandar Lampung.

Alat

Dalam penelitian ini alat–alat yang digunakan adalah alat gelas, *orbital shaker* [YIH Der LM-5700], *hot plate* dan *magnetic stirrer,* pH meter [HACH EC 20], kertas saring whatman no 42, mikropipet [BIOHTIP Oyj], *water bath* [Stuart Sciencetific], timbangan analitik [Denver Instrument], inkubator dan oven [Memmert], *laminar flow cabinet* [Esco], centrifuge [Hitachi CF 16 RX II], *autoclave* [Tomy SX-500 High Pressure Steam Stabilizer], *blender* [Philips], UV Spectrophotometer [Shimadzu UV-1800], Brabender Micro Visco-Amylo-Graph, dan *Whitness meter* [KETT Digital Model C-100].

Prosedur Penelitian

Pembuatan media *starter*

Bakteri ditumbuhkan pada media padat miring (BAL pada MRSA dan CB pada NA) dan diinkubasi pada suhu kamar selama 2-3 hari. Dibuat suspensi bakteri menggunakan aquadest steril dan suspensi sel sebanyak 2 % (v/v) untuk BAL atau 5% untuk CB diinokulasikan ke dalam media cair MRS untuk BAL dan CMC untuk CB. Selanjutnya diikubasi pada suhu kamar selama 3 hari tanpa agitasi (untuk BAL) atau dengan agitasi 125 rpm (untuk CB). Sel dipanen dan dihitung jumlahnya menggunakan metode ALT (Lay, 1999; Tetchi, *et al.*, 2012). Inokulum yang digunakan untuk fermentasi singkong mengandung sel sebanyak 3,125 x 10^8 koloni/mL untuk BAL dan sebanyak 0,8 x 10^6 koloni/mL untuk CB.

Untuk semua penentuan penghitungan sel sebanyak 10 mL sampel dihomogenkan dengan 90 ml BPW steril. Pengenceran seri sepuluh kali lipat dilakukan dan disebar 1 mL dalam 10 mL PCA untuk menghitung mikroorganisme setelah inkubasi pada 30 °C selama 1-2 hari.

Fermentasi singkong (Modifikasi Meryandini, 2011).

Fermentasi singkong dilakukan berdasarkan variasi komposisi yang dilakukan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi komposisi dalam fermentasi singkong

Komposisi	Simbol perlakuan		
	B	D	G
BAL	12 mL	12 mL	-
CB	100 mL	-	-
Khamir	1 g	1 g	-
Aqua	1,5 L	1,5 L	1,5 L
Singkong	1 kg	1 kg	1 kg

Sebanyak 1 kg umbi singkong dikupas kulitnya, kemudian dicuci, lalu dipotong-potong kotak dengan ketebalan 1 cm. Singkong difermentasi sesuai dengan formulasi Tabel 1 dengan permukaan bagian atas wadah fermentasi ditutupi kertas untuk mengurangi kontak dengan udara sekitar. Komposisi B mengandung campuran mikroba yang terdiri dari BAL, CB, dan khamir. Komposisi D terdiri dari campuran mikroba BAL dan khamir sedangkan komposisi G dianggap sebagai produk fermentasi berlangsung secara spontan dan alami tanpa penambahan BAL, CB, dan khamir secara terkontrol. Waktu fermentasi dilakukan selama perendaman 1 hari (24 jam) dan 2 hari, masing-masing dengan dua kali ulangan. Simbol B1 menyatakan waktu fermentasi 1 hari sementara B2 adalah fermentasi 2 hari, berlaku hal yang sama untuk simbol perlakuan lainnya.

Produksi modifikasi tepung singkong

Hasil dari masing-masing fermentasi yang dilakukan selanjutnya dicuci, ditiriskan, dan dijemur di bawah sinar

matahari 7 jam dan pengeringan dilanjutkan dalam oven 60 °C selama semalam. Potongan singkong dari proses ini selanjutnya dihancurkan menggunakan *blender* hingga menepung dengan ukuran lolos mesh 100.

Produksi tepung singkong

Singkong yang telah dibuang kulit arinya dicuci bersih, dipotong persegi (± 1 cm), selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari dan pengeringan dilanjutkan dalam oven suhu 60 °C selama semalam. Potongan singkong yang telah kering selanjutnya digiling menjadi tepung dan lolos ukuran 100 mesh. Kode tepung singkong dinyatakan sebagai S.

Pengamatan

Analisis mutu tepung ditentukan berdasarkan derajat putih menggunakan Whitness meter, pH dengan pH meter, kadar air, pati, nitrogen, dan protein sesuai dengan SNI 01-2891-1992 tentang cara uji makanan dan minuman, *swelling power* motode Lerch, 1959 dan persentase solubilitas/kelarutan metode Kainuma, 1967 (Daramola and Osanyinlusi, 2006), karakteristik pasta dengan Brabender Amilografi. Sifat pasta ditentukan pada 6 % b/v dalam suspensi air. Profil temperatur adalah tahap isotermal pada suhu 30 °C dan secara linier suhu dinaikkan sampai 95 °C dengan kecepatan 7,5 °C/menit berlangsung selama 5 menit, dan tahap akhir penurunan secara linier hingga 50 °C dan mencapai isotermal pada suhu tersebut selama 1 menit. Masing-masing analisis dilakukan dalam dua kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sifat fisikokimia tepung mocaf.

Analisis sifat fisikokimia tepung mocaf ditunjukkan dalam Tabel 2. Masing-masing perlakuan menunjukkan kriteria tepung mocaf yang dihasilkan dan tepung singkong/S sebagai kontrol dicantumkan sebagai pembanding fermentasi tanpa teknik modifikasi.

Tabel 2. Analisis sifat fisikokimia tepung mocaf

Kondisi perlakuan tepung	Kadar air %bk	Kadar pati %bk	Kadar protein %bk	pH	Derajat putih %
Fermentasi 1 hari:					
B1	4,46	79,55	1,98	6,03	85,4
D1	3,93	79,14	1,64	6,77	83,9
G1	2,78	79,70	1,54	5,59	79,8
Fermentasi 2 hari:					
B2	2,55	79,52	0,85	5,45	87,6
D2	3,93	78,46	1,01	5,23	85,9
G2	4.70	77,39	0,92	4,89	83,1
Kontrol tanpa fermentasi :					
Singkong/S	4,93	75,76	ttt	6,94	77,0

*) ttt=tidak ditentukan.

Berdasarkan data di atas bahwa kondisi dari masing-masing perlakuan terhadap lamanya waktu fermentasi ditinjau dari kadar pati, protein, dan pH maka ada kecenderungan bila waktu fermentasi diperpanjang akan memberikan dampak pada penurunan kadar pati, kadar protein, dan pH. Namun berlaku sebaliknya terhadap derajat putih terjadi peningkatan untuk keseluruhan perlakuan.

Pengamatan fermentasi hari pertama dari formulasi B1 menunjukkan kadar pati maksimal demikian pula nilai protein jika dibandingkan dari formulasi D1 dan G1. Perpanjangan waktu fermentasi menjadi 2 hari memberikan kecenderungan penurunan nilai pati dan protein. Namun penurunan kadar pati tidak secara signifikan berubah melalui formulasi D demikian pula bagi formulasi B cenderung tetap. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya pengaruh penambahan bakteri selulolitik. Mikroba penghasil enzim selulolitik bekerja menghancurkan dinding sel singkong dan terjadi liberasi granula pati (Subagio, 2006). Selanjutnya mikroba tersebut juga menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula sederhana yang selanjutnya akan menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat. Biokonversi selulosa dikatalisis oleh kelompok enzim selulase menghasilkan disakarida dan monosakarida larut. Ada tiga

disakarida dan monosakarida larut. Ada tiga tipe komponen selulase yaitu endo-1,4-β-D-glucanase, exo-1,4-β-D-glucanase and β-glucosidase. Mikroorganisme penghasil enzim ini di antaranya fungi, bakteri, dan actinomycetes (Bhat and Bhat, 1997). Meningkatnya kadar protein tepung hasil fermentasi kemungkinan karena terikutnya sel-sel mikroba yang berperan dalam proses fermentasi.

Derajat keasaman tepung modifikasi singkong pada hari ke-1 berkisar antara pH 6, sedikit asam dibandingkan kontrol G. Namun pada hari ke-2, tepung modifikasi singkong dari seluruh perlakuan menunjukkan kisaran pH 5-5,5 yaitu terjadi kecenderungan penurunan derajat keasaman. Hal ini disebabkan terbentuknya asam-asam organik selama proses fermentasi. Pada saat pengolahan tepung fermentasi, asam organik tersebut tercampur dengan tepung sehingga mengakibatkan turunnya pH tepung serta menghasilkan aroma dan cita rasa tepung yang khas yang dapat menutupi aroma singkong yang kurang disukai konsumen. Meskipun dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) pH tepung singkong tidak dipersyaratkan (SNI 01-2997-1996), namun seperti The Tapioca Institute of America menetapkan standar pH tepung tapioka berkisar antara 4,5-6,5. Selain itu, nilai pH tepung berpengaruh terhadap proses pembentukan pasta karena pembentukan gel optimum terjadi pada pH 4-7.

Efek modifikasi singkong terhadap derajat putih pada tabel ditunjukkan bahwa lamanya waktu fermentasi memberikan kecenderungan derajat putih makin tinggi. Efek derajat putih berkorelasi dengan nilai protein yang ditemukan. Makin rendah protein maka derajat putih makin tinggi. Bila protein terpapar pemanasan selama proses penepungan dapat menyebabkan *browning* secara non enzimatis melalui reaksi maillard (Tomasik, 2004).

Derajat putih dan nilai pati yang ditemukan pada tepung singkong/S memberikan nilai lebih rendah dari tepung hasil modifikasi secara fermentasi. Hal ini yang memperkuat penggunaan tepung singkong kurang disukai. Daramola and Osanyinlusi (2006) menyatakan bahwa pati alami dari semua sumber adalah tidak diingini untuk banyak aplikasi karena ketidakresistenan terhadap proses pada temperatur ekstrem, beragam pH, laju geser dan variasi beku-mencair tinggi.

Hasil analisis sifat pasta tepung mocaf

Pemanasan kontinyu dari pati yang berada dalam air berlebih menyebabkan granula mengalami pembengkakan (*swelling*). *Swelling* granula pati dapat bersifat *reversible* (dapat kembali) dan *irreversible* (tidak dapat kembali). Apabila pemanasan dilanjutkan maka terjadi gelatinisasi dan kemudian terbentuk bahan kental/viscous yang disebut pasta (Richardson and Gorton, 2003). Sifat pasta dari tepung modifikasi singkong dan singkong alami ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan sifat/karakter pasta yang diketahui pada tabel berikut bahwa pada saat viskositas meningkat dengan suhu tertentu maka saat tersebut disebut temperatur/suhu gelatinisasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu gelatinisasi tepung hasil fermentasi lebih tinggi dari pada suhu gelatinisasi tepung kontrol. Hal ini kemungkinan dikarenakan tepung hasil fermentasi memiliki kadar pati lebih tinggi dibandingkan kontrol (Tabel 2). Menurut Moorthy (2004), gelatinisasi merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh ukuran granula, kadar amilosa, bobot molekul dan derajat kristalisasi molekul pati dalam granula. Granula yang berukuran kecil membentuk gel lebih lambat sehingga mempunyai suhu gelatinisasi lebih tinggi dari pada granula yang besar. Makin besar bobot molekul dan derajat kristalisasi granula pati maka pembentukkan gel juga semakin lambat.

Pemanasan hingga suhu tertentu terhadap suspensi pati dalam air baik pati modifikasi maupun pati tanpa modifikasi menyebabkan kenaikan viskositas. Viskositas pati termodifikasi melalui cara

fermentasi sesuai Tabel 3 memberikan nilai viskositas maksimum lebih tinggi dari pati alaminya (S). Teknik modifikasi yang diterapkan pada formulasi B1 melalui penambahan selulolitik, khamir, dan BAL dan D1 melalui penambahan BAL dan khamir pada suhu gelatinisasi lebih rendah mencapai viskositas maksimum. Suhu gelatinisasi dari formulasi B1 lebih rendah dari pada formulasi D1 dan G1, demikian pula suhu tersebut juga lebih rendah untuk perlakuan fermentasi diperpanjang hingga 2 hari (formulasi B2, D2, dan G2). Namun demikian dapat dinyatakan bahwa pengaruh pemanasan terhadap seluruh perlakuan modifikasi dibandingkan dengan S, modifikasi dapat meningkatkan resistensi pati terhadap suhu tinggi.

Viskositas *setback* yang ditunjukkan oleh formulasi B1, B2, D1, dan D2 memberikan nilai lebih rendah dari perlakukan fermentasi tidak terkontrol G1 dan G2. Nilai ini merefleksikan stabilitas dari pasta masak terhadap retrogradasi. Mazurs *et al.* (1957) *dalam* Daramola and Osanyinlusi (2006), menyatakan bahwa *setback* lebih rendah merefleksikan stabilitas pasta masak terhadap retrogradasi.

Diantara perlakuan modifikasi terkontrol dari satu hari fermentasi bahwa viskositas *breakdown* B1 dan D1 memberikan hasil sedikit lebih tinggi dari pada S, namun cukup signifikan pada fermentasi dua hari dan fermentasi alami (G). Kondisi *breakdown* dapat dikaitkan dengan penguatan butiran bengkak terhadap kerusakan dalam kondisi suhu dan geser tinggi (Xiao et. al., 2012; Mukprasirt and Sajjaanantakul, 2004).

Viscositas akhir dan viscositas pasta dingin adalah kapasitas pasta untuk membentuk pasta kental atau gel setelah pemasakan dan pendinginan secara normal dan stabil (Neelam *et al.*, 2012; Wani *et al.*, 2012). Pengaruh modifikasi memberikan kenaikan viskositas akhir lebih tinggi dari pada S.

Berdasarkan data amilografi di atas maka disimpulkan bahwa formulasi B1 melalui teknik modifikasi singkong dengan penambahan BAL, bakteri selulolitik, dan khamir dapat meningkatkan mutu tepung singkong alami dengan ditemuinya sifat pasta dengan karakteristik sbb. : suhu gelatinisasi relatif tinggi, viskositas puncak relatif tinggi, stabilitas pasta relatif tinggi, retrogradasi tergolong rendah, viskositas akhir relatif tinggi, *breakdown* relatif stabil, dan *setback* relatif rendah. Formulasi D1

Tabel 3. Analisis pasta secara Brabender

Kondisi Perlakuan	Suhu Gelatinisasi ^{0}C	Vis. Puncak (BU)	Stab. Pasta (BU)	Retro-gradasi (BU)	Visc. akhir (BU)	Break down (BU)	Setback (BU)
Fermentasi 1 hari:							
B1	73,1	310	289	180	258	129	57
D1	73,2	315	315	193	241	121	30
G1	75,1	274	247	177	290	133	80
Fermentasi 2 hari:							
B2	73,5	323	310	179	259	143	58
D2	73,6	341	321	199	265	142	49
G2	74,3	330	329	182	363	147	136
Kontrol tanpa fermentasi :							
Singkong/S	70,2	268	248	162	184	105	14

*) Satuan BU= Brabender unit

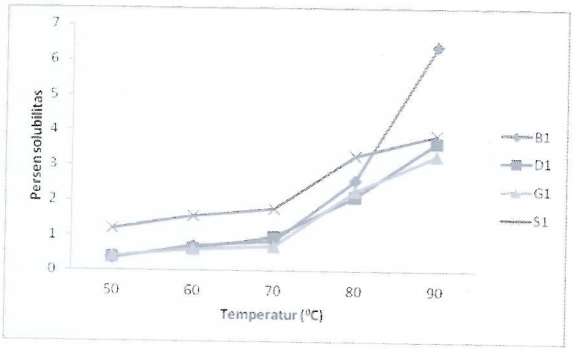
hampir memiliki sifat pasta yang serupa dengan formulasi B1, kemungkinan BAL mempunyai sistem enzim yang bekerja sebagai selulolitik.

Persen solubilitas dan *swelling power*

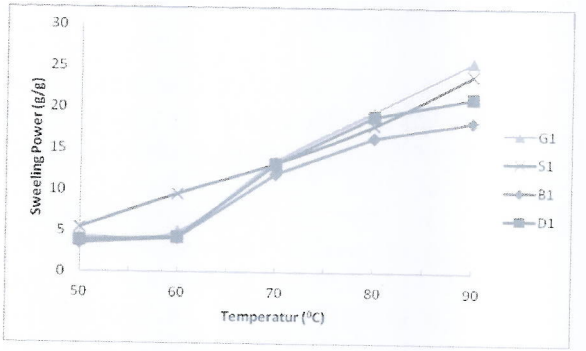
Karakteristik pati pada umumnya bersifat tidak larut pada suhu kamar. Faktor keterlarutan pati bergantung pada fungsi suhu artinya pada suhu tinggi keterlarutan pati makin besar. Leach *et al.* (1959) *dalam* Ogungbenie (2009) menyatakan bahwa pola solubilitas terhadap temperatur adalah serupa dengan pola *swelling*, solubilitas meningkat karena suhu meningkat. Gambar 1 menunjukkan pola solubilitas dari 4 macam pati terhadap fungsi suhu. Pola solubilitas dari ke-4 pati meningkat setelah suhu gelatinisasinya tercapai setelah mencapai suhu 70 °C. Pada suhu di atas 80 °C, persen solubilitas formulasi mocaf B1 mempunyai kecepatan keterlarutan lebih tinggi dari pada formulasi mocaf D1, formulasi fermentasi spontan G1, serta tepung singkong tanpa fermentasi (S). Persen solubilitas tepung singkong (S) mempunyai solubilitas lebih tinggi di antara mocaf lainnya sekitar suhu 50-80 °C, dan kecepatan solubilitas melambat di atas suhu 80 °C.

Berdasarkan data tersebut, maka karakteristik tepung mocaf B1 yang dihasilkan mencirikan pati yang dihasilkan lebih tahan terhadap suhu tinggi bahkan ekstrim, sementara karakteristik tepung singkong tidak.

Swelling power yang ditetapkan pada suatu pati dari sumber manapun merefleksikan kenaikan volume pati yang diikuti oleh kenaikan penyerapan air (Achor *et al.*, 2010). Noitang *et al.* (2009) menyatakan bahwa kemampuan pati berhidrasi berlangsung di bawah kondisi pemasakan spesifik. Laporan penelitian Daramola and Osanyinlusi (2006) juga menyatakan bahwa kualitas makanan sering dikaitkan dengan retensi air dalam granula pati yang membengkak. Pada penelitian ini *swelling power* diamati sebagai fungsi suhu pada kisaran suhu 50-90 °C. Kecepatan *swelling power* dari formulasi B1 pada suhu di atas 80 °C mengalami penurunan bila dibandingkan pati alami (S). Kemungkinan oleh adanya modifikasi dari ketiga fungsi mikroorganisme tersebut telah terjadi solubilitas molekul sederhana dari struktur patinya. Penurunan *swelling power* sebagai akibat meningkatnya proporsi dari dekstrin terlarut dalam rantai panjang dan rantai granula pati (John *et al.*, 2002). Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan *swelling power* dari ke-4 formulasi pati sebagai fungsi suhu.



Gambar 1. Persen solubilitas dari tepung modifikasi (B1, D1, G1) dan tanpa modifikasi (S).



Gambar 2. *Sweeling power* dari tepung modifikasi (B1, D1, G1) dan tanpa modifikasi (S).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengaruh modifikasi tepung singkong secara fermentasi dapat memperbaiki mutu tepung singkong alami. Berdasarkan teknik modifikasi terkontrol dari formulasi B1 yaitu melalui penambahan BAL, bakteri selulolitik, dan khamir selama 1 hari fermentasi dapat meningkatkan nilai pati (79,55%), protein (1,98%), derajat putih (85,4%), viskositas (310 BU), suhu gelatinisasi (73,5 ^{0}C), dan peningkatan kelarutan pada suhu tinggi dengan persen solubilitas pada suhu 80-90 ^{0}C bekisar 2,57-6,42% bila dibandingkan dengan produksi tepung singkong tanpa modifikasi fermentasi (pati 75,76%, derajat putih 77%, viskositas 268 BU, suhu gelatinisasi 70,2 ^{0}C, dan kecepatan solubilitas melambat pada suhu 80-90 ^{0}C.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari mocaf B1 maka produk ini dapat digunakan untuk mempertahankan tektur dalam makanan kaleng, merenyahkan biskuit serta produk makanan hasil ekstrusi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana penelitian dari Dana DIPA Baristand Industri Bandar Lampung Tahun Anggaran 2012.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, K. A., 2010. Modified starch and their usages in selected food products: A review study. *J of Agricultural Sci.*, 2 (2) : 90-100.

Achi, O. K. and N. S. Akomas. 2006. Comparative assessment of fermentation techniques in the processing of fufu, a traditional fermented cassava product. *Pakistan J of Nutrition*, 5 (3) : 224-229.

Achor, M., Oyi, A. R and Isah, A. B. 2010. Some physical characteristics of microcrystalline starch obtained from maize and cassava, *Continental J. Pharmaceutical Sci.*, 4 : 11 – 17.

Bhat, M.K., and S. Bhat. 1997. Cellulose degrading enzymes and their potential industrial applications. Biotechnology Advances, 15 (3-4): 583–620.

Cardoso, A. P., E. Mirione, M. Ernesto, F. Massaza, J. Cliff, M. R. Haque, J. H. Bradbury, 2005. Processing of cassava roots to remove cyanogens, *Journal of Food Composition and Analysis*, 18 : 451–460.

Daramola, B. and S. A. Osanyinlusi. 2006. Investigation on modification of cassava starch using active components of Ginger roots (Zingeber officinale Roscoe). *African J. Of Biotech.*, 5 (10) : 917- 920.

Djazuli M, Bradbury JH (1999). Cyanogen content of cassava roots and flour in Indonesia. *Food Chem.* 65: 523-525.

Handoyo. 2012. Lahan diperluas, produksi singkong diproyeksi naik. http://industri.kontan.co.id/news/lahan-diperluas-produksi-singkong-diproyeksi-naik.akses. [3 Desember 2012].

John, J. K, K.C.M. Raja, S. Rani, S.N. Moorthy, A.C. Eliasson. 2002. Properties of arrow root starch treated with aqueous HCl at ambient temperature. *Food Chem Toxicol.*, 67:10–14.

Lay, B. W. 1994. *Analisis mikroba di laboratorium*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta: 1-167 hlm.

Meryandini, A., V. Melani, and T.C. Sunarti. 2011. Addition of cellulolytic bacteria to improved the quality of fermented cassava flour. *African J. Of Food Sci. & Tech.*, 2 (2) : 30-36.

Moorthy, S. N. 2004. Tropical sources of starch. In Ann Charlotte (Ed.)*Starch in food structure, function, and application*. CRC Press, Baco Raton, Florida.

Neelam, K., S. Vijay, S. Lalit. 2012. Various techniques for the modification of starch and the applications of its derivatives. *International Research J. of Pharmacy*, 3 (5) : 25-31.

Noitang, S., S. A. Sooksai, T. Foophow, and A. Petsom. 2009. Proximate analysis and physico-chemical properties of flour from the seeds of the China chestnut, *Sterculia monosperma* Ventenat, *Pakistan J. of Bio. Sci.*, 12 (19) : 1314-1319.

Ogungbenie, H. N. 2009. The tensile strength, gelling properties and temperature dependence of solubility and swelling power of five legume starches. *Pakistan J. of Nutrition*, 8 (4): 433 - 438.

Richardson, S., and L. Gorton. 2003. Characterisation of the substituent distribution in starch and cellulose derivatives. *Analytica Chimica Acta*, 497 : 27–65

Subagio, A. 2006. Ubi kayu : Substitusi berbagai tepung-tepungan. *Food Review*. Vol. 1, Ed. 3, hlm. 8-22.

Subagio, A, Y. Witono, D. Hermanuadi, A. Nafi, W. S. Windrati. 2012. Pengembangan beras cerdas sebagai pangan pokok alternatif berbahan baku mocaf. Dalam Proosiding Seminar Nasional Insentif Riset Sinas 2012. PG 157, Kementrian Riset dan Teknologi, ISBN 978-602-18926-2-6.

Tetchi, F. A., O. W. W. Solomen, K. A. Célah, and A. N. Georges. 2012. Effect of cassava variety and fermentation time on biochemical and microbiological characteristics of raw artisanal starter for *Attiéké* production. *Innovative Romanian Food Biotechnology.* 10 : 40-47.

Tomasik, P. 2004. *Chemical and Functional Properties of Food Saccharides*. CRC Press LLC, New York.

Wani, A. A., P. Singh, M. A. Shah, U. Schweiggert-Weisz, K. Gul, and I. A. Wani. 2012. Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties : A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11: 417-437.

Xiao, H., Q. Lin, and G. Q. Liu. 2012. Effect of cross-linking and enzymatic hydrolysis composite modification on the properties of rice starches. *Molecules*, 17: 8136-8146.

Mukprasirt, A. and K. Sajjaanantakul. 2004. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus Lam.*) compared with modified starches. *International Journal of Food Science and Technology*, 39 : 271–276