

DETOKSIFIKASI UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst.) DENGAN PEMANASAN TERBATAS DALAM PENGOLAHAN TEPUNG GADUNG

*Detoxification of Yam Tuber (*Dioscorea hispida* Dennst.) by Limited Heating in Yam Flour Processing*

Harijono, Tassa Agustriana Sari, dan Erryana Martati

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian-Fakultas Teknologi Pertanian-Universitas Brawijaya
Jl. Veteran - Malang

ABSTRACT

Yams is one of the tuber crops in Indonesia. Meanwhile, people still unaware to consumed it and its derivative product because of the toxic compound such as alkaloid (dioscorin) and also cyanide. For that, it is necessary to have a detoxification process so we can have any alternative products from yams which is safe to consumed, for example in the production of yams flour. Detoxification in this research using limited heating method. The limited heating in this research adopted curing method which is commonly used in several food commodity, therefore it could give optimized condition for several endogenous enzymes which contain in yams, one of the function of the enzymes is for decomposing cyanide precursor in yams. Result showed that curing time in 50°C had significant difference on moisture content, free cyanide content in flour, free cyanide content in yams tuber after curing, starch content, total sugar, crude fiber, and color. But for pH parameter of yams tuber after curing, the result did not show any significant difference. The best treatment based on physicochemical parameters was the yams flour using curing time of 12 hours in 50°C. The characteristics of that yams flour are: moisture content 6,30%, free cyanide contents 13,67 ppm, starch contents 56,42%, crude fiber 3,03%, total sugar 4,91%, rendement yield 26,74%, L colour 72,20, a* 9,90, b* 21,07, hygroscopicity 2,57%, and gelatinization temperature of 81°C*

Keyword: detoxification, yams flour, curing, endogenous enzyme

PENDAHULUAN

Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) merupakan salah satu jenis tanaman umbi-umbian yang tergolong kedalam kelompok *yam* yang terdapat di Indonesia. Menurut Sautour *et al.* (2007) sebagian besar spesies yam mengandung saponin steroidal (kadang-kadang lebih dari 2%) dan saponin seperti diosgenin yang merupakan bahan industri untuk sintesis berbagai jenis steroid. Steroid ini digunakan sebagai antiperadangan, androgenik, estrogenik, dan kontraseptif. Steroid dari yam juga bersifat sitotoksik. Famili *dioscorea* juga mengandung senyawa bioaktif *dioscorin*

yang merupakan protein yang berfungsi sebagai antioksidan (Shewry, 2003) dan antihipertensi (Myoda *et al.*, 2006).

Terlepas dari kandungan senyawa bioaktifnya, di Indonesia pemanfaatan umbi gadung masih terbatas sebagai bahan pangan untuk konsumsi. Umbi gadung memiliki kandungan karbohidrat sekitar 18% (bb). Menurut Chung *et al.* (2008), *yam* mengandung pati (75-84 bk), protein, lipid, sebagian besar vitamin, dan kaya dengan mineral. Melihat komposisi kimianya, gadung layak untuk dimanfaatkan menjadi berbagai produk olahan sebagaimana jenis umbi lainnya. Akan tetapi, keterbatasan pemanfaatan gadung adalah kandungan racun yang

berupa sianida. Seperti halnya kacang koro, diduga sianida yang terkandung dalam gadung terikat dengan senyawa gula berupa glukosida sianogenik.

Glukosida sianogenik berperan sebagai prekursor sianida bebas pada gadung, sehingga bila glukosa terhidrolisis sempurna dapat menghasilkan sianida bebas yang menimbulkan efek toksisitas yang cukup berbahaya. Oleh karena itu diperlukan perlakuan lanjutan setelah hidrolisis untuk menguapkan sianida bebas. Menurut FAO *dalam* Winarno (1995), kandungan sianida 50 mg/kg (ppm) bahan masih aman untuk dikonsumsi manusia.

Selama ini proses pengolahan keripik gadung yang dilakukan secara tradisional terbukti dapat mengurangi senyawa racun pada gadung. Beberapa alternatif metode pengolahan yang biasa dilakukan oleh masyarakat adalah dengan perendaman dalam larutan garam, perendaman dalam air, pemberian abu maupun dengan perlakuan panas (misalnya dengan perebusan umbi). Akan tetapi, metode perendaman memerlukan waktu sekitar 3–5 hari dan perlu dilakukan secara berulang-ulang sehingga kurang efisien.

Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam detoksifikasi adalah dengan pemanasan terbatas. Pemanasan terbatas disini dilakukan dengan mengadopsi proses *kyuring* (*curing*) yang biasa dilakukan pada beberapa komoditas pangan. Menurut Yang *et al* (2009), glukosidase endogen kemungkinan memegang peran penting dalam mengubah struktur saponin selama penge-ringan *dioscorea*. Hal ini telah dibuktikan dalam model percobaan menggunakan furostanol glikosida, Beta glukosidase dari *yam* dapat menghidrolisis glukosa pada posisi C26 furostanol glikosida.

Kondisi *kyuring* dapat mengoptimalkan kerja enzim β -glukosidase endogenus untuk memecah glukosida sianogenik. Proses *kyuring* biasanya berlangsung pada kondisi suhu

dan kadar air terkontrol. Menurut Svasty (1999), enzim β -glukosidase dapat bekerja secara optimum pada suhu 40–50°C. Apabila telah terbentuk sianida bebas, maka nantinya akan lebih mudah dihilangkan karena sifat sianida yang larut dalam air dan menguap bila terkena panas.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi gadung dengan warna umbi kuning yang diperoleh dari Pasar Besar Malang. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain: akuades, larutan NaOH 2.5%, larutan natrium pikrat, kloroform, larutan stok sianida, larutan AgNO₃ 0.02 N, alkohol 95%, HCl 25%, larutan NaOH 45%, larutan NaOH pekat, larutan H₂SO₄, larutan K₂SO₄ 10%, dan pereaksi anthrone.

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung gadung adalah pisau nirkarat, sendok, loyang, kantong plastik, timbangan, penangas air, pengering vakum, blender dan ayakan 80 mesh. Alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan analitik (Metler AE 160), oven (Memmert U-30), cawan, desikator, *color reader*, spektrofotometer UV, kuvet, buret, kain saring, kertas saring Whatman, labu destilasi, termometer, pH meter, satu unit alat destilasi uap (Buchi - 314), kompor listrik, dan blender (Phillips).

Metode Penelitian

Proses Pembuatan Tepung Gadung

Umbi gadung segar disortasi dan dicuci kemudian dikupas. Selanjutnya dilakukan pengirisan dengan ketebalan ± 5 mm. Pemanasan terbatas dilakukan dengan memasukkan irisan umbi gadung ke dalam kantong plastik dan dilakukan penutupan kemasan. *Kyuring* dilakukan

dengan merendam kantung plastik berisi irisan gadung di dalam penangas air bersuhu 50°C sesuai dengan lama waktu kyuring yang ditentukan.

Setelah kyuring selesai, dilakukan pencucian yang bertujuan untuk menghilangkan sianida yang terbentuk ataupun yang belum menguap selama proses kyuring. Kemudian dilakukan pengeringan menggunakan pengering vakum suhu 70°C, selama ± 4 jam. Setelah itu dilakukan penggilingan dengan blender pada kecepatan 3 selama 1–2 menit. Pengayakan dilakukan dengan ukuran saringan 80 mesh.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal dengan 7 level 3 kali ulangan. Faktor yang dikaji adalah lama kyuring dengan taraf 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 jam.

Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode Zeleny (1982). Tepung gadung hasil perlakuan terbaik dianalisis lebih lanjut meliputi daya serap uap air (higroskopisitas), suhu gelatinisasi, serta bentuk granula pati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Umbi Gadung

Umbi gadung segar memiliki warna kulit umbi coklat tua, pada kulit luar terdapat rambut-rambut kasar dan kaku, sedangkan daging umbi berwarna kekuningan. Gadung segar memiliki kadar sianida bebas sebesar 469,5 ppm, jumlah ini masih sangat tinggi dan dapat membahayakan bila dikonsumsi.

Tabel 1. Karakteristik umbi gadung

Parameter	Jumlah	Jumlah *
Kadar Air (%)	64,84	78
Kadar Pati (%)	21,49	–
Kadar Karbohidrat	–	18
Serat Kasar (%)	1,11	0,93
Total Gula (%)	2,45	–
Kadar Sianida (HCN) (ppm)	469,5	–
Kadar Dioscorin (ppm)	–	440
pH	5,53	–

Keterangan:

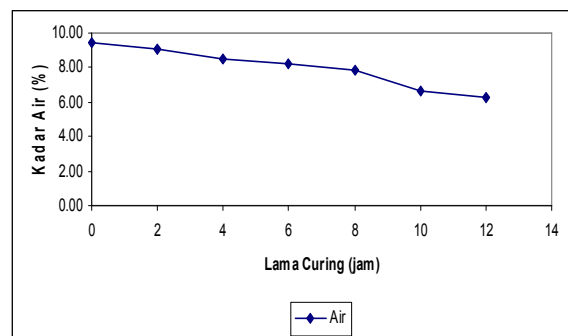
(*) : Budiono (1998)

(–) : data tidak tersedia

Karakteristik Tepung Gadung

Kadar Air

Rerata kadar air tepung gadung akibat perlakuan lama proses kyuring pada suhu 50°C berkisar antara 6,30–9,47%. Proses kyuring menyebabkan penurunan kadar air tepung gadung yang berbeda nyata. Selama kyuring, tekstur dari bahan menjadi lebih lunak karena tekanan turgor pada bahan menurun. Diduga ikatan antar molekul air dengan berbagai komponen lainnya pada bahan menjadi lebih lemah atau lebih mudah putus. Akibatnya pada saat pengeringan air dapat dengan mudah teruapkan. Herawati (2002) mengatakan bahwa semakin lama waktu pemanasan maka pemecahan komponen-komponen bahan semakin meningkat yang berakibat jumlah air terikat yang terbebaskan semakin banyak. Akibatnya tekstur bahan semakin lunak dan berpori sehingga menyebabkan penguapan air selama proses pengeringan semakin mudah.



Gambar 1. Grafik kadar air tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring

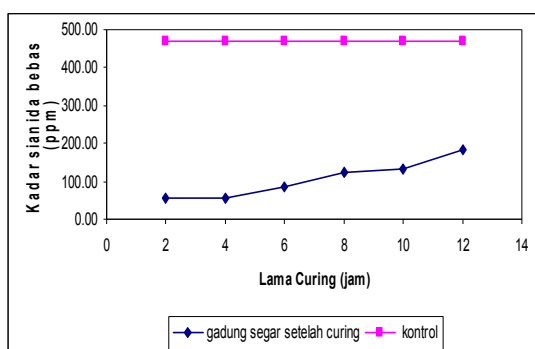
Penurunan kadar air juga disebabkan oleh perubahan struktur granula pati akibat pemanasan. Granula pati membengkak secara *irreversible* yang mempengaruhi sifat penyerapan maupun pengikatan granula terhadap air. Granula yang telah membengkak cenderung memiliki rongga yang lebih besar, sehingga selama proses pengeringan air yang terikat dalam granula akan lebih mudah lepas.

Kadar Sianida Bebas

a. Kadar sianida bebas umbi gadung setelah kyuring

Kadar sianida bebas irisan gadung setelah kyuring 2 – 12 jam berkisar antara 53,43–183,64 ppm (bb). Umbi segar mengandung sianida bebas sebesar 469,50 ppm.

Dibandingkan umbi segar, proses kyuring menyebabkan penurunan kadar sianida bebas. Penurunan tersebut diakibatkan selama proses kyuring sianida bebas yang ada pada umbi segar menguap. Sianida bebas tersebut dihasilkan dari pemecahan senyawa glukosida sianogenik selama proses kyuring berlangsung.



Gambar 2. Perubahan kadar sianida bebas umbi gadung setelah kyuring akibat perlakuan lama proses kyuring

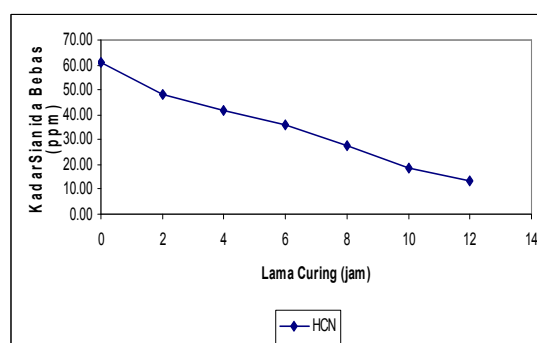
Rerata kadar sianida bebas umbi cenderung semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu kyuring. Proses kyuring diduga memberikan kondisi yang optimum bagi enzim endogenus yang terdapat dalam gadung untuk mengkatalisasi pemecahan senyawa glukosida sianogenik dalam gadung menjadi sianida bebas. Sebagaimana yang dikatakan oleh Frehner (1995), bahwa proses hidrolisis yang dilakukan oleh β -glukosidase pada glukosida sianogenik menghasilkan sebagian gula dan hidrosinitril. Hidrosinitril kemudian terpecah secara enzimatik menjadi sianida dan campuran karbonil.

Pengukuran pH dilakukan pada irisan umbi gadung yang telah dikyuring. Perlakuan lama proses kyuring tidak

memberikan pengaruh yang nyata terhadap pH bahan. Rerata pH produk setengah jadi sama dengan pH awal bahan yaitu sebesar 5,53. Menurut Svasty (1999), golongan enzim glukosidase mempunyai kisaran pH optimum antara 4–6.

b. Kadar Sianida Bebas Tepung Gadung

Kadar sianida yang terdapat pada tepung gadung berkisar antara 13,67–60,88 ppm (bk). Rerata kadar sianida tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kyuring 0 jam (kontrol) yaitu sebesar 60,88 ppm (bk). Kadar sianida terendah diperoleh dari perlakuan kyuring 12 jam sebesar 13,67 ppm. Rerata kadar sianida pada tepung gadung cenderung semakin menurun dengan semakin lamanya proses kyuring.



Gambar 3. Perubahan kadar sianida bebas tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Apabila dibandingkan dengan kadar sianida yang terdapat dalam tepung kontrol (60,88 ppm) dengan kandungan sianida pada umbi gadung segar (469,50 ppm), terjadi penurunan kadar sianida pada tepung gadung cukup besar. Penurunan sianida ini diduga terjadi selama proses pencucian atau pembilasan irisan gadung segar maupun pada saat pengeringan. Tepung gadung yang dihasilkan tanpa melakukan proses kyuring masih mempunyai kandungan sianida diluar batas aman konsumsi.

Selain karena kadar sianida yang terkandung pada tepung kontrol masih berada di luar batas aman konsumsi,

diduga kandungan senyawa prekursor pada tepung kontrol juga masih tinggi. Hal ini disebabkan tidak ada proses kyuring yang berfungsi untuk mengoptimalkan kerja enzim glukosidase. Kandungan senyawa prekursor yang masih belum dirombak dan yang masih tersisa inilah yang nantinya bisa memberikan efek toksisitas pada tubuh saat dikonsumsi.

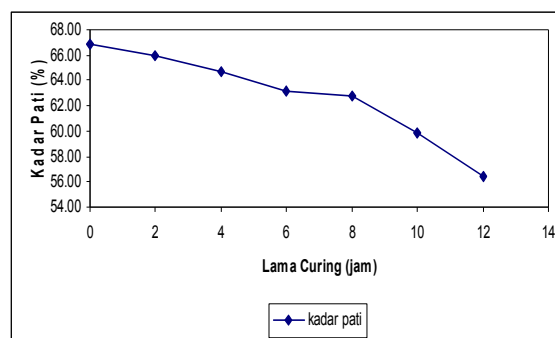
Kadar glukosida sianogenik yang merupakan senyawa prekursornya harus lebih diperhatikan, karena dikhawatirkan pada saat dikonsumsi enzim β -glukosidase akan dibebaskan selama pencernaan berlangsung dan akan terus aktif (Anonymous, 2004).

Penurunan kadar sianida bebas pada tepung gadung juga diduga terjadi selama proses pencucian ataupun pembilasan irisan gadung setelah dikyuring maupun pada saat dilakukan proses penepungan dengan menggunakan pengering vakum pada suhu 70°C. Pada saat dilakukan pencucian atau pembilasan sianida bebas yang terkandung akan terlarut bersama air, sedangkan pada saat dikeringkan sianida yang terkandung akan menguap sehingga kadar sianida pada tepung gadung yang dihasilkan pun menurun. Menurut Suryani dan Wesniati (2000), pada umumnya sianida dapat dihilangkan dengan perebusan dan perendaman sebab sianida mempunyai sifat fisik mudah larut dalam air dan mempunyai titik didih 29°C.

Kadar Pati

Kadar pati tepung gadung berkisar antara 56,42-66,87% (bb). Lama proses kyuring yang dilakukan berpengaruh terhadap kadar pati tepung gadung yang dihasilkan. Penurunan kadar pati bahan, diduga terjadi karena adanya optimasi kerja enzim pemecah pati (α -amilase) selama proses kyuring yang pada suhu 50°C berlangsung. Gadung memiliki kandungan pati yang tinggi dan mengandung enzim α -amilase, yang bekerja dalam mengkonversi pati menjadi gula pada saat umbi mengalami proses

pematangan, penyimpanan ataupun pemanasan. (Anonymous, 2007^b).

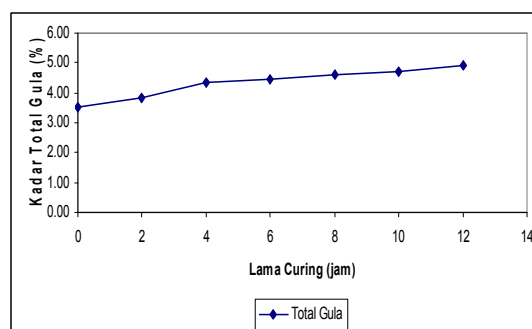


Gambar 4. Perubahan kadar pati tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Menurut Jariyah (2002), enzim α -amilase yang dihasilkan dari *Aspergillus oryzae* mempunyai suhu optimum 50°C dan meningkat pada suhu 55°C, namun aktifitas dan stabilitasnya cepat menurun. Aktifitas enzim α -amilase mencapai kondisi optimum pada suhu 50-55°C dan pH 5-7. Semakin lama proses kyuring berlangsung, enzim amilase semakin banyak menghidrolisis pati sehingga kadar pati mengalami penurunan.

Kadar Total Gula

Kadar total gula dari tepung gadung yang dihasilkan akibat perlakuan lama proses kyuring pada suhu 50°C berkisar antara 3,5-4,91% (bb).



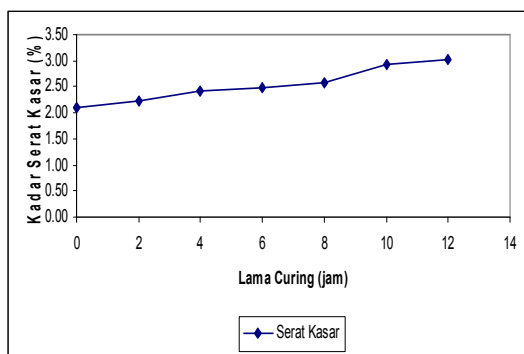
Gambar 5. Perubahan kadar total gula tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Pada Gambar 5 terlihat kadar total gula cenderung meningkat seiring dengan

lama proses kyuring yang dilakukan. Peningkatan kadar total gula seiring dengan semakin lamanya proses kyuring. Diduga selama kyuring berlangsung terdapat aktivitas enzim yang memecah pati menjadi karbohidrat yang lebih sederhana. Kyuring memberikan kesempatan bagi enzim untuk memecah pati menjadi gula-gula sederhana (Anonymous, 2007^a).

Kadar Serat Kasar

Kadar serat kasar tepung gadung yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 2,11–3,03% (bb). Lama proses kyuring berpengaruh terhadap kadar serat kasar tepung gadung yang dihasilkan.



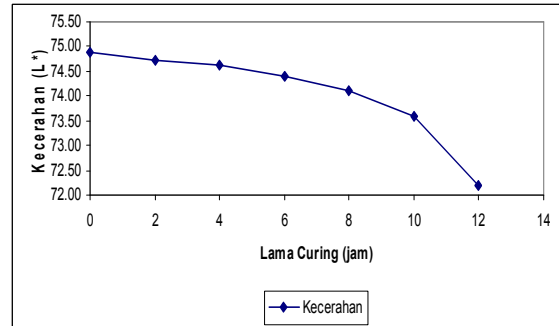
Gambar 6. Perubahan kadar serat kasar tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Gambar 6 menunjukkan bahwa kadar serat kasar yang terdapat pada produk cenderung meningkat seiring dengan proses kyuring yang dilakukan. Peningkatan kadar serat kasar terjadi dengan bertambahnya lama proses kyuring. Peningkatan kadar serat kasar tepung gadung terjadi karena perubahan kadar air. Semakin lama proses kyuring, kadar air semakin menurun, yang berarti proporsi bahan lainnya seperti serat juga berubah menjadi lebih besar.

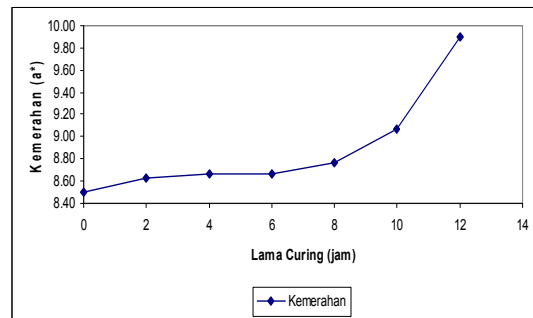
Warna

Secara visual warna dari tepung gadung yang dihasilkan hampir sama.

Tetapi dengan semakin lamanya proses kyuring yang dilakukan, maka tepung gadung yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan yang semakin turun.



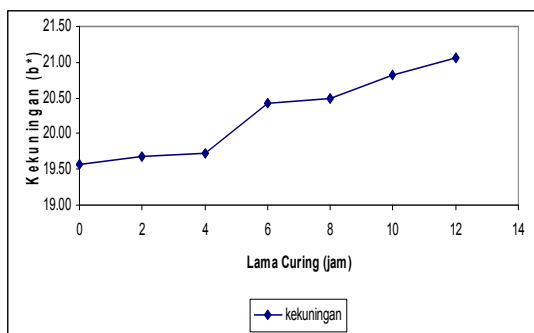
Gambar 7. Perubahan nilai kecerahan (L*) tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C



Gambar 8. Perubahan nilai kemerahan (a*) tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Nilai kecerahan (L*) tepung gadung yang dihasilkan semakin menurun seiring dengan semakin lamanya kyuring. Adapun nilai kemerahan (a*) dan kekuningan (b*) semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya kyuring yang dilakukan.

Warna umbi gadung segar adalah kekuningan. Ketika dilakukan proses pengeringan untuk diolah menjadi tepung, tepung gadung dengan perlakuan kyuring 0 jam (kontrol) memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan dengan tepung gadung yang dihasilkan dengan proses kyuring selama 12 jam.



Gambar 9. Perubahan nilai kekuningan (b^*) tepung gadung akibat perlakuan lama kyuring pada suhu 50°C

Diduga selama kyuring, umbi gadung mengalami pencoklatan (*browning*) secara enzimatis. Menurut Rahmawati (1993) fenolase akan mengkatalisa substrat fenolik dengan oksidasi oleh molekul oksigen menjadi produk-produk antara (kuinon).

Pada saat kyuring, juga terbentuk gula-gula sederhana hasil pemecahan pati, ketika proses pengeringan berlangsung sehingga diduga terjadi pula reaksi pencoklatan secara non enzimatis Menurut Winarno (1995), pencoklatan non-enzimatis dapat disebabkan reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amino protein sebagai akibat adanya pemanasan sehingga membentuk warna coklat.

Pemilihan Perlakuan Terbaik

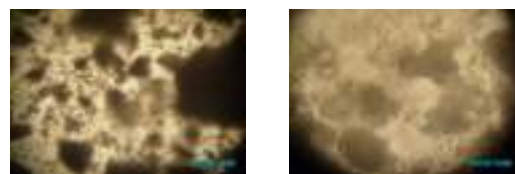
Perlakuan terbaik adalah tepung gadung dengan lama kyuring 12 jam dengan karakteristik kadar sianida 13,67 ppm, kadar pati 56,42%, kadar total gula 4,91%, dan kadar serat kasar 3,03%.

Daya serap uap air (higroskopisitas) menunjukkan kemampuan suatu produk untuk menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Tepung gadung dengan lama kyuring 12 jam mempunyai nilai higroskopisitas sebesar 2,57%. Menurut Suryani dan Wesniati (2000) daya penyerapan air sangat penting untuk menentukan jenis makanan yang cocok diolah dari tepung tersebut.

Suhu gelatinisasi tepung gadung dengan perlakuan kyuring 12 jam didapat

pada suhu 81°C dengan lama waktu gelatinisasi sekitar 35 menit. Hasil penelitian Suismono dan Prawirautama (1998) menunjukkan suhu gelatinisasi tepung gadung 71-72°C dengan waktu gelatinisasi 27-28 menit. Penelitian Tattiyakul *et al.* (2006) menunjukkan suhu gelatinisasi pati gadung sebesar 78,3°C dengan ukuran granula sebesar 4 μ m.

Dari pengamatan yang dilakukan dengan perbesaran 400 kali, granula pati tepung gadung berbentuk polihedral dan mempunyai permukaan yang tampak halus dengan ukuran sebesar 4 μ m.



Perbesaran 100x

Perbesaran 400x

Gambar 10. Bentuk granula pati gadung

KESIMPULAN

Pemanasan terbatas yang dilakukan dengan kyuring pada suhu 50°C dapat digunakan sebagai proses detoksifikasi dalam pengolahan tepung gadung. Perlakuan dengan lama proses kyuring 12 jam pada suhu 50°C merupakan kondisi terbaik proses detoksifikasi, karena didapat produk dengan kandungan sianida sesuai persyaratan FAO yaitu kurang dari 50 ppm. Lama proses kyuring pada suhu 50°C memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air, kadar sianida umbi gadung setelah kyuring, kadar sianida tepung gadung, kadar pati, kadar serat kasar, kadar total gula, serta warna, sedangkan untuk nilai pH tidak dipengaruhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2004. Cyanogenic Glucosides in Cassava and Bamboo Shoots. A Human Health Risk Assessment. Technical Report Series No. 28. Food Standar Australian New Zealand.

- <http://www.foodstandart.govt.au>. Tanggal akses 12 Maret 2007
- Anonymous. 2007^a. Sweet Potato. <http://www.agr.state.nc.us/agsc> olTanggal akses 1 Juli 2007
- Anonymous. 2007^b. Yams. <http://www.innvista.com>. Tanggal akses 1 Juli 2007.
- Budiono, S. 1998. Pengaruh Kombinasi Abu dan Garam serta Lama Perendaman Terhadap Kualitas Keripik Gadung. Skripsi. Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya, Malang
- Chung, Y-C., B-H. Chiang, J-H. Wei, C-K. Wang, P-C. Chen, and C-K. Hsu. 2008. Effects of blanching, drying and extraction processes on the antioxidant activity of yam (*Dioscorea alata*). International Journal of Food Science and Technology 43: 859-864
- Desrosier, N. W. 1988. Teknologi Pengawetan Pangan. UI Press, Jakarta
- Frehner, M. 1995. The Linamarin β -glukosidase in Costa Rican Wild Lima Beans (*Phaseolous lunatus* L.) is Appoplastics. University of California. Departement of Biochemistry and Biophysics, California
- Herawati, F. 2002. Pemakaian Berbagai Jenis Bahan Pengisi Pada Pembuatan Tepung Tape Ubi Kayu dengan Menggunakan Pengering Semprot. Skripsi. Jurusan TPG – Fateta, IPB, Bogor
- Hikmah, U. 2006. Pengaruh jenis dan Konsentrasi Larutan Perendam (Garam Dapur dan Abu Dapur) Terhadap Kadar Oksalat dan Karakteristik Fisikokimia Tepung Umbi Suweg. Skripsi. Fakultas Tekonologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Jariyah. 2002. Analisis Komponen Gula Pada Sirup Maltosa Hasil Hidrolisis Pati Garut secara Enzimatis. Tesis. Program Pasca Sarjana, Unibraw, Malang
- Myoda, T., Y. Matsuda, T. Suzuki, T. Nakagawa, T. Nagai, and T. Nagashima. 2006. Identification of soluble proteins and interaction with mannan in mucilage of *Dioscorea opposita* Thunb. (Chinese Yam Tuber). Food Sci. Technol. Res. 12(4): 299-302
- Rahmawati, E. 1993. Pembuatan Chip Kimpul (*Xanthosoma sagifolium* (L) Schott) Kajian dari Cara Proses serta Konsentrasi Garam dan Abu. FTP, UB, Malang
- Sautour, M. A-Claire, M. Offer, M. Aleth, and L. Dubois. 2007. The *Dioscorea* genus: a review of bioactive steroid saponins. J Nat 61:91-101
- Shewry, P. R. 2003. Tuber storage protein. Annals of Botany 91(7): 755-769
- Suismono dan M. I. F. Prawirautama. 1998. Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Gadung dan Evaluasi Sifat Fisikokimianya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan, Yogyakarta. p.42-52
- Suryani, C.L. dan N. Westiani. 2000. Studi Pembuatan Tepung Kara Benguk. Prosiding Seminar Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Dalam Upaya Peningkatan Kesejahteraan Petani dan Pelestarian Lingkungan. Yogyakarta, p.53-55
- Svasty, J. M. R. 1999. Characterization of a Novel Ratenoid β -glukosidase Enzyme and Its Natural Substrat. Chulabhorn Research Institute. Bangkok. Thailand
- Tattiyakul, J, T. Naksriarporn, P. Pradipasena and O. Miyawaki. 2006. Effect of Moisture on Hydrothermal Modification of Yam *Dioscorea hispida* Dennst Starch. <http://www.starch-journal.com>. Tanggal akses 20 November 2007
- Winarno, F.G. 1995. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia, Jakarta
- Yang D-J., T-J. Lu, and L.S. Hwang. 2009. Effect of endogenous glycosidase on stability of steroidal saponins in Taiwanese yam (*Dioscorea pseudojaponica* yamamoto) during drying processes. Food Chemistry 113(1): 155-159
- Zeleny, M. 1982. Multiple Criteria Decision Making. Mc Graw Hill Basic Company. New York