

KARAKTERISASI SIFAT FISIKOKIMIA TAPIOKA TEROKSIDASI DAN APLIKASINYA UNTUK PEMBUATAN *EDIBLE FILM*

Angela Myrra Puspita Dewi* dan Eduard F. Tethool

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat 98314.

*Email: a.puspita@unipa.ac.id

Abstrak

Oksidasi pati merupakan salah satu metode modifikasi kimiawi pati. Reaksi oksidasi pati dilakukan melalui reaksi oksidasi menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) dan dikatalisis irradiasi UV-C. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh oksidasi terhadap sifat fisikokimia tapioka teroksidasi dan aplikasinya sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Reaksi oksidasi tapioka dilakukan dengan perlakuan konsentrasi H_2O_2 sebesar 3% dengan lama irradiasi UV-C selama 10 menit. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap reaksi oksidasi dikaji dalam penelitian ini -meliputi kadar karbonil, karboksil, amilosa, sifat pasta, daya pengembangan dan kelarutan pati. Reaksi oksidasi berpengaruh terhadap kadar karbonil, karboksil, amilosa, dan viskositas pasta pati oksidasi yang dihasilkan. Oksidasi pati menghasilkan tapioka teroksidasi dengan gugus karbonil dan karboksil masing-masing sebesar 0,26% dan 0,29%. Selain itu, kadar amilosa dan kelarutan tapioka teroksidasi lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka alami namun, swelling power dan viskositas akhir tapioka teroksidasi lebih rendah daripada tapioka alami. *Edible film* dari tapioka teroksidasi dapat meningkatkan hidrofobisitas dan kejernihan jika dibandingkan dengan *edible film* dari tapioka alami. *Edible film* dari tapioka teroksidasi memiliki karakteristik mositure absorption 29,6%, WVP 0,036 g H_2O mm/jam m^2 , solubility 33,23%, transparency 3,08, dan seal strength 0,035N/ m^2 .

Kata kunci: tapioka teroksidasi, *edible film*, fisikokimia

1. PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Cranz) merupakan produk hasil pertanian tumbuh di sebagian besar Asia, Afrika, dan Amerika Selatan. Salah satu bagian dari ubi kayu yang paling banyak dimanfaatkan adalah pati. Kandungan pati ubi kayu berkisar antara 73,7-84,9% per berat kering ubi kayu (Hill *et al.*, 1999). Pati dari ubi kayu atau tapioka memiliki sifat kapasitas penyerapan air yang tinggi, suhu gelatinisasi yang rendah, pasta yang jernih, dan stabilitas yang relatif baik (Hill *et al.*, 1999). Sifat-sifat ini menyebabkan tapioka banyak dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi industri, salah satunya sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*. Film berbahan tapioka memiliki fleksibilitas yang baik, namun permeabilitas terhadap uap air rendah, sehingga akan membatasi pemanfaatannya terutama jika akan diaplikasikan sebagai bahan pengemas. Dengan demikian, untuk memperbaiki sifat *edible film* dari tapioka diperlukan modifikasi sifat pati sebagai bahan dasarnya, salah satunya dengan modifikasi kimiawi melalui oksidasi.

Oksidasi pati merupakan salah satu metode modifikasi kimiawi yang menghasilkan pati dengan sifat viskositas rendah, stabilitas pasta tinggi, kejernihan pasta tinggi, sebagai pembentuk film yang baik, dan memiliki sifat perekat yang baik (Bello-Perez *et al.*, 2005). Selama reaksi oksidasi pati, gugus hidroksil pada molekul pati akan teroksidasi menjadi gugus karboksil dan gugus karbonil. Selain itu, oksidasi pati juga mengakibatkan terjadinya degradasi molekul pati sehingga menghasilkan viskositas pasta rendah. Beberapa reagen oksidator yang digunakan untuk reaksi oksidasi seperti hidrogen peroksida, sodium hipoklorit, dan permanganat. Hidrogen peroksida banyak digunakan sebagai oksidator pada reaksi oksidasi karena ekonomis dan ramah lingkungan. Hasil sampingan dari reaksi oksidasi dengan hidrogen peroksida sebagai oksidator berupa H_2O dan O_2 sehingga aman digunakan. Gugus karbonil merupakan gugus fungsional utama yang dihasilkan dari reaksi oksidasi pati menggunakan hidrogen peroksida (Sangseethong *et al.*, 2010).

Irradiasi UV untuk modifikasi pati telah dilakukan oleh Betollini *et al.* (2001), Fiedorowicz *et al.* (1999), dan Vatanasuchart *et al.* (2003). Dengan adanya penyinaran UV pada pati mengakibatkan degradasi oksidatif yang dipengaruhi oleh intensitas sinar dan lama waktu penyinaran. Makin pendek panjang gelombang sinar UV, maka energi yang digunakan untuk

mengkatalisa suatu reaksi makin meningkat. Beberapa penelitian mengenai penggunaan irradiasi sinar UV C telah dilakukan, irradiasi UV C selama 25 jam mengakibatkan terjadinya penurunan viskositas puncak dan suhu gelatinisasi pada pati jagung. El Sheikh *et al.* (2010) telah mengembangkan metode oksidasi pati beras dengan menggunakan penyinaran UV C (panjang gelombang 190 nm) dan adanya hidrogen peroksida sebagai fotosensitizer. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik pati oksidasi adalah rasio pati:air, konsentrasi hidrogen peroksida, dan lama waktu irradiasi UV. Dari hasil penelitian El Sheikh *et al.* (2010), diperoleh bahwa kondisi optimal untuk menghasilkan pati beras teroksidasi adalah konsentrasi hidrogen peroksida 0,4%, rasio pati/larutan 1:6, dan lama penyinaran 4 jam.

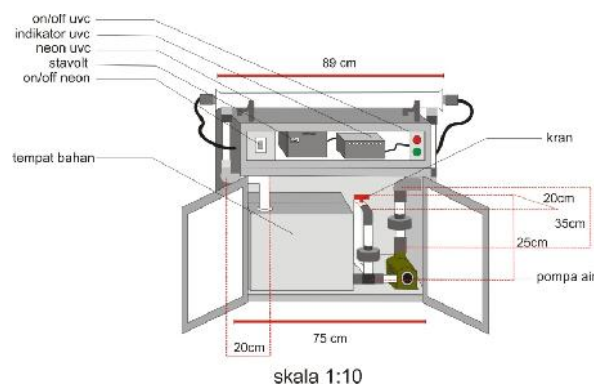
Pemanfaatan pati oksidasi dalam pembuatan *edible film* memberikan perbaikan kualitas karena mempunyai sifat sebagai pembentuk film yang baik serta tingkat kejernihan yang tinggi. Beberapa penelitian mengenai aplikasi pati oksidasi sebagai bahan dasar *edible film* telah dilakukan. Wang *et.al* (2009) menyatakan keberadaan gugus karbonil pada pati oksidasi dapat meningkatkan resistensi terhadap penyerapan air. Zamudio-Flores *et.al* (2006) mempelajari tentang karakteristik film dari bahan dasar pati pisang pada berbagai tingkat oksidasi. *Tensile strength* film yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan tingkat oksidasi pati. Kajian mengenai pembuatan dan karakteristik sifat fisik dan mekanis *edible film* dari tapioka teroksidasi belum dilakukan. Dengan demikian, penelitian ini akan mengkaji pengaruh reaksi oksidasi terhadap tapioka teroksidasi yang dihasilkan dan bagaimana aplikasi serta karakteristik *edible film* yang dihasilkan dari tapioka teroksidasi.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu varietas ADIRA 4 yang diperoleh dari daerah Cangkringan, DIY. Bahan-bahan kimia untuk produksi pati oksidasi dan pembuatan film berkualifikasi teknis meliputi hidrogen peroksida 50%, gliserol 98% dan bahan kimia berkualifikasi pro-analisis untuk keperluan analisa kimia meliputi HCl, hydroxylamine hydrochloride, Kristal NaOH, Kalium Iodida, Iodine, dan asam asetat.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Perangkat fotoreaktor untuk reaksi oksidasi pati (terdiri dari pompa, lampu UV dengan panjang gelombang 100 – 280 nm, tempat bahan) (Gambar 1), waterbath, polyethylene tray, cawan poliakrilat, desikator, Brabender Viscoamylograph, *Universal Testing Machine*, Spektrofotometer, timbangan analitik, waterbath, cabinet dryer, dan peralatan gelas untuk analisis.



Gambar 1. Perangkat Fotoreaktor

2.2. Pembuatan Tapioka Teroksidasi

Pembuatan tapioka teroksidasi mengikuti metode Sheikh *et al.* (2010) yang dimodifikasi. Tapioka hasil ekstraksi dilakukan pembuatan *slurry* pati dengan rasio pati:air sebesar 1:6, selanjutnya *slurry* pati dimasukkan dalam tempat bahan (Gambar 1) kemudian *slurry* pati dilakukan penambahan larutan hidrogen peroksida dengan konsentrasi 3% per berat pati. *Slurry* pati selanjutnya dialirkan melalui lampu UV selama 10 menit kemudian *slurry* pati disentrifugasi dan

dilakukan pencucian untuk menghilangkan residu hidrogen peroksida lalu dilakukan pengeringan pada suhu 50°C hingga tercapai kadar air 10%.

2.3. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tapioka Teroksidasi

Tapioka teroksidasi dianalisis sifat fisikokimia yang meliputi kadar karbonil dan karboksil (Zhang *et al.*, 2009), amilosa (AOAC, 1984), viskositas pasta (Brabender viscoamylograph), daya pengembangan dan kelarutan pati (Adebowale *et al.*, 2009). Penentuan kadar karbonil dan karboksil mengikuti metode Zhang *et al.* (2009).

2.4. Pembuatan *Edible Film* Berbasis Tapioka Teroksidasi

Pembuatan *edible film* mengikuti metode (Zhang *et al.*, 2009) yang dimodifikasi. Sebanyak 3 g tapioka teroksidasi dan gliserol 98% sebanyak 15% (per berat kering pati) dilakukan pencampuran dengan aquades untuk mendapatkan total volume larutan film 100 ml. Kemudian dilakukan pengadukan pada suhu 90°C selama 30 menit. Larutan film dituang ke dalam polyethylene tray ukuran 16 x 25 cm dan dilakukan pendiaman selama 15 menit untuk retrogradasi selanjutnya dikeringkan pada suhu 40°C dalam cabinet dryer. Selanjutnya *edible film* dilakukan analisis.

2.5. Karakterisasi Sifat *Edible Film*

Edible film yang telah dihasilkan dilakukan analisis yang meliputi kuat tarik dan elongasi menggunakan *Universal Testing Machine*, moisture absorption (Wang & Wang, 2005), kelarutan dalam air (Gonthard *et al.*, 2002), kejernihan (Detduangchan & Wittaya, 2011), dan *sealing strength* (Kim, S. & Ustunol, 2001). Adapun *edible film* dari tapioka alami digunakan sebagai kontrol.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Fisikokimia Tapioka Teroksidasi

Salah satu indikator keberhasilan oksidasi pati adalah terbentuknya gugus karbonil dan karboksil pada molekul pati. Hasil pengujian kadar karbonil dan karboksil pati oksidasi dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar karbonil tapioka teroksidasi dipengaruhi oleh konsentrasi H₂O₂ dan waktu irradiasi UV (El-sheikh *et al.*, 2010). Selama proses oksidasi, gugus hidroksil pada molekul pati teroksidasi menjadi gugus karbonil kemudian menjadi gugus karboksil (Zavareze dkk., 2012). Proses tersebut dipengaruhi oleh jenis oksidator yang digunakan dan kondisi reaksinya. Reaksi paralel di mana gugus karbonil dan karboksil secara selektif yang terbentuk akibat oksidasi oleh gugus hidroksil pada posisi tertentu yaitu C-2, C-3 dan C-6 dari cincin glukosidik (Kuakpetoon dan Wang, 2006). Pembentukan gugus karbonil pada pati oksidasi tersebut dapat menurunkan permeabilitas uap air pada produk termoplastik berbasis pati (Zhang dkk., 2009).

Kadar amilosa tapioka teroksidasi disajikan dalam Tabel 1. Dibandingkan dengan tapioka alami, kadar amilosa tapioka teroksidasi lebih tinggi daripada kadar amilosa tapioka alami. Peningkatan kadar amilosa pada tapioka teroksidasi kemungkinan disebabkan karena terjadinya depolimerisasi molekul amilopektin (Kuakpetoon dan Wang, 2006).

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Fisikokimia Tapioka Alami dan Teroksidasi

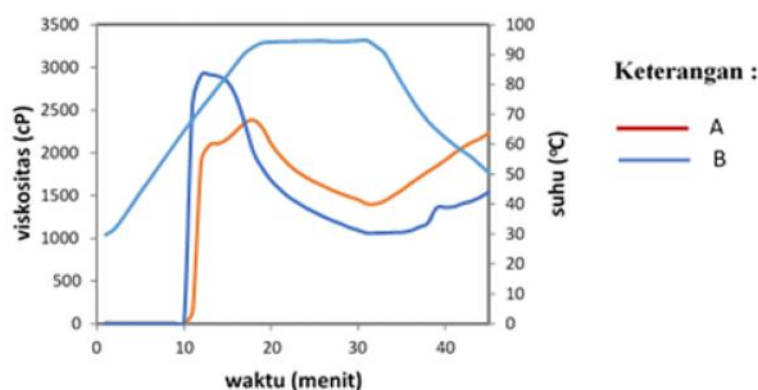
Parameter	Tapioka Alami	Tapioka Teroksidasi
Karbonil (%)	0 ^a	0,25 ^b
Karboksil (%)	0 ^a	0,29 ^b
Amilosa (%)	22,09 ^a	25,26 ^b
Swelling power (%)	39,10 ^a	37,42 ^b
Kelarutan (%)	21,57 ^a	25,18 ^b

Ket : Notasi yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada uji Duncan (P<0,05)

Dibandingkan dengan *swelling power* tapioka alami, *swelling power* tapioka teroksidasi lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan karena oksidasi menyebabkan perubahan struktur granula menjadi lebih porus sehingga kemampuan dalam menghidrasi air pada saat pemanasan tinggi namun saat sentrifugasi air yang terabsorb akan keluar karena ketahanan granula dalam

memerangkap air lemah (Wang dan Wang, 2005). Sedangkan kelarutan tapioka teroksidasi lebih tinggi dibandingkan kelarutan tapioka alami. Hal ini kemungkinan disebabkan karena terjadinya depolimerisasi dan lemahnya struktur granula pati akibat oksidasi (Adebowale dkk., 2002).

Pengaruh reaksi oksidasi pati terhadap viskositas tapioka teroksidasi dapat disajikan dalam Gambar 2. Dari grafik viscoamylograph tampak bahwa viskositas puncak tapioka teroksidasi lebih tinggi daripada viskositas puncak tapioka alami, namun viskositas akhirnya lebih rendah daripada viskositas puncak tapioka alami. Tingginya viskositas puncak tersebut kemungkinan disebabkan karena level oksidasi yang rendah sehingga terjadi rearrangement permukaan molekul granula tanpa merusak ikatan glikosidik (Renato dkk., 2011). Sedangkan penurunan viskositas akhir kemungkinan disebabkan karena terjadi penghambatan retrogradasi karena keberadaan gugus karbonil dan karboksil juga meningkatkan jarak antar rantai amilosa (Vanier dkk., 2016)



Gambar 2. Perbandingan viskositas pasta tapioka alami (A) dan tapioka teroksidasi (B)

3.2. Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanis *Edible Film* Berbasis Tapioka Teroksidasi

Karakteristik *edible film* dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, *tensile strength* film tapioka teroksidasi lebih tinggi daripada film dari tapioka alami, demikian juga dengan kelarutan film dalam air dan *transparency* film tapioka teroksidasi. Sedangkan *moisture absorption*, WVP, dan *seal strength* film tapioka teroksidasi lebih rendah daripada film tapioka alami.

Tabel 2. Karakteristik *Edible Film* Tapioka Teroksidasi

Karakteristik	<i>Edible Film</i> tapioka alami	<i>Edible Film</i> tapioka teroksidasi
<i>Tensile strength</i> (M Pa)	7,87 ^a	11,39 ^b
Elongasi (%)	3,08 ^a	2,66 ^a
<i>Moisture absorption</i> (%)	44,22 ^a	29,6 ^b
WVP (g H ₂ O mm/jam m ²)	0,039 ^a	0,036 ^b
Kelarutan dalam air (%)	28,05 ^a	33,23 ^b
Transparency	2,85 ^a	3,08 ^b
Seal Strength (N/m ²)	0,1 ^a	0,035 ^b

Keterangan : Notasi dengan huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Tensile strength tapioka teroksidasi lebih tinggi daripada *tensile strength* tapioka alami. Hal ini kemungkinan disebabkan karena gugus hidroksil pada molekul amilosa dan amilopektin mengalami oksidasi membentuk gugus karbonil dan karboksil. Adanya ikatan antara gugus karbonil dan karboksil pati oksidasi dengan gugus OH pada amilosa dan amilopektin pati sehingga menghasilkan struktur polimerik yang akan menurunkan fleksibilitas film yang dihasilkan (Zamuido Florez *et al.*, 2006).

Moisture absorption film dari pati oksidasi lebih rendah daripada film dari tapioka alami tapioka. Demikian juga dengan *water vapor permeability* (WVP) film. Hal ini menunjukkan bahwa film dari pati oksidasi dapat meningkatkan hidrofobisitas. Hal ini didukung oleh Zhang *et al* (2009) yang menyatakan bahwa oksidasi pati menggunakan H₂O₂ dapat meningkatkan hidrofobisitas film karena akibat pembentukan gugus keton dan aldehid selama oksidasi.

Film dari bahan pati oksidasi memiliki kelarutan yang lebih tinggi daripada film dari bahan tapioka alami kemungkinan karena akibat oksidasi menyebabkan depolimerisasi pada molekul amilosa dan amilopektin pati (Zavareze *et al.*, 2012). *Transparency* film dari pati oksidasi lebih tinggi daripada film dari tapioka alami. Hal ini kemungkinan disebabkan karena selama reaksi oksidasi juga terjadi *crosslinking* yang ditandai dengan meningkatnya viskositas pasta pati oksidasi (Wang and Wang, 2005). Adanya *crosslinking* akan menstabilkan film sehingga akan menghambat kristalisasi yang dapat meningkatkan kejernihan film. (Dellvile *et al.*, 2003).

Seal strength film pati oksidasi lebih rendah daripada *seal strength* film tapioka alami kemungkinan disebabkan karena kemungkinan pada level oksidasi tersebut gugus hidroksil pati berubah menjadi gugus keton. Persentase gugus keton (C=O) inilah yang menurunkan seal strength pada film dari tapioka teroksidasi (Kim and Ustunol, 2001).

4. KESIMPULAN

Reaksi oksidasi berpengaruh terhadap kadar karbonil, karboksil, amilosa, dan viskositas pasta pati oksidasi yang dihasilkan. Oksidasi pati menghasilkan tapioka teroksidasi dengan gugus karbonil dan karboksil masing-masing sebesar 0,26% dan 0,29%. Selain itu, kadar amilosa dan kelarutan tapioka teroksidasi lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka alami namun, swelling power dan viskositas akhir tapioka teroksidasi lebih rendah daripada tapioka alami. *Edible film* dari tapioka teroksidasi dapat meningkatkan hidrofobisitas dan kejernihan jika dibandingkan dengan edible film dari tapioka alami. *Edible film* dari tapioka teroksidasi memiliki karakteristik *moisture absorption* 29,6%, WVP 0,036 g H₂O mm/jam m², *solubility* 33,23%, *transparency* 3,08, dan *seal strength* 0,035N/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K., O., Afolabi, T., A., dan Lawal, O., S. (2002). Isolation, chemical modification and physicochemical characterization of Bambara groundnut (*Voandzeia subterranean*) starch and flour. *Food Chemistry* 78:305–311.
- Adebowale, K. O., Henle, T., Schwarzenbolz, U., dan Doert, T. (2009). Modification and properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex A. Rich.) Harms starch I: Heat moisture treatments and annealing. *Food Hydrocolloids*, 23(7):1947–1957.
- Bello Perez, M.M. Sanchez-Rivera, F.J.L. Garcia Suarez, M. Velazquez del Valle. F.Gutierrez-Meraz. 2005. Partial Characterization of Banana Starches Oxidized by Different Levels of Sodium Hypochlorite. *Carbohydrate Polymers* 62:50-56.
- Bertollini, A.C, Mestres, C., and Collona. 2000. Rheological Properties of Acidified and UV-Irradiated Starches. *Starch* 52 : 340-344.
- Delville, J., C. Jolly, P, Dole, and C. Bliard. 2003. Influence of photocrosslinking on the retrogradation of wheat starch based films. *Carbohydrate Polymers* 53 : 373-381.
- Detduangchan, N. dan Wittaya, T. (2011). Effect of UV-Treatment on Properties of Biodegradable Film From Rice Starch. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 57(3): 464–469.
- El-sheikh, M. A., Ramadan, M. A., dan El-shafie, A. (2010). Photo-oxidation of rice starch . Part I : Using hydrogen peroxide. *Carbohydrate Polymers* 80(1) : 266–269.
- Fiedorowicz, M., Tomasik, P., Cracow, and Lim S. 1999. Molecular distribution and Pasting properties of UV Irradiated Corn Starches. *Starke* 51:126-131.
- Gonthard, N., S. Guilbert dan J.L. Cuq. 1992. Edible Wheat Film : Influence of The Main Process Variables on Film Properties using Response Surface Methodology. *J. Food Science* 57 (1) : 190-199.
- Hill, Sandra E., Pensiri Sriburi, dan Fiona Barclay. 1999. Depolymerisation of cassava starch. *Carbohydrate Polymers* 38 : 211-218.

- Kim, S., J., dan Ustunol, Z. (2001). Thermal Properties , Heat Sealability and Seal Attributes of Whey Protein Isolate. *Properties Food Engineering and Physical* 66(7):985–990.
- Kuakpetoon, D., dan Wang, Y., J. (2006). Structural Characteristics and Physicochemical Properties of Oxidized Corn Starches Varying in Amylose Content. *Carbohydrate Research* 341:1896–1915.
- Lee, J.S., R.N. Kumar, H.D. Rozman, B.M.N. Azemi. 2005. Pasting, Swelling, and Solubility Properties of UV initiated Starch-graft-Poly(AA). *Food Chemistry* 91:203-211.
- Renato, A., Dias, G., Zavareze, R., Cardoso, M., Helbig, E., Oliveira, D., dan Francisco, C. (2011). Pasting , expansion and textural properties of fermented cassava starch oxidised with sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 268–275.
- Vanier, N. L., Lisie, S., El, M., Renato, A., Dias, G., dan Zavareze, R. (2016). Molecular structure , functionality and applications of oxidized starches : A. *Food Chemistry* 10: 138–146.
- Vatanasuchart, N., Naivikul, O., Charoenrein, S. dan Sriroth, K. (2003). Effects of Different UV Irradiations on Properties of Cassava Starch and Biscuit Expansion. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 37:334-344.
- Wang, Y. J., & Wang, L. (2005). Physicochemical properties of common and waxy corn starch oxidized by different level of sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers*, 52, 207–217.
- Zamudio-Flores, P. B., Vargas-Torres, A., Pére-Gonzálea, J., Bosquez-Molina, E., dan Bello-Pérez, L. A. (2006). Films prepared with oxidized banana starch: Mechanical and barrier properties. *Starch/Stärke* 58(6), 274-282.
- Zavareze, E. D. R., Pinto, V. Z., Klein, B., El Halal, S. L. M., Elias, M. C., Prentice-Hernández, C., dan Dias, A. R. G. (2012). Development of oxidised and heat-moisture treated potato starch film. *Food Chemistry* 132(1) : 344–350.
- Zhang, Y. R., Zhang, S. D., Wang, X. L., Chen, R. Y., dan Wang, Y. Z. (2009). Effect of carbonyl content on the properties of thermoplastic oxidized starch. *Carbohydrate Polymers* 78(1): 157–161.