

Artikel Penelitian

Irradiasi Sinar UV-C pada Hancuran Singkong dalam Larutan Asam Laktat-Hidrogen Peroksida untuk Mendapatkan Tepung dengan Baking Expansion yang Meningkatkan

Anggun Setya

Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Korespondensi dengan penulis (anggun.setya@yahoo.co.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 24 Juli 2014 dan dinyatakan diterima tanggal 31 Agustus 2014. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.journal.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists ©2015 (www.ift.or.id)

Abstrak

Produksi singkong dewasa ini mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Selain produksi yang semakin meningkat, harganya juga cukup terjangkau. Pemanfaatan singkong untuk tepung singkong sudah banyak dilakukan. Namun dikarenakan singkong yang sifat pengembangannya kurang maksimal, maka tepung singkong kurang digunakan untuk aplikasi bidang industri, terutama industri roti tawar yang memerlukan tingkat pengembangan besar. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cara pembuatan tepung singkong yang dapat mengembang secara maksimal, sehingga dapat digunakan secara bersamaan dengan tepung terigu dalam industri roti tawar. Penambahan asam laktat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1%, sedangkan penambahan hidrogen peroksida bervariasi 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, dan 1,25% serta perlakuan irradiasi sinar UV-C selama 0 menit, 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit dan 5 menit pada hancuran singkong. *Baking expansion* tertinggi (9,76 ml/g) terdapat pada tepung singkong hasil oksidasi dengan perlakuan penambahan asam laktat 1% dan H₂O₂ 1% serta irradiasi UV-C 3 menit. Angka karbonil tepung teroksidasi meningkat seiring bertambahnya perlakuan lama irradiasi UV-C pada hancuran singkong, namun pada tingkat oksidasi berlebih akan terjadi penurunan angka karbonil. Angka karboksil tepung singkong teroksidasi meningkat seiring bertambahnya perlakuan lama irradiasi UV-C pada hancuran singkongnya. Oksidasi hancuran singkong dapat meningkatkan kecerahan tepung singkong teroksidasi yang dihasilkan.

Kata kunci : singkong, hidrogen peroksida, asam laktat, UV-C

Pendahuluan

Singkong merupakan bahan pangan yang diproduksi dalam jumlah besar di Indonesia yang meningkat dari tahun ke tahun. Pemanfaatan singkong sebagai tepung sudah banyak dilakukan karena potensi singkong yang cukup tinggi dan terjangkaunya harga singkong. Namun dikarenakan singkong yang mempunyai sifat pengembangan kurang maksimal, maka tepung singkong kurang digunakan untuk aplikasi bidang industri. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penambahan perlakuan pada hancuran singkong supaya mendapatkan cara pembuatan tepung singkong dengan *baking expansion* yang besar, sehingga dapat digunakan secara bersamaan dengan tepung terigu dalam industri roti tawar yang memerlukan *baking expansion* besar. Salah satu cara modifikasi tepung singkong yaitu dengan modifikasi kimia.

Dalam penelitian ini menggunakan hidrogen peroksida dan asam laktat sebagai oksidator untuk proses modifikasi hancuran singkong yang dilanjutkan dengan irradiasi UV-C. Irradiasi UV yang dapat memicu depolimerisasi pada pati singkong lebih efektif terjadi pada panjang gelombang 254 nm (UV-C) daripada 360 nm (UV-B) (Bertolini *et al*, 2001b). Vatanasuchart *et al*. (2005) menjelaskan bahwa hasil pengembangan pati singkong dengan penyinaran UV-C membutuhkan waktu lebih singkat daripada penyinaran dengan sinar UV-B maupun kombinasi antara sinar UV-A dan sinar UV-B.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan cara pembuatan tepung singkong

yang menghasilkan *baking expansion* besar sehingga perlu mengetahui pengaruh penambahan H₂O₂ dan irradiasi UV-C pada hancuran singkong terhadap tepung singkong teroksidasi.

Singkong atau yang sering disebut dengan ketela pohon atau ubi kayu berasal dari keluarga *Euphorbiaceae* dengan nama latin *Manihot esculenta*. Singkong biasa diolah menjadi bahan setengah jadi yaitu tepung singkong. Bradbury, *et al* (2006) melakukan pembuatan tepung singkong dengan cara *chipping*, namun hasil penelitian Sakti (2010) menunjukkan bahwa metode *chipping* memberikan karakteristik tepung dengan aroma, warna dan rasa yang kurang disukai dibandingkan tepung yang dihasilkan dengan pamarutan. Mutu yang dihasilkan dari pembuatan tepung singkong dengan beberapa cara tersebut dirasakan masih kurang baik sehingga perlu perbaikan atau modifikasi yang dapat memperbaiki kualitas dari tepung singkong sehingga penggunaannya juga dapat bertambah luas.

Asam Laktat (nama dalam sistem IUPAC: 2-hydroxypropanoic acid) merupakan asam karboksilat dengan formula kimia C₃H₆O₃. Asam laktat yang terdapat pada pati kasava asam mampu membantu peningkatan oksidasi pati kasava, yang ditunjukkan dengan terbentuknya gugus karbonil dan karboksil pada pati kasava terfermentasi yang dikeringkan dengan oven (Dias *et al*, 2011a). Selain mengoksidasi, asam laktat juga mendepolimerisasi pati, sehingga pati kasava asam mempunyai viskositas yang lebih rendah (Bertolini *et al*, 2000).

Mekanisme terjadinya reaksi oksidasi hidrogen peroksida dengan pati sangat kompleks. Reaksi oksidasi yang terjadi sangat cepat menghasilkan satu molekul gugus karbonil dengan cepat berubah menjadi karboksil (Sangseethong *et al.*, 2010).

Mekanisme oksidasi pati oleh hidrogen peroksida ditempuh melalui tiga jalur: Jalur A: H_2O_2 mengoksidasi gugus hidroksil pada C2 yang terdapat di ujung rantai pati (A1). Oksidasi lebih lanjut menghasilkan CO_2 dan molekul pati yang terbuka salah satu struktur kursinya (A2-A3). Jalur B: H_2O_2 mengoksidasi gugus hidroksil utama yaitu gugus hidroksil pada C6. Jalur C: H_2O_2 dengan konsentrasi tinggi mampu mengoksidasi gugus hidroksil pada 2 atom C sekaligus yaitu C2 dan C3 yang terdapat pada internal molekul glukosa (C1). Oksidasi lebih lanjut menghasilkan molekul karboksilat dengan berat molekul rendah, CO_2 dan molekul pati yang terbuka salah satu struktur kursinya (C2) (Lukasiewicz *et al.*, 2007).

Sinar UV dikelompokkan menjadi tiga yaitu UV-A dengan panjang gelombang 400-315 nm, UV-B dengan panjang gelombang 315-280 nm dan UV-C dengan panjang gelombang 280-200 nm (sering disebut sebagai UV jauh) (Masschelein, 2002). Sinar UV-C mampu mendorong terjadinya oksidasi pada pati kasava sehingga proses oksidasi akan lebih efektif (Bertolini *et al.*, 2000). Selain itu, Bertolini *et al.* (2001a) menyebutkan bahwa pemaparan sinar UV akan menurunkan viskositas pasta pati yang akan membuat pengembangan yang besar akibat proses *baking*. Pati atau tepung dapat teroksidasi oleh adanya oksidator atau irradiasi UV.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cara pembuatan tepung singkong yang dapat mengembang secara maksimal, sehingga dapat digunakan secara bersamaan dengan tepung terigu dalam industri roti tawar.

Materi dan Metode

Materi

Materi penelitian ini meliputi: singkong meni, asam laktat, hidrogen peroksida, HCL, NaOH, hidroksamin klorida, indikator PP, aquadest.

Metode Pembuatan Alat Iradiasi Sinar UV-C

Gambar 1 adalah alat sinar UV-C yang digunakan untuk modifikasi tepung singkong dengan spesifikasi sebagai berikut:

- panjang 1 m,
- lebar 0,50 m,
- tinggi 0,75 m,

Lampu UV-C yang digunakan adalah dengan spesifikasi sebagai berikut:

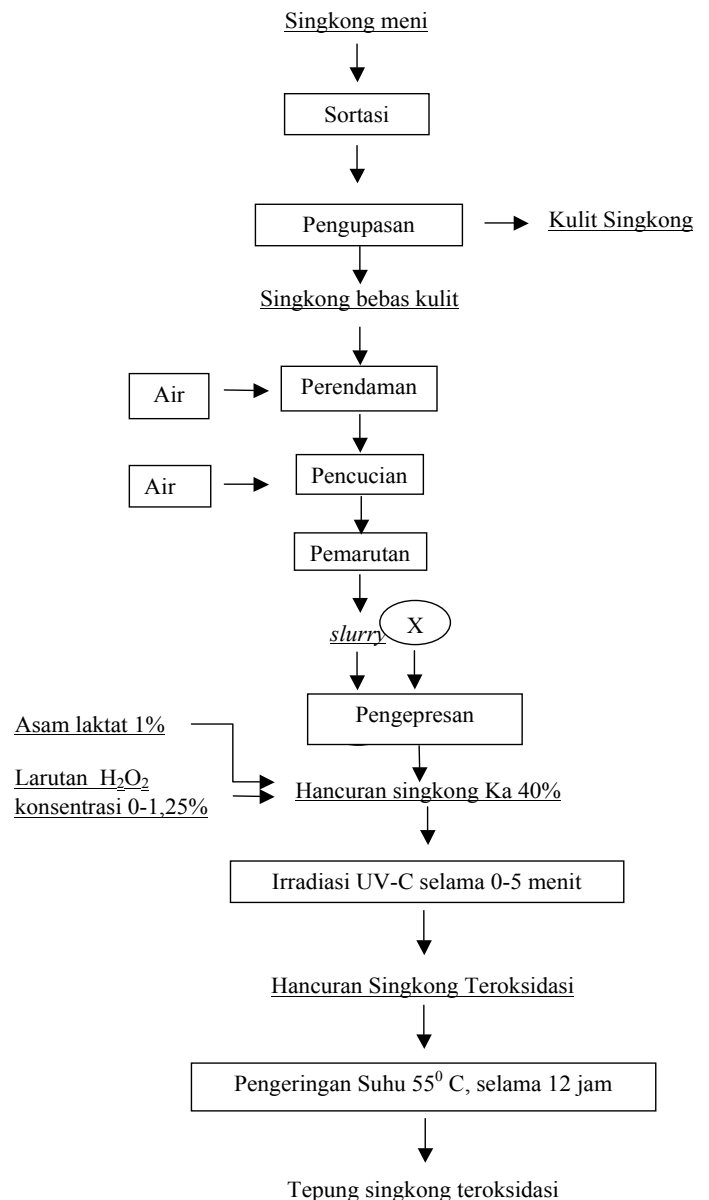
Merk lampu adalah Philips

- daya lampu 30 watt,
- jumlah lampu 1 buah
- jimensi lampu adalah 50 mm x 900 mm,
- ballast yang digunakan adalah 39 watt, kapasitas 12 GPM/ 39 watt/ 220-240 V.



Gambar 1. Rancangan alat pemapar sinar UV tampak atas

Pembuatan tepung singkong teroksidasi dengan penambahan asam laktat 1% (v/v) dan H_2O_2 serta dilanjutkan irradiasi UV-C dapat dilihat pada gambar berikut ini:

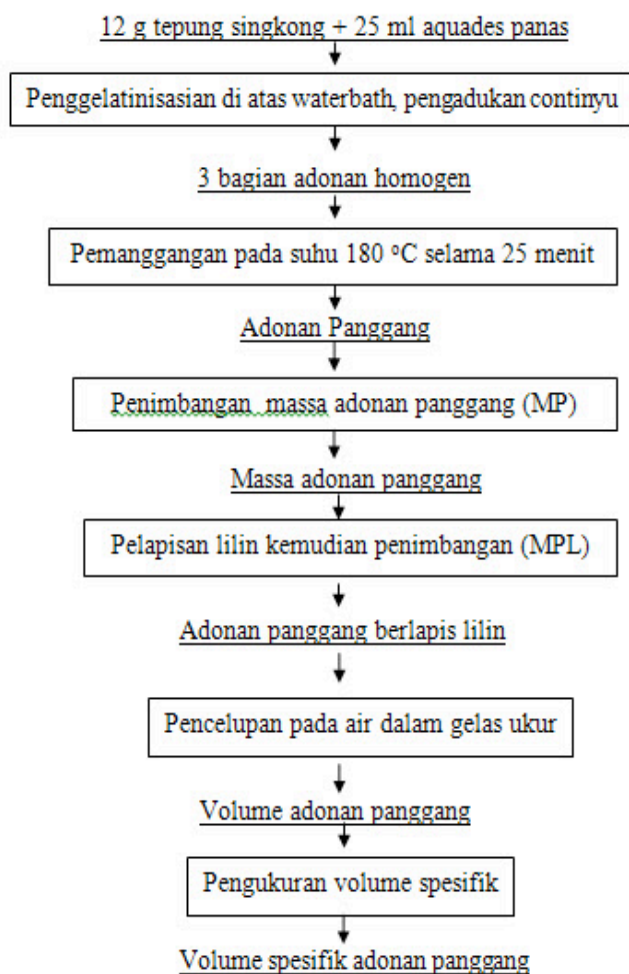


Metode analisis

Analisis Baking Expansion dilakukan sesuai dengan Demiate et al., 2000. Massa lilin ditentukan dengan massa kering lilin (MKL) dikurangi massa kering (MK).

Volume lilin adalah massa lilin / berat jenis lilin ($\rho = 0,93 \text{ g/ml}$). Volume adonan adalah volume kering lilin – volume lilin dan volume spesifik adonan (ml/g) adalah volume adonan (ml) / massa adonan panggang (g).

Tahap analisis dilakukan dengan urutan sebagaimana tertulis dalam gambar berikut ini:



Analisis Angka Karboksil

Pengukuran karboksil dilakukan menggunakan metode titrasi oleh Demiate et al. (2000) yang dimodifikasi. Mula-mula 0,5 g tepung singkong teroksidasi basis kering dilarutkan dalam 300 ml aquades. Suspensi dipanaskan selama 10 menit disertai dengan pengadukan yang konstan. Selanjutnya suspensi dititrasi dengan NaOH 0,025 M, setelah sebelumnya ditetesi dengan indikator phenolphthalein (pp) 2 tetes. Kadar karboksil (%COOH) dihitung dengan rumus $(\text{ml NaOH} \times 0,025 \text{ M} \times 0,045 \times 100) / 0,5 \text{ g}$ (basis kering). Angka 0,045 adalah berat molekul COOH / 1000

Analisis Kandungan Karbonil

Pengujian kadar karbonil dilakukan mengacu

pada metode Sangseethong et al. (2010).

Analisis Warna

Sampel tepung singkong dimasukkan wadah kolorimeter dengan kedalaman 2 cm kemudian ditera dengan alat kolorimeter. Hasil peneraan akan menunjukkan notasi Hunter yang dicirikan dengan 3 parameter yaitu L, a, dan b.

Notasi L menyatakan parameter gelap (0) sampai ke cerah (100). Notasi a menghasilkan warna kromatik merah untuk nilai positif dari 0 sampai 80 dan warna kromatik hijau untuk nilai negative dari 0 sampai (-80). Notasi b menyatakan warna kromatik kuning untuk nilai positif dari 0 sampai 70 dan warna biru untuk nilai negatif dari (-70) sampai 0 (Dubois et al., 1956 dalam Rivera et al., 2005).

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL). Data-data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 16 dengan metode analisis *variance* (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%, jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil dan Pembahasan

Baking expansion

Semakin tinggi konsentrasi H_2O_2 , maka untuk mendapatkan *baking expansion* tepung singkong teroksidasi yang optimum diperlukan waktu irradiasi yang lebih singkat. Sebaliknya, jika makin lama waktu irradiasi UV-C, maka untuk mendapatkan tepung singkong teroksidasi dengan *baking expansion* optimum maka diperlukan konsentrasi H_2O_2 lebih rendah. *Baking expansion* pada tepung singkong yang telah dioksidasi dengan penambahan asam laktat 1% dan H_2O_2 1% serta dilanjutkan irradiasi UV-C 3 menit (9,76 ml/g) dirasa sudah cukup mengembang besar untuk tepung singkong.

Terjadinya oksidasi pati pada tepung singkong teroksidasi dapat melalui beberapa mekanisme (Lukasiewicz et al., 2007). Pengaruh awal dari H_2O_2 adalah terjadi depolimerisasi yang diikuti dengan oksidasi secara cepat sampai menghasilkan CO_2 dan asam format.

Irradiasi UV yang dilakukan dengan penambahan asam laktat atau agen pengoksidasi berfungsi sebagai katalisator yang dapat mendorong peningkatan intensitas reaksi oksidasi pati pada tepung singkong (Bertolini et al., 2000). Selain berperan sebagai oksidator maupun katalisator, iradiasi UV dengan intensitas energi yang tinggi mampu mendorong terjadinya *crosslinking* antar molekul pati (Fiederowicz et al, 1999). Kombinasi antara oksidasi dan irradiasi UV-C pada penelitian ini dapat menghasilkan tepung singkong teroksidasi yang dapat mengembang besar.

Tabel 1. *Baking expansion* tepung singkong hasil oksidasi dengan asam laktat 1% (v/v) dan H₂O₂ (0%-1,25%) (v/v) serta diirradiasi UV-C selama 0 menit- 5 menit

Waktu Irradiasi UV-C (menit)	Volume spesifik (ml/g)					
	Konsentrasi H ₂ O ₂					
	0 %	0,25%	0,5%	0,75%	1%	1,25%
0	3,65 ^{Aa}	5,54 ^{Ab}	6,08 ^{Ac}	7,51 ^{Ad}	7,79 ^{Ade}	7,94 ^{BCe}
1	3,84 ^{Aa}	5,95 ^{Bb}	6,28 ^{Ab}	7,71 ^{ABc}	8,11 ^{ABcd}	8,38 ^{De}
2	4,31 ^{Ba}	6,08 ^{BCb}	6,56 ^{Bc}	7,90 ^{ABd}	8,40 ^{Be}	8,53 ^{De}
3	4,75 ^{Ca}	6,23 ^{CDb}	6,87 ^{Cc}	7,92 ^{ABd}	9,76 ^{Ce}	8,17 ^{CDd}
4	5,10 ^{Da}	6,42 ^{Da}	7,13 ^{Db}	8,11 ^{ABc}	8,71 ^{Bd}	7,74 ^{Abe}
5	6,54 ^{Ea}	6,97 ^{Eb}	7,34 ^{Dc}	8,04 ^{Be}	7,75 ^{Ad}	7,46 ^{Ac}

Kontrol: 3,54 ml/g

Keterangan: notasi huruf besar (A,B,C) yang sama untuk kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% dan notasi huruf kecil (a,b,c) yang sama untuk baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 2. Angka karbonil dan angka karboksil tepung singkong hasil oksidasi dengan asam laktat 1% dan H₂O₂ 1% serta diirradiasi 1-5 menit

Sampel	Angka Karbonil (%COH)	Angka Karboksil (%COOH)	Total Angka Karbonil & Angka Karboksil (%COH+%COOH)
Kontrol	0,14 ^A	0,27 ^a	0,41
Irradiasi UV-C 1 menit	0,30 ^B	0,52 ^b	0,82
Irradiasi UV-C 2 menit	0,37 ^{BC}	0,60 ^c	0,96
Irradiasi UV-C 3 menit	0,44 ^C	0,68 ^d	1,12
Irradiasi UV-C 4 menit	0,20 ^A	0,71 ^{de}	0,91
Irradiasi UV-C 5 menit	0,20 ^A	0,74 ^e	0,94

Keterangan : huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa angka karbonil/angka karboksil tidak berbeda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%

Tabel 3. Warna tepung singkong teroksidasi hasil perlakuan terpilih

Sampel	L=kecerahan (0-100)	a (kehijauan-kemerahan)	b (kekuningan-kebiruan)
Kontrol	84,67 ^a	5,93 ^e	15,00 ^g
Irradiasi UV-C 1 menit	86,63 ^b	5,50 ^{cd}	12,17 ^f
Irradiasi UV-C 2 menit	86,70 ^b	5,57 ^{cd}	11,80 ^f
Irradiasi UV-C 3 menit	86,70 ^b	5,57 ^{cd}	11,63 ^f
Irradiasi UV-C 4 menit	86,53 ^b	5,67 ^d	11,83 ^f
Irradiasi UV-C 5 menit	86,53 ^b	5,60 ^{cd}	12,17 ^f

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan bahwa kecerahan, kehijauan dan kekuningan tidak berbeda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%

Angka Karbonil dan Angka Karboksil

Dalam penelitian ini dapat dikatakan bahwa makin tinggi oksidasi maka angka karbonil juga akan meningkat, tetapi dalam waktu bersamaan karbonil dengan cepat berubah menjadi karboksil. Hal ini mengakibatkan angka karbonil mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan pernyataan El-Sheikh *et al.* (2010) yaitu penurunan angka karbonil pada tepung singkong teroksidasi kemungkinan dikarenakan gugus karbonil yang terbentuk diubah menjadi gugus karboksil.

Warna Pada Tepung Singkong

Pada perlakuan tepung singkong teroksidasi dengan asam laktat 1%, H₂O₂ 1% dan irradiasi UV-C 4 menit terjadi penurunan tingkat kecerahan (86,53) dan pada tingkat kekuningannya terjadi peningkatan (11,83). Pada Scoponi, 1997 dalam Palupi (2011) dijelaskan jika fotoreaksi akan menginduksi terjadinya

transfer elektron dan menyebabkan proses oksidasi pada senyawa polimer sehingga menghasilkan produk berwarna kuning. Maka dari itu, penurunan tingkat kecerahan pada tepung singkong tersebut dikarenakan banyak produk kekuningan terbentuk.

Kesimpulan

Penambahan H₂O₂ dan irradiasi UV-C pada hancuran singkong menyebabkan oksidasi yang intensif dan ditunjukkan dengan pembentukan gugus karbonil dan gugus karboksil. Makin tinggi konsentrasi H₂O₂ dan makin lama irradiasi UV-C pada hancuran singkong meningkatkan *baking expansion* tepung singkong teroksidasi sampai tingkatan tertentu dan makin tinggi konsentrasi H₂O₂ dan lama irradiasi UV-C selanjutnya, maka *baking expansion* tepung singkong teroksidasi menurun. *Baking expansion* tertinggi (9,76 ml/g) terdapat pada tepung singkong hasil oksidasi dengan penambahan asam laktat 1% dan H₂O₂ 1% serta

irradiasi UV-C 3 menit. Makin tinggi tingkat oksidasi hancuran singkong, maka angka karbonil meningkat kemudian menurun karena karbonil berubah menjadi karboksil. Makin tinggi tingkat oksidasi hancuran singkong, maka angka karboksil pada tepung singkong teroksidasi yang dihasilkan akan semakin tinggi. Perlakuan oksidasi pada hancuran singkong dapat meningkatkan derajat kecerahan dan menurunkan tingkat kekuningan pada tepung singkong teroksidasi yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Bertolini, A.C., Colonna, P. 2000. Rheological Properties of Acidified and UV-Irradiated Starches. *Starch/ Stärke*. 52: 340-344.
- Bertolini, A.C., Mestres, C., Colonna, P., and Raffi, J. 2001a. Free Radical Formation in UV- and Gamma-irradiated Cassava Starch. *Carbohydrate Polymers* 44: 269-271.
- Bertolini, A.C., Mestres, C., Raffi, J., Bule'on, A., Lerner, D., and Colonna, P. 2001b. Photodegradation of Cassava and Corn Starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 : 675-682.
- Bradbury, J.H. 2006. Simple Wetting Method to Reduce Cyanogen Content of Cassava Flour. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 388-393.
- Demiate, I.M., Dupuy, N., Huvenne, J.P., Cereda, M.P., and Wosiacki, G. 2000. Relationship Between Baking Behavior of Modified Cassava Starches and Starch Chemical Structure Determined by FTIR Spectroscopy. *Carbohydrate Polymer* 42: 149-158.
- Dias, A.R.G., Zavareze, E.d.R., Elias, M.C., Helbig, E., Moura, F.A.d., Vargas, C.G., and Ciacco, C.F. 2011a. Oxidation of Fermented Cassava Using Hydrogen Peroxide. *Carbohydrate Polymers*. 86: 185-191.
- El-Sheikh, M.A., M.A. Ramadan and El-Shafie, A. 2010. Photo-oxidation of Rice Starch Part I: Using Hydrogen Peroxide. *Carbohydrate Polymers*. 80: 266-269.
- Fiedorowicz, M., Tomasik, P., Cracow, You, S., and Lim, S. 1999. Molecular Distribution and Pasting Properties of UV Irradiated Corn Starches. *Starch/Stärke* 51: 126-131.
- Lukasiewicz, M., bednarz, S., Ptaszek, A., Gerlich, I., Bednarz, A., Bogdal, D. and Achremowicz, B. 2007. Microwave Assisted Oxidative Degradation of Starch-Estimation of Degree of Oxidation of the Modified Biopolymer. 11th International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry (ECSOC-11).
- Masschelein, W.J. 2002. Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation. Lewis Publisher USA is an imprint CRC Press LLC.
- Palupi, N. W. 2011. Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida dan Lama Penyinaran UV-C Terhadap Tingkat Oksidasi dan Pengembangan Pati Kassava Pada Proses Pengembangan. Thesis. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rivera, M. M. S., Sua'rez, F.J.L. G., Valle M. V., Meraz, F. G., and Pe'rez, L.A. B. 2005. Partial Characterization of Banana Starches Oxidized by Different Levels of Sodium Hypochlorite. *Carbohydrate Polymers*, 62: 50-56.
- Sakti, A. I. 2010. Pengaruh pH, Penambahan Hidrogen Peroksida dan Benzil Peroksida Pada Proses Pembuatan Tepung Singkong Terhadap Karakteristiknya. Thesis. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada.
- Sangseethong, K., Termvejsayanon, N., Sriroth, K. 2010. Characterization of Physicochemical Properties of Hypochlorite and Peroxide Oxidized Cassava Starches. *Carbohydrate Polymers*. 82: 446-453.
- Vatanasuchart, N., Naivikul, O., Charoenrein, S., and Sriroth, K. 2005. Molecular Properties of Cassava Starch Modified With Different UV Irradiations to Enhance Baking Expansion. *Carbohydrate Polymers* 61: 80-87.