

# **SWELLING POWER DAN KELARUTAN PATI GANYONG (*Canna edulis* Kerr.) TERMODIFIKASI MELALUI HEAT-MOISTURE TREATMENT DAN PENAMBAHAN GUM XANTHAN UNTUK PRODUK ROTI**

**Parwiyanti, F. Pratama, A. Wijaya, N. Malahayati, dan E. Lidiasari**

Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya  
Jl. Palembang-Prabumulih km 32, Indralaya, Ogan Ilir  
e-mail: parwiyanti\_ibu@yahoo.com

## **ABSTRAK**

Penelitian modifikasi pati ganyong (*Canna edulis* Kerr.) melalui perlakuan *heat-moisture-treatment* (HMT) dan penambahan gum xanthan (GX) dilakukan untuk memperbaiki kelemahan pati ganyong alami sehingga menjadi luas aplikasinya dalam industri pangan, terutama produk roti-rotian. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan adalah waktu HMT (8 dan 16 jam) pada suhu 80 °C, kadar air 15% dan konsentrasi gum xanthan (0; 0,5; 1; 1,5; 2%). Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) pada  $\alpha=0,05$ . Perbedaan nyata yang terjadi dilanjutkan dengan uji BNJ ( $\alpha=0,05$ ). Diamati *swelling power* dan indeks kelarutan dalam air pati ganyong modifikasi. Hasil penelitian menunjukkan interaksi waktu HMT dan konsentrasi gum xanthan berpengaruh nyata terhadap *swelling power* dan indeks kelarutan dalam air dengan kisaran 10,96–17,08 g/g dan indeks kelarutan dalam air 1,62–29,11%. Pati ganyong yang dimodifikasi menggunakan waktu HMT 8 jam dan konsentrasi gum xanthan 1% menunjukkan *swelling power* yang lebih tinggi dari pati ganyong alami dan tepung terigu dan mempunyai indeks kelarutan dalam air mendekati tepung terigu sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk substitusi terigu pada produk roti-rotian.

Kata kunci: pati ganyong, modifikasi, HMT, gum xanthan, *swelling power*

## **ABSTRACT**

**Swelling Power and Solubility of Modified Ganyong (*Canna edulis* Kerr.) Starch using Heat-moisture Treatment and Xanthan Gum for Bakery Product.** Modification of *Canna edulis* starch through heat-moisture treatment (HMT) and the addition of gum xanthan (GX) was conducted to improve and expand the use of this starch in food industry, especially bakery products. The trial was factorial randomized complete block design with two treatments (time of heat treatment moisture and GX concentration). The temperature used for HMT was 80 °C for 8 and 16 h at moisture content of 15% and the concentration of GX was 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2% and wheat flour as a control. Observations included swelling power and solubility index of the modified starch in water. The results showed that the swelling power and solubility index of modified starch ranged from 10.96 to 17.08 g/g and 1.62 to 29.11%, respectively. The modified starch treated with HMT for 8 hours and 1% xanthan gum showed higher swelling power than that of natural starch and wheat flour, suggesting that it can be further used as a wheat flour substitute for bakery products.

Key words: *Canna edulis* starch, modification, HMT, gum xanthan, *swelling power*.

## PENDAHULUAN

Ganyong (*Canna edulis* Kerr.) merupakan jenis umbi-umbian yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman ini mudah dibudidayakan pada lahan kering dan toleran naungan sehingga dapat menjadi tanaman sela di areal perkebunan (Widjajaputra 2007, Ariesta *et al.* 2004). Produktivitas umbi ganyong sekitar 33 t/ha (Suhartini dan Hadiatmi 2010). Umbi ganyong dapat diolah menjadi bahan setengah jadi, terutama pati (Choirunisa *et al.* 2014, Witono *et al.* 2013).

Pati ganyong memiliki kadar amilosa tinggi (38,0%) (Soni *et al.* 1990), dengan suhu gelatinisasi 71,9–74,8 °C, struktur kristalin tipe B, viskositas tinggi (viskositas puncak 145,8 RVU, viskositas dingin 24,1 RVU), mudah teretrogradasi (viskositas balik 154,6 RVU), dan membentuk gel (viskositas akhir 276,2 RVU) (Watcharatewinkul *et al.* 2008). Sifat mudah teretrogradasi menyebabkan pangan mudah mengalami pengerasan pada suhu ruang. Selain itu, pati ganyong dengan viskositas tinggi membatasi penggunaannya, hanya sebagai bahan pengental dan pembentuk gel (Watcharatewinkul *et al.* 2008). Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi pati ganyong agar dapat diaplikasikan lebih luas dalam industri pangan.

Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisik untuk menghasilkan produk pangan ramah lingkungan. *Heat-moisture treatment* (HMT) adalah cara modifikasi pati ganyong untuk menurunkan daya retrogradasinya (Watcharatewinkul *et al.* 2008). Roti bebas gluten yang dibuat menggunakan tapioka modifikasi hasil HMT lebih lembut teksturnya dibandingkan dengan tapioka tanpa modifikasi (Onyango *et al.* 2013). Modifikasi HMT pati ubi jalar pada kadar air 25%, suhu 110 °C, selama 3 jam, dapat meningkatkan viskositas, suhu gelatinisasi, viskositas balik, tetapi menurunkan viskositas dingin dibanding pati tanpa modifikasi (Lase *et al.* 2013).

Penelitian modifikasi pati ganyong yang telah dilakukan hanya sebatas menghasilkan pati dengan kristalinitas tinggi (Kuswandari *et al.* 2013; Watcharatewinkul *et al.* 2008), sehingga tidak sesuai untuk diaplikasikan pada pengolahan pangan yang memerlukan daya mengembang (*baking expansion*), misalnya produk roti-rotian. Modifikasi pati ganyong dengan HMT pada kadar air 15–25%, suhu 100 °C selama 16 jam mampu menurunkan retrogradasi pati ganyong (Watcharatewinkul *et al.* 2008), namun tidak dapat mengembang karena tidak mengandung gluten. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menghasilkan pati ganyong yang mampu mengembang dan stabil selama pengolahan pangan. Gum xanthan yang dihasilkan oleh *Xanthomonas campestris* secara fermentasi merupakan hidrokoloid yang ditambahkan pada pati atau tepung nonterigu untuk menggantikan fungsi gluten pada produk roti (Sciarini *et al.* 2012; Gumbus *et al.* 2007; Kohajdova dan Karovicova 2008; Peressini *et al.* 2011; Hager dan Arendt 2013; Turabi *et al.* 2010). Gum xanthan mampu berinteraksi dengan komponen lain, seperti pati dan protein dan mengikat air dalam pembentukan adonan roti sehingga saat pemanggangan tersedia air pada gelatinisasi pati untuk membentuk struktur produk roti (Gumbus *et al.* 2007). Selain itu, gum xanthan membentuk lapisan film tipis dengan pati yang dapat berfungsi sebagai gluten dan menghasilkan struktur *crumb* yang baik dan mempertahankan kelembaban produk (Kuswardani *et al.* 2008). Struktur *helix* gum xanthan merupakan salah satu struktur kimia yang menyebabkan larutan gum xanthan stabil pada kisaran pH dan suhu yang luas serta tahan terhadap degradasi enzimatik sehingga mampu membentuk struktur yang dapat mempertahankan gas pada produk roti (Palaniraj dan Jayaraman 2011).

Metode modifikasi pada penelitian ini adalah kombinasi hidrotermal dan hidrokoloid. Proses hidrotermal menggunakan HMT, sedangkan hidrokoloid menggunakan gum xanthan (GX). Modifikasi kombinasi HMT dan GX pada pati ganyong diharapkan dapat mengubah karakteristik pati ganyong sehingga dapat diaplikasikan secara luas, baik sebagai bahan baku atau bahan tambahan dalam industri pangan, terutama produk roti. Pati ganyong hasil modifikasi ini dapat digunakan sebagai substitusi terigu dan bahan baku olahan pangan untuk penderita autisme dan *celiac* (Sciarini *et al.* 2012; Gumbus *et al.* 2007).

Sifat fungsional yang perlu dikaji adalah *swelling power* dan kelarutan pati ganyong hasil modifikasi. *Swelling power* merupakan pembengkakan granula pati karena terjadi proses gelatinisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu proses HMT dan konsentrasi gum xanthan (GX) yang dapat menghasilkan sifat *swelling power* dan kelarutan mendekati tepung terigu.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pati ganyong hasil pengolahan di Desa Sendang Sari, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, gum xanthan (GX), tepung terigu protein sedang dan akuades. Alat yang digunakan adalah sentrifus (*Hettich* universal 320 R), penangas air (GFL 1083), neraca analitik (Ohaus Adventurer), oven (Memmert), vortex, lemari es, dan peralatan gelas.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, pada bulan Maret sampai April 2015. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan adalah waktu HMT (8 dan 16 jam) pada suhu 80 °C, kadar air 15%, dan konsentrasi gum xanthan (0; 0,5; 1; 1,5; 2%). Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) pada  $\alpha=0,05$ . Perbedaan nyata yang terjadi dilanjutkan dengan uji BNT ( $\alpha=0,05$ ). Sebagai kontrol digunakan pati ganyong tanpa modifikasi dan tepung terigu protein sedang.

### Modifikasi Pati Ganyong dengan HMT dan Gum Xanthan

Proses modifikasi pati ganyong mengacu pada proses Onyango *et al.* (2013) dengan modifikasi. Penetapan kadar air pati ganyong 15% dilakukan dengan cara menganalisis kadar air pati ganyong awal yang dilanjutkan dengan penambahan akuades sampai kadar air mencapai 15% (b/b). Pati ganyong berkadar air 15% dimasukkan ke dalam Erlenmeyer tertutup dan disimpan pada suhu 4 °C selama 12 jam untuk mencapai kesetimbangan. Selanjutnya ditambah gum xanthan sesuai perlakuan, diaduk sampai tercampur rata, dipanaskan dalam oven pada suhu 80 °C dengan waktu pemanasan sesuai perlakuan. Selanjutnya pati ganyong termodifikasi dikeringkan dalam oven pada suhu 45 °C sampai kadar air sekitar 10%. Pati ganyong termodifikasi disimpan dalam kemasan plastik poli propilen (pp) untuk dianalisis.

Parameter yang diamati adalah *swelling power* (SP) dan indeks kelarutan dalam air (IKA). Analisis *swelling power* dan indeks kelarutan dalam air dilakukan sesuai dengan cara Senanayake *et al.* (2013). Ditimbang 0,1 g sampel (A) dan dicampur dengan 10 mL

aquades dalam 15 mL tabung sentrifuse yang telah diketahui beratnya. Sampel diaduk dengan vortek selama 10 detik, selanjutnya ditempatkan pada penangas air suhu 85 °C selama 30 menit dengan pengadukan kontinu selama 10 detik setelah 5, 15, dan 25 menit. Sampel yang telah dipanaskan kemudian didinginkan pada suhu ruang dan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Supernatnya diambil, kemudian ditimbang endapannya (D). Supernatan diletakkan dalam cawan petri yang telah diketahui beratnya (B). Cawan petri dikeringkan pada oven suhu 105 °C sampai berat konstan, kemudian ditimbang (C). *Swelling power* merupakan rasio antara berat endapan yang tertinggal dalam tabung sentrifuse (D) dengan berat kering sampel. Indeks kelarutan dalam air (IKA) merupakan persentase bobot pati yang larut dalam air.

$$\text{Swelling power} = \frac{D}{A} \text{ (g / g)}$$

$$\text{Indeks Kelarutan dalam air (\%)} = \frac{(C - B)}{A} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Pati Ganyong dan Tepung Terigu

Pati ganyong yang digunakan dalam penelitian memiliki kadar air 13,25%, *swelling power* 14,27 g/g, dan indeks kelarutan dalam air 6,04%. Sementara tepung terigu mempunyai kadar air 9,53%, *swelling power* 8,92 g/g, dan indeks kelarutan dalam air 10,44%. Nilai *swelling power* pati ganyong yang digunakan lebih tinggi daripada pati ganyong hasil penelitian Harmayani *et al.* (2011) dan Soni *et al.* (1990) berturut-turut 9,96 g/g dan 13%, namun lebih rendah daripada pati ganyong hasil penelitian Qazi *et al.* (2014) dan Piyachomkwan *et al.* (2002) dengan nilai 26,23 g/g dan 20–24%. Dibandingkan dengan tepung terigu, *swelling power* pati ganyong lebih tinggi, tetapi kelarutannya lebih rendah. Berdasarkan nilai *swelling power*, pati ganyong berpotensi digunakan sebagai substitusi tepung terigu untuk produk roti-rotian. Keunggulan lain pati ganyong sebagai bahan dasar produk roti diantaranya tidak mengandung gluten dan HCN, serta mengandung fosfor 0,01% (Soni *et al.* 1990) atau 368 ppm (Watcharatewinkul *et al.* 2008). Walaupun *swelling power* pati ganyong lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu, namun belum dapat sepenuhnya digunakan sebagai substitusi tepung terigu pada produk roti yang memerlukan pengembangan tinggi karena tidak mengandung gluten.

Gluten merupakan jenis protein yang hanya terdapat pada terigu yang berperan penting dalam membentuk sifat viskoelastis adonan roti, sehingga menghasilkan produk yang mudah mengembang dan lembut. Gluten memberikan karakter adonan roti yang elastis dan ekstensibel yang mampu menahan gas yang terbentuk selama fermentasi dan dapat mengembang sempurna menghasilkan roti yang elastis dan lunak (Demirkesen *et al.* 2010). Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi pati ganyong agar mempunyai sifat fungsional mendekati tepung terigu.

## Swelling Power Pati Ganyong termodifikasi HMT dan Gum Xanthan

Interaksi waktu HMT dan konsentrasi GX berpengaruh nyata terhadap *swelling power* pati ganyong termodifikasi dengan kisaran 10,96 g/g (HMT 8 jam, GX 0%) sampai 17,08 g/g (HMT 8 jam, GX 1,5%) (Tabel 1).

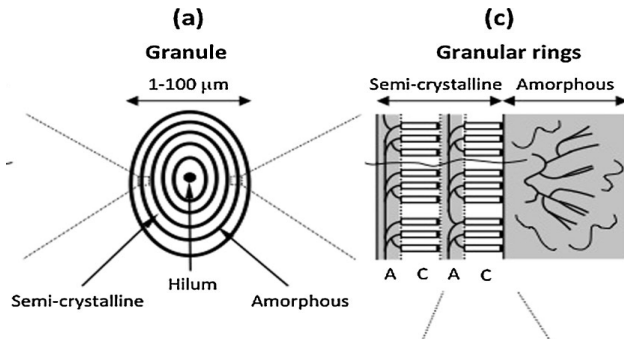
Tabel 1. *Swelling power* dan indeks kelarutan dalam air pati ganyong termodifikasi HMT dan gum xanthan.

Waktu HMT	Kons. gum xanthan (%)	Swelling power (g/g)	Indeks kelarutan dalam air
8	0	10,96±1,26 <sup>a</sup>	29,11±0,83 <sup>c</sup>
	0,5	14,33±1,79 <sup>ab</sup>	15,18±6,73 <sup>b</sup>
	1,0	16,55±2,42 <sup>b</sup>	8,26±0,94 <sup>ab</sup>
	1,5	17,08±1,02 <sup>b</sup>	5,01±0,77 <sup>a</sup>
	2,0	13,59±0,99 <sup>ab</sup>	8,21±1,95 <sup>ab</sup>
16	0	12,36±1,33 <sup>ab</sup>	6,67±0,68 <sup>a</sup>
	0,5	13,47±1,10 <sup>ab</sup>	2,67±0,85 <sup>a</sup>
	1,0	14,01±0,48 <sup>ab</sup>	2,26±1,94 <sup>a</sup>
	1,5	13,36±0,84 <sup>ab</sup>	1,62±1,41 <sup>a</sup>
	2,0	12,49±0,88 <sup>ab</sup>	2,47±1,97 <sup>a</sup>
KK (%)		37,07	89,08
BNJ ( $\alpha=0,05\%$ )		4,06	7,44
Pati ganyong		14,27±0,24	6,04±2,68
Tepung terigu		8,92±0,35	10,44±1,68

Angka yang diikuti huruf sama pada lajur yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ ( $\alpha=0,05\%$ ).

*Swelling power* tertinggi dihasilkan pada perlakuan waktu modifikasi 8 jam dan konsentrasi gum xanthan 1,5%, berbeda nyata dengan perlakuan waktu modifikasi 8 jam dan konsentrasi gum xanthan 0%, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain (Tabel 1). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2014) pada proses HMT ubi jalar. Meski nilainya cenderung menurun, penambahan waktu HMT sampai 16 jam dan GX pada 5 level konsentrasi tidak berbeda nyata dengan *swelling power* pati yang menggunakan HMT 8 jam. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses restruksisasi amilosa pada daerah amorphous selama HMT menyebabkan molekul inter- dan antarikatan hidrogen lebih rapat, sehingga molekul air sulit masuk ke dalam granula pati. Syamsir *et al.* (2012) menjelaskan bahwa energi yang diserap granula pati selama pemanasan akan membuka lipatan heliks ganda amilopektin dan memfasilitasi pengaturan atau pembentukan ikatan-ikatan baru antarmolekul.

Daerah semikristalin dan amorphous pada granula pati dapat dilihat pada Gambar 1. Semakin lama proses HMT, semakin banyak amilosa yang mengalami restrukturisasi. Selain itu, penurunan *swelling power* juga disebabkan oleh hidrolisis parsial yang terjadi selama HMT. Hidrolisis parsial menghasilkan fraksi pati dengan berat molekul rendah sehingga kemampuan mengembangnya terbatas.



Gambar 1. Granula pati (Vamadevan dan Bertoft 2014).

Tabel 1 menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi gum xanthan hingga 1,5% nyata meningkatkan *swelling power* pati ganyong modifikasi pada 8 jam HMT, namun terjadi penurunan kembali pada konsentrasi GX 2%. Pada HMT 16 jam, *swelling power* pati ganyong modifikasi tidak berbeda nyata pada 5 level konsentrasi GX (0–2%). Hal ini mungkin disebabkan oleh gum xanthan menurunkan mobilitas fraksi air, sehingga menghambat restrukturisasi amilosa pada fase amorphous.

Gum xanthan merupakan hidrololoid yang sering digunakan sebagai *bread improver* pada pembuatan roti berbahan dasar pati dan tepung selain terigu. Roti berbahan baku komposit pati kentang, pati jagung, dan tepung jagung yang diberi *bread improver* campuran gum xanthan, *guar gum*, dan pektin dengan proposi yang sama menghasilkan volume roti yang lebih besar dibandingkan bila hanya menggunakan campuran *guar gum* dan pektin (Gumbus *et al.* 2007). Interaksi waktu HMT 8 jam dan konsentrasi GX 1% mempunyai *swelling power* lebih tinggi dibandingkan dengan pati ganyong tanpa modifikasi dan tepung terigu. Hal ini mencerminkan waktu HMT 8 jam dan konsentrasi GX 1% dapat memodifikasi pati ganyong yang mempunyai derajat pengembangan lebih tinggi daripada tepung terigu, sehingga berpotensi digunakan sebagai substitusi pada produk rerotian.

### Indeks Kelarutan dalam Air Pati Ganyong Termodifikasi HMT dan Gum Xanthan

Interaksi waktu HMT dan konsentrasi GX berpengaruh nyata terhadap indeks kelarutan dalam air (IKA) pati ganyong termodifikasi dengan kisaran antara 1,62% (HMT 16 jam, GX 1,5%) sampai 29,11% (HMT 8 jam, GX 0%) (Tabel 1). Waktu modifikasi yang semakin lama dan konsentrasi gum xanthan yang semakin tinggi menghasilkan pati ganyong dengan indeks kelarutan dalam air yang semakin rendah (Tabel 1). Indeks kelarutan dalam air paling rendah terdapat pada perlakuan waktu modifikasi 16 jam dan konsentrasi gum xanthan 1,5%, berbeda nyata dengan perlakuan waktu modifikasi 8 jam dan konsentrasi gum xanthan 0 dan 1,5%, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh gum xanthan membatasi mobilitas fraksi air selama HMT, sehingga menghambat hidrolisis pati ganyong. Gum xanthan larut dalam air dingin dan panas, menghasilkan larutan yang kental pada konsentrasi yang sangat rendah (Palaniraj dan Jayaraman 2011), sehingga membatasi mobilitas fraksi air selama HMT. Imbibisi air selama modifikasi HMT menyebabkan adanya pengaturan kembali molekul amilosa dan amilopektin dalam granula pati yang berdampak pada terjadinya perubahan sifat fisikokimia pati (Herawati *et al.* 2010), termasuk turunnya indeks kelarutan dalam air pati ganyong hasil modifikasi HMT dan gum xanthan. Perlakuan yang paling mendekati

IKA tepung terigu adalah interaksi waktu HMT 8 jam dan konsentrasi GX 1% yang mempunyai IKA  $8,26 \pm 0,94$ .

Dengan mempertimbangkan hasil pengujian *swelling power* tertinggi dan indeks kelarutan dalam air mendekati tepung terigu, serta efisiensi waktu pemanasan dan konsentrasi GX, maka perlakuan yang direkomendasikan adalah interaksi waktu HMT 8 jam dan konsentrasi GX 1%.

## KESIMPULAN

Interaksi waktu HMT dan konsentrasi gum xanthan menyebabkan terjadinya perubahan yang nyata terhadap *swelling power* dan indeks kelarutan dalam air pada pati ganyong. *Swelling power* pati ganyong hasil modifikasi pada kisaran 10,96–17,08 g/g dan indeks kelarutan dalam air berkisar 1,62–29,11%. Pati ganyong yang dimodifikasi menggunakan HMT 8 jam dan konsentrasi gum xanthan 1% menunjukkan perubahan *swelling power* yang lebih tinggi dari pati ganyong alami dan tepung terigu dan mempunyai indeks kelarutan dalam air mendekati tepung terigu, sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk substitusi terigu pada produk roti.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian UNSRI atas bantuan dana penelitian ini melalui program Penelitian Hibah Bersaing Universitas Sriwijaya No. 113/UN9.3.1/LT/2015 tanggal 5 Maret 2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariesta E., Setyono N., Ardiati, Rahmat S., dan Sofyan. 2004. Umbi-umbian yang berjasa dan terlupa. Simpul Pangan Jogja-Yayasan KEHATI. Jogjakarta.
- Choirunisa, R.F., Susilo, B., dan Nugroho, W.A. 2014. Pengaruh perendaman Natrium Bisulfat ( $\text{NaHSO}_3$ ) dan suhu pengeringan terhadap kualitas pati umbi ganyong (*Canna edulis* Kerr.). Jurnal Bioproses Komoditas Tropis 2(2):116–122.
- Demirkesen, J., Mert, B., Summu, G. dan Sahin, S. 2010. Rheological properties of gluten free bread formulations. J. Food Eng. 96:295–303.
- Gumbus, H.; Sikora, M.; dan Ziobro, R. 2007. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread. Acta Sci.Pol.Technol.Aliment (ACTA) 6(3):61–74.
- Hager, A dan Arendt, E.K. 2013. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. Food Hydrocolloids 32:195–203.
- Harmayani, E., Murdiati, A., dan Griyaningsih. 2011. Karakteristik pati ganyong (*Canna edulis*) dan pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan cookies dan cendol. AGRITECH 31(4):297–303.
- Herawati, D., Kusnandar, F., Sugiyono, Thahir, R., dan Purwani, E.Y. 2010. Pati sagu termodifikasi HMT (*heat moisture-treatment*) untuk peningkatan kualitas bihun sagu. J. Pascapanen 7(1):7–15.
- Kohajdova, Z. dan Karovicova, J. 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods. Acta Sci.Pol.Technol.Aliment (ACTA) 7(2):43–49.
- Kuswandari, M., Anastria, O., dan Wardhani, D.H. 2013. Karakterisasi fisik pati ganyong (*Canna edulis* Kerr) termodifikasi secara hidrotermal. J Teknol. Kimia dan Industri. 2(4):132–136
- Kuswardani, I., Trisnawati, C.Y., Faustine. 2008. Kajian penggunaan xanthan gum pada roti tawar non gluten yang terbuat dari maizena, tepung beras dan tapioca. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi 7(1):55–64.

- Lase, V.A.; Julianti, E.; dan Lubis, L.M. 2013. Bihon type noodles from heat moisture treated starch of four varieties of sweet potato. *J.Teknol. dan Industri pangan.* 24(1):89–96.
- Onyango, C.; Mewa, E.A., Mutahi, A.W.; dan Okoth, M.W. 2013. Effect of heat-moisture-treated cassava starch and amaranth malt on the quality of sorghum-cassava-amaranth bread. *African Journal of Food Science* 7(5):80–86.
- Palaniraj, A. dan Jayaraman, V. 2011. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. *J. Food Eng.* 106:1–12.
- Peressini, D.; Pin, M.; dan Sensidoni, A. 2011. Rheology and breadmaking performance of rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids. *Food Hydrocolloids* 25:340–349.
- Piyachomkwan, K., Chotineeranat, S., Kijkhunasatian, C., Tonwitawat, R., Prammanee, S., Oates, C.G., dan Sriroth, K. 2002. Edible *canna* (*Canna edulis*) as a complementary starch source to cassava for the starch industry. *Industrial Crops and Products* 16:11–21.
- Putri, W.D.R., Zubaidah, E., dan Ningtyas, D.W. 2014. Effect of heat moisture treatment on functional properties and microstructural profiles of sweet potato flour. *Advance Journal of Food Science and Technology* 6(5):655–659.
- Qazi, I.M., Rakshit, S.K., Tran, T., Ullah, J., dan Khan, Z. 2014. Effect of blending selected tropical starches on pasting properties of rice flour. *Sarhad j. Agric.* 30(3):357–368.
- Sciarini, L.S.; Riboota, P.D.; Leon, A.E.; dan Perez, G.T.; 2012. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering* 111:590–597.
- Senanayake, S., Gunaratne, A., Ranawera, K.K.D.S., dan Bamunuarachchi, A., 2013. Effect of heat moisture treatment conditions on swelling power and water soluble index of different cultivars of sweet potato (*Ipomea Batatas* (L). Lam) starch. *ISRN Agronomy.* Hindawi Publishing Corporation 1–4.
- Soni, P.L.; Sharma, H; Srivastava, H.C; dan Gharia, M.M. 1990. Physicochemical properties of *Canna edulis* starch-comparison with maize starch. *Starch* 42(12):460–464.
- Turabi, F.; Sumnu, G., dan Sahin., S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids.* 24:755–762.
- Watcharatewinkul, Y.; Puttanlek, C.; Rungsardthong, V.; dan Uttapap, D. 2009. Pasting properties of heat-moisture treated canna starch in relation to its structural characteristics. *Carbohydrate Polymers* 75(3):505–511.
- Widjajaputra, B. 2007. Pengelolaan tanaman terpadu untuk umbi-umbian. Sanggar anak Bumi Tani, Perkumpulan GEMPA, Yayasan KEHATI. Jogjakarta.
- Witono, J.R.B., Santoso, H., Miryanti, Y.I.P.A., dan Tan, D. 2013. Integration of physical and chemical treatment on the extraction of starch from *Canna edulis* Kerr. Rhizome. *Agricultural Sciences* 4:51–55.
- Vamadevan, V dan Bertoft, E. 2014. Structure-function relationships of starch components. *Starch* 66:1–14.

## DISKUSI

### Pertanyaan:

1. Budi Santoso Radjit (Balitkabi); Apakah tidak digunakan kontrol dengan tepung yang lain?
2. Tinuk Sri Wahyuni (Balitkabi); Apa yang dimaksud dengan Gum Xanthan? Peran dalam pengolahan pangan?

### Jawaban:

1. Kontrol yang digunakan adalah tepung terigu.
2. Gum Xanthan merupakan hidrokoloid yang digunakan sebagai gluten pada terigu.