

APLIKASI HYDROGEN RICH WATER PADA MODIFIKASI TEPUNG KENTANG DENGAN PENGERING GELOMBANG MIKRO SEBAGAI ALTERNATIF SUBSTITUSI GANDUM

By GITA INDAH BUDIARTI

Gita Indah Budiarti & Endah Sulistiawati: Aplikasi *Hydrogen Rich Water* Pada Modifikasi Tepung Kentang Dengan Pengereng Gelombang Mikro Sebagai Alternatif Substitusi Gandum

APLIKASI *HYDROGEN RICH WATER* PADA MODIFIKASI TEPUNG KENTANG DENGAN PENERING GELOMBANG MIKRO SEBAGAI ALTERNATIF SUBSTITUSI GANDUM

Gita Indah Budiarti*, Endah Sulistiawati**

*Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia,
gita.indah@che.uad.ac.id

** Program Studi Teknik Kimia, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia,
endah.sulistiawati@che.uad.ac.id

Email korespondensi: gita.indah@che.uad.ac.id

Diterima : 15 Mei 2019 Disetujui : 5 September 2019 Diterbitkan : 1 Desember 2019

Abstract: Potato is one of the high abundant mineral tubers in Indonesia. Potatoes can be used as a substitute for wheat. However, potatoes have lower swelling power than wheat. So it was modified using hydrogen-rich water that is safe for food assisted with a microwave dryer. The objective of this research was to determine the physicochemical properties in terms of swelling power, solubility, viscosity and observe the morphology of potato starch modified with hydrogen rich water using microwave drier. The variations of soaking time in hydrogen rich water and pH were 10, 20, 30, 40 minutes, and 9, 5, respectively. The treatment recommended is 30 minutes soaking time and pH 5 with the value of swelling power, solubility, and viscosity at 30 minutes soaking time and pH 5 were 12.38 g/g, 2.28%, and 1.14 cP. Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis showed that the morphology of modified starch was rough and united. The results obtained are higher than the value of wheat flour so that potatoes can be considered as an alternative ingredient for flour substitution.

Keywords: *swelling power, hydrogen rich water, potato, modification flour*

Abstrak: Kentang merupakan umbi tinggi mineral dapat digunakan sebagai bahan alternatif substitusi gandum. Namun, kentang memiliki daya kembang yang rendah dibandingkan gandum. Sehingga dilakukan modifikasi menggunakan *hydrogen rich water* yang aman untuk makanan dibantu dengan pengereng gelombang mikro. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *hydrogen rich water* terhadap sifat fisikokimia tepung kentang yaitu *swelling power*, kelarutan, viskositas dan morfologi tepung kentang. Variasi waktu perendaman modifikasi pati dan pH yang digunakan adalah 10, 20, 30, dan 40 menit dan 9, 5. Dari hasil yang diperoleh, perlakuan yang direkomendasikan adalah waktu perendaman 30 menit dan pH 5 dengan nilai *swelling power*, kelarutan dan viskositas masing-masing 12,51 g/g, 2,28%, dan 1,14 cP. Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan morfologi pati yang telah dimodifikasi kasar dan menyatu. Hasil yang diperoleh lebih tinggi daripada nilai dari tepung terigu. Sehingga kentang dapat dipertimbangkan sebagai bahan alternatif substitusi terigu.

Kata kunci: *swelling power, hydrogen rich water, kentang, tepung modifikasi*

Pendahuluan

Kebutuhan impor gandum di Indonesia pada tahun 2016 mengalami peningkatan 5% dibandingkan dengan tahun 2015 (Gosta, 2016). Kebutuhan gandum dalam negeri saat ini dipenuhi melalui impor (Zulaidah, 2013). Oleh sebab itu diperlukan bahan alternatif yang dapat mensubstitusi atau mengurangi konsumsi gandum di Indonesia.

Kentang atau *Solanum tuberosum* L adalah umbi yang ketersediaannya melimpah di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (2015) dan Direktorat Jendral Hortikultura (2015) produksi kentang di Indonesia sebesar 1,2 juta ton. Rata-rata produksi kentang di Indonesia per tahun 2012-2017 sebesar 1,1 juta ton/tahun (Kementerian Pertanian, 2015). Kandungan 100 g kentang antara lain karbohidrat 79,9 g, protein 8 g, serat 1,6 g, asam askorbat 16 mg dan mineral (kalsium 33 mg, fosfat 178 mg, zat besi 17,2 mg), thiamin 0,4 mg, riboflavin 0,1 mg (Ezekiel dan Singh, 2011). Kentang atau tepung kentang juga mengandung beberapa fitokimia seperti polifenol, dan flavanoid yang dikenal sebagai antioksidan, antikanker, anti-hipertensi (Liu *et al.*, 2016).

Namun, tepung kentang belum memiliki sifat fisikokimia seperti gandum. Sifat fisikokimia ini berpengaruh daya kembang dan rasa pada tepung. Cara untuk meningkatkan sifat fisikokimia pada tepung kentang adalah memodifikasi tepung kentang. Modifikasi tepung kentang dapat dilakukan secara fisika dan kimia. *Blanching* adalah perendaman menggunakan air panas bersuhu 80°C selama 3-5 menit. Fungsi *blanching* adalah menginaktivasi enzim katalase dan peroksidase, mencegah timbulnya bau dan warna yang tidak dikehendaki, memperlancar pergerakan air pada saat pengeringan, mencegah hilangnya zat-zat penting seperti karoten pada kentang (Kulkarni *et al.*, 1996). Modifikasi tepung pati kentang dapat dilakukan pada tahap *blanching*. Tepung pati kentang dapat dimodifikasi menggunakan sodium hipoklorit dan pemanasan untuk meningkatkan sifat fisikokimia pada pati kentang. Pemanasan pada suhu 80°C akan menyebabkan rusaknya protein pada kentang. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Zavareze *et al.* (2012) memodifikasi tepung kentang menggunakan sodium hipoklorit. Hasil *swelling power* yang diperoleh lebih rendah dibandingkan tepung kentang tanpa modifikasi. Metode penambahan zat kimia seperti sodium hipoklorit memiliki kelemahan antara lain dapat membahayakan bagi tubuh apabila dikonsumsi dengan jumlah yang berlebihan (Castanha *et al.*, 2017). Jumlah sodium hipoklorit yang diperbolehkan untuk makanan 2000 ppm-3000 ppm (Samekto, 2010). Sehingga diperlukan bahan lain untuk proses *blanching* yang lebih ramah lingkungan.

Hydrogen rich water (HRW) merupakan air yang memiliki pH dan kandungan ion hidrogen lebih tinggi dibandingkan air biasa. Salah satu fungsi ion hidrogen yaitu sebagai antioksidan (Shirahata *et al.*, 2012). HRW memiliki kandungan hidrogen sebesar 0,55-0,65 mM (Nakao *et al.*, 2010). HRW dipilih

karena harganya murah, mudah didapatkan, tidak mengandung senyawa kimia yang berbahaya dan memiliki manfaat antara lain antikanker dan pencegah alzheimer (Zhao *et al.*, 2016; Tian *et al.*, 2016). Pemanfaatan HRW selama ini hanya digunakan pada bidang kesehatan, belum pernah diaplikasikan untuk bahan pangan. Gelombang mikro digunakan sebagai alat pengereng karena dapat memanaskan reaktan dengan lebih selektif, langsung dan tanpa adanya pertukaran panas dengan medium (Singh *et al.*, 2006).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan HRW pada tepung kentang dengan pengereng gelombang mikro kemudian menganalisis sifat fisikokimia yang berupa *swelling power*, kelarutan, viskositas dan morfologi pati tepung tersebut. Setelah mengetahui sifat fisikokimia tersebut, diharapkan tepung kentang modifikasi dapat digunakan sebagai pengganti gandum.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kentang varietas granola (kentang sayur) yang didapatkan di pasar tradisional di Umbulharjo, Yogyakarta dan *hydrogen rich water* pH 9 dan 5 yang diperoleh dari pemrosesan air menggunakan mesin elektrolisis (Leveluk SD501), tepung kentang pembanding diperoleh dari Kabupaten Bantul, Yogyakarta, dan tepung gandum adalah tepung merek X.

Tahap Pembuatan Tepung Kentang

Penelitian ini meliputi tahap pembuatan tepung kentang, dan analisis fisikokimia tepung kentang modifikasi. Analisis fisikokimia tepung kentang meliputi analisis *swelling power*, kelarutan, viskositas, dan morfologi pati.

Kentang dikupas dan diiris menggunakan *slicer* terlebih dahulu dengan takaran 250 g untuk setiap perlakuan. Kentang yang telah diiris dimasukkan ke dalam baskom. Kentang direndam dalam HRW pH 9 dan 5 sebanyak 350 mL pada masing-masing baskom dengan variasi perendaman 10, 20, 30, dan 40 menit. Kentang hasil perendaman dikeringkan menggunakan tungku gelombang mikro (SHARP R-21D0(S)-IN) pada frekuensi 27540 MHz dan daya 450 W selama 25 menit. Kentang hasil pengereng dihaluskan dengan blender (Kirin, KBB-210G) dan diayak 80 mesh.

Analisis *Swelling Power* (Kusumayanti *et al.*, 2015)

Analisis *swelling power* menggunakan metode Leach, et al (1959) dan Kusumayanti, et al (2015). Tepung termodifikasi hasil pengereng diambil 0,1 g dilarutkan dalam 10 mL akuades, kemudian memanaskannya dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit. Supernatan yang dihasilkan dipisahkan menggunakan *centrifuge* (Gemmy Industrial Corp., Taiwan) dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit. *Swelling power* dihitung dengan rumus:

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Berat pasta}}{\text{Berat sampel kering}} \dots \dots \dots (1)$$

Analisis Kelarutan (Kusumayanti *et al.*, 2015)

Tepung termodifikasi hasil pengeringan diambil 0,5 g dan dilarutkan dalam 10 mL akuades, kemudian larutan dipanaskan dalam *water bath* dengan suhu 60°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan menggunakan *centrifuge* (Gemmy Industrial Corp., Taiwan) dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit lalu diambil 5 mL untuk dikeringkan dalam oven (Memmert, Germany) dan dicatat berat endapan keringnya:

$$\% \text{Kelarutan} = \frac{\text{Berat endapan kering}}{\text{Volume supernatant}} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Analisis Viskositas (Tester dan Karkalas, 1996)

Tepung termodifikasi hasil pengeringan diambil 2 g dan dilarutkan dalam 20 mL akuades. Sebanyak 15 mL larutan tersebut dimasukkan ke dalam *viscosimeter Ostwald*. Larutan diambil menggunakan propipet hingga melewati batas atas. Waktu dihitung menggunakan *stopwatch* saat larutan tepat berada pada batas atas dan berhenti ketika larutan tepat berada pada batas bawah. Viskositas larutan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\mu_{\text{slurry}} = \left(\frac{t_{\text{slurry}} \times \rho_{\text{slurry}}}{t_{\text{air}} \times \rho_{\text{air}}} \right) \times \mu_{\text{air}} \dots \dots \dots (3)$$

Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) (Castanha *et al.*, 2017)

Sampel yang diuji adalah tepung kentang kontrol dan termodifikasi HRW dengan lama perendaman 30 menit. Sampel pati sebanyak 1 mg dipasang pada *stub spesimen* aluminium dengan *double tape*, kemudian dilapisi dengan emas 20 nm. Setelah itu, sampel yang telah terpasang diperiksa dan difoto. Lapisan, film, sampel dipotong-potong menjadi strip, dibekukan dalam nitrogen cair kemudian direntakkan. Permukaan yang retak dipercikkan dengan lapisan emas.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh diuji dengan metode analisis statistik ANOVA untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain. ANOVA yang digunakan adalah *Single Factor* menggunakan *software Microsoft Excel*. Level signifikan yang ditetapkan $\alpha = 0,05$.

Hasil dan Pembahasan

Swelling power

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan variabel lama perendaman *Hydrogen rich water* (HRW) selama 10, 20, 30, 40 menit dan pH HRW 9 dan 5. Interaksi lama perendaman HRW dan pH menunjukkan pengaruh nyata terhadap

swelling power tepung kentang termodifikasi dengan nilai P 0,0024 ($P < 0,005$). Nilai *swelling power* tepung kentang termodifikasi untuk pH 9 berkisar dari 9,58 g/g (10 menit) sampai 11,33 g/g (40 menit), sedangkan pH 5 dari 12,76 g/g (10 menit) sampai 19,51 g/g (40 menit). Data hasil *swelling power* ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil *swelling power* tepung kentang termodifikasi HRW (12,76 g/g) lebih tinggi dibandingkan tepung kentang tanpa modifikasi (4,32 g/g). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Kim dan Kim (2014). Kim dan Kim (2014) melakukan modifikasi tepung kentang menggunakan perlakuan *pectinase*. Hasil *swelling power* tepung kentang modifikasi *pectinase* lebih tinggi (8,3 g/g) dibandingkan dengan tanpa modifikasi (4,3 g/g).

Swelling power atau daya kembang tepung menunjukkan bukti interaksi antara wilayah amorf dan kristalin. Hal ini dipengaruhi oleh sifat amilosa dan amilopektin pati. Faktor lain yang mempengaruhi *swelling power* adalah panjang rantai, dan distribusi berat molekul (Kusumayanti, 2015). *Swelling power* dihitung menggunakan rumus perbandingan berat pasta dengan berat sampel kering (Kusumayanti, 2015). Berdasarkan rumus $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (Vogel, 1979). Kadar hidrogen pada HRW ditunjukkan dari pH. Semakin besar pH dari HRW, semakin kecil kandungan hidrogennya. Pengaruh hidrogen terhadap *swelling power* adalah semakin lemah ikatan hidrogen intermolekuler granula pati dapat meningkatkan nilai *swelling power* (Astuti *et al.*, 2017; Zhu *et al.*, 2010). Hal ini ditunjukkan pada kadar hidrogen tinggi (pH 9), nilai *swelling power* lebih rendah dibandingkan kadar hidrogen yang sedikit (pH 5). Semakin lama waktu perendaman maka semakin banyak molekul HRW (H_2O) yang masuk ke dalam granula pati, sehingga dapat meningkatkan hidrasi dan pembengkakan granula pati (Amalia dan Kumoro, 2016).

Pengerengan menggunakan gelombang mikro juga berpengaruh terhadap nilai *swelling power*. Struktur granula pati tepung kentang modifikasi dan tanpa modifikasi ditunjukkan pada Gambar 1a. Struktur kristal granula pati pada tepung kentang termodifikasi mengalami pecahan pada pemanasan menggunakan gelombang mikro sehingga molekul air dapat masuk ke dalam granula pati dan meningkatkan *swelling power* (Zhu *et al.*, 2010). Secara umum, semakin lama waktu perendaman nilai *swelling power* semakin meningkat untuk pH 9 maupun 5. Penurunan nilai *swelling power* terjadi pada waktu perendaman 30 menit (pH 9) sebesar 3% dan 20 menit (pH 5) sebesar 19%. Penurunan *swelling power* juga disebabkan oleh hidrolisis parsial selama perendaman. Hidrolisis parsial menghasilkan fraksi pati dengan berat molekul rendah, sehingga kemampuan untuk mengembang terbatas (Kusumayanti *et al.*, 2015).

Nilai *swelling power* optimal diperoleh pada waktu perendaman 30 menit, pH 5 sebesar 12,58 g/g. Nilai tersebut lebih tinggi (12,58 g/g) dibandingkan nilai tepung terigu kontrol (4,32 g/g), sehingga berpotensi untuk sebagai bahan pengganti terigu.

Kelarutan

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan variabel lama perendaman *Hydrogen rich water* (HRW) selama 10, 20, 30, 40 menit dan pH HRW 9 dan 5. Interaksi lama perendaman HRW dan pH berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung kentang termodifikasi dengan nilai $P 3,9 \times 10^{-6}$ ($P < 0,005$). Nilai kelarutan tepung kentang termodifikasi untuk pH 9 berkisar dari 2,03% (40 menit) sampai 2,20% (20 menit), sedangkan pH 5 dari 1,36% (40 menit) sampai 2,28% (30 menit). Data hasil kelarutan ditunjukkan pada Tabel 1.

Kelarutan adalah kemampuan suatu bahan untuk terabsorpsi ke dalam air, sehingga sudah tidak terlihat adanya partikel padatan terlarut atau emulsi (Zulaidah, 2013). Kelarutan dipengaruhi oleh bahan baku, *swelling power*, gaya inter asosiasi antara daerah amorf dan kristal dan pengaruh dari komponen lain (Kusumayanti *et al.*, 2015). Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kelarutan pada waktu perendaman 10 dan 20 menit (pH 9) dan 10-30 menit (pH 5). Kelarutan pada pH 9 meningkat dari 2,17 menjadi 2,20%. Peningkatan kelarutan pada pH 5 dari 1,43 menjadi 2,28%. Kelarutan sangat erat kaitannya dengan *swelling power*, semakin tinggi nilai *swelling power* maka semakin tinggi pula kelarutannya (Kusumayanti *et al.*, 2015). Selain itu waktu perendaman juga dapat meningkatkan kelarutan. Hal ini kemungkinan disebabkan banyaknya air yang berpenetrasi ke dalam granula pati, sehingga amilosa keluar, sifat pati menjadi hidrofilik (Amalia dan Kumoro, 2016). Penurunan terjadi pada pH 9 (30 menit) dari 2,20 menjadi 2,19% dan pH 9 (40 menit) 2,19 menjadi 2,03%. Penurunan kelarutan juga terjadi pada pH 5 (40 menit) dari kelarutan tertinggi 2,28 menjadi 1,36%.

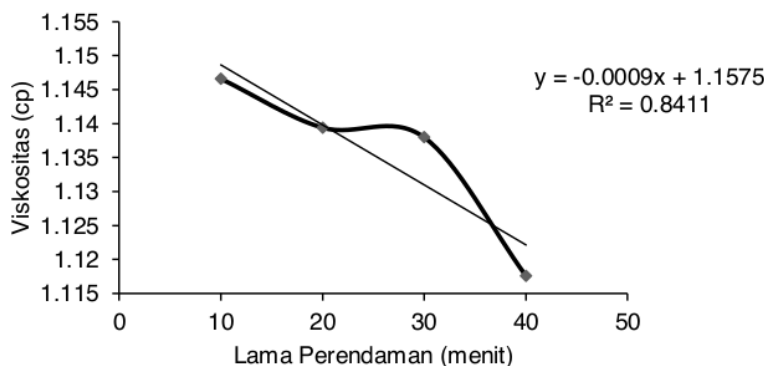
Fenomena penurunan ini mungkin terjadi karena pengaruh pH dan lama reaksi. Semakin tinggi pH yang digunakan akan meningkatkan jumlah gugus hidroksil yang tersubstitusi pada saat perendaman. Hal ini meningkatkan sifat hidrofobik pati (tidak suka air). Sifat hidrofobik pati menyebabkan kelarutan menurun. Selain pH, waktu perendaman juga berpengaruh terhadap penurunan kelarutan. Semakin tinggi waktu perendaman maka semakin banyak air yang berpenetrasi ke dalam tepung. Hal ini menyebabkan kelarutan meningkat. Di sisi lain, gugus hidroksil (pati hidrofilik) semakin banyak yang tersubstitusi. Hal ini dapat menyebabkan pati di dalam tepung bersifat hidrofobik, sehingga kelarutan berkurang (Amalia dan Kumoro, 2016). Kelarutan tepung kentang termodifikasi HRW tertinggi diperoleh pada pH 5 waktu perendaman 30 menit sebesar 2,28%. Nilai kelarutan pada tepung termodifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kentang tanpa modifikasi sebesar 0,4% dan tepung terigu. Tepung kentang termodifikasi ditinjau dari nilai kelarutan sudah dapat menjadi bahan alternatif pengganti terigu.

Tabel 1. Data *swelling power* dan kelarutan dengan variasi waktu perendaman dan pH HRW

Waktu Perendaman (Menit)	pH	<i>Swelling Power</i> (g/g)	Kelarutan (g/g)
10	9	9,58±0,12	2,17±0,0005
20	9	11,22±0,23	2,20±0,001
30	9	10,84±0,14	2,19±0,0008
40	9	11,33±0,10	2,03±0,0002
10	5	12,76±0,18	1,43±0,0008
20	5	10,36±0,08	1,82±0,0007
30	5	12,58±0,10	2,28±0,001
40	5	19,51±0,21	1,36±0,0004

Viskositas

Analisis viskositas telah dilakukan dengan variasi waktu perendaman 10, 20, 30, dan 40 menit dengan pH 5. Hasil viskositas yang diperoleh semakin lama waktu perendaman maka viskositas akan semakin turun namun tidak signifikan (Gambar 1). Viskositas terbaik diperoleh pada waktu perendaman 30 menit sebesar 1,14 cP. Meskipun viskositas tertinggi diperoleh pada waktu perendaman 10 menit, namun selisih penurunan tidak signifikan (0,01 cP). Berdasarkan analisis anova *single factor*, waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap viskositas tepung (nilai *P* sebesar 0,0003). Viskositas merupakan salah satu parameter penting yang menentukan sifat rheologi tepung kentang. Ikatan hidrogen pada pati mempunyai peran untuk mempertahankan integritas granulanya. Gugus hidroksil bebas pada pati akan menyerap air sehingga menyebabkan pembengkakan granula pati. Hal ini mengakibatkan *swelling power* meningkat. Peningkatan *swelling power* akan mempengaruhi peningkatan viskositas pati (Tester dan Karkalas, 1996). Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi waktu perendaman terjadi penurunan pada viskositas pati kentang. Hal tersebut mungkin karena suhu yang digunakan pada saat analisis viskositas belum mencapai suhu gelatinisasi pati. Suhu yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah 60°C. Pada suhu tersebut pati sudah mengalami gelatinisasi, sedangkan pada penelitian ini suhu analisis viskositas pada suhu 35°C. Hal tersebut mengakibatkan belum terbentuknya hidroksil bebas dari pati.

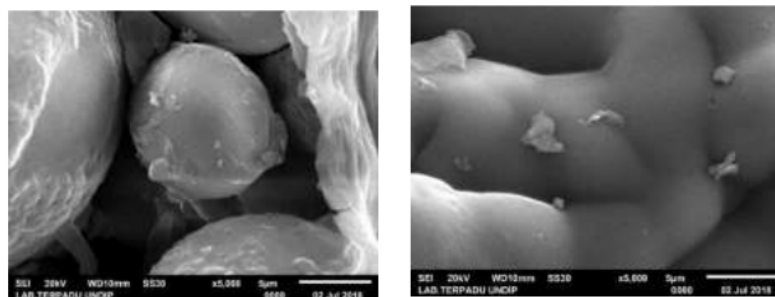


Gambar 1. Pengaruh waktu perendaman terhadap viskositas

Morfologi Pati

Pati terdiri dari granula pati yang memiliki struktur berbeda-beda tergantung pada sumbernya. Pati kentang memiliki dua tipe pati yaitu, *wild type potato starch* (WTPS) dengan berat molekul 2×10^8 dan *amylose free potato starch* (AMFS) berat molekul sebesar $0,7 \times 10^8$. Pati kentang terdiri dari gugus ester posphat yang unik (0,2 - 0,4% unit D-glukosa) secara kovalen terhubung ke rantai utama amilopektin (AP) pada C-6 (61%), posisi C-3 (38%) dan sebagian kecil posisi C-2. Struktur pati adalah hasil dari perbedaan biosintesis pati dengan perbedaan rasio AM/AP. Granula pati kentang lebih luas dan berbentuk lebih oval-bulat (10-110 μm) (Gomand *et al.*, 2010; Zhu, 2015; Nazarian dan Visser, 2017).

Analisis *scanning electron microscopy* (SEM) dilakukan pada tepung pati kentang tanpa modifikasi (kontrol) dan tepung kentang modifikasi HRW dengan waktu perendaman 30 menit, pH 5. Variabel tersebut dipilih karena merupakan kondisi tersebut menunjukkan hasil yang terbaik untuk analisis *swelling power* dan kelarutan. Morfologi pati tepung kentang tanpa modifikasi adalah halus, berbentuk oval, terpisah-pisah (Gambar 2). Setelah mengalami modifikasi dengan perendaman HRW selama 30 menit, pH 5 morfologi pati yang diperoleh permukaannya terlihat kasar, menyatu (Gambar 2). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Castanha *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa struktur morfologi pati mengalami perubahan setelah termodifikasi. Morfologi pati termodifikasi ozon permukannya lebih kasar dan berserabut. Morfologi pati yang menyatu merupakan tanda kristal pati sudah pecah, sehingga *swelling power* tepung meningkat. Hal tersebut disebabkan granula pati pecah karena pengaruh tingginya konsentrasi air yang terserap. Pemanasan menggunakan *gelombang mikro* juga berpengaruh terhadap perubahan struktur morfologi tepung kentang. Zhang *et al.* (2018) melaporkan struktur morfologi granula pati akan rusak seiring bertambahnya suhu. Granula pati mulai rusak pada suhu di atas 60°C .



Gambar 2. (a) Morfologi pati tepung kentang tanpa modifikasi (perbesaran 5000x) (b) Morfologi pati tepung kentang modifikasi (perbesaran 5000x)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian aplikasi HRW pada modifikasi tepung kentang dengan bantuan pengereng gelombang mikro diperoleh hasil fisikokimia terbaik untuk *swelling power* kelarutan dan viskositas pada perendaman 30 menit pH 5. Sifat fisikokimia yang dianalisis meliputi *swelling power*, kelarutan dan viskositas tepung kentang termodifikasi menunjukkan lebih tinggi dibandingkan tepung kentang tanpa modifikasi. Analisis SEM menunjukkan morfologi pati termodifikasi yang diperoleh permukaannya terlihat kasar dan menyatu. Struktur yang menyatu mengakibatkan meningkatnya nilai *swelling power*. Penggunaan HRW untuk memodifikasi tepung kentang menggunakan pengereng gelombang mikro dapat meningkatkan kualitas *swelling power*, kelarutan dan viskositas tepung kentang. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk menentukan sifat tepung kentang yang lain sesuai SNI tepung, agar tepung kentang modifikasi ini layak untuk dikonsumsi sebagai substitusi atau pengganti tepung gandum atau terigu.

Penghargaan

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan dana bantuan penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Daftar Pustaka

- Amalia, R., dan Kumoro, A.C. (2016). Analisis Sifat Fisikokimia Dan Uji Korelasi Regresi Antara Nilai Derajat Substitusi Dengan *Swelling Power* Dan Solubility Pada Tepung Gadung (*Dioscorea Hispida Dennst*) Terasetilasi, Inovasi Teknik Kimia 1, 17-26.
- Astuti, S. D., Andarwulan, N., Fardiaz, D., dan Purnomo, E. H. (2017). Karakteristik Tepung Talas Varietas Bentul Dan Satoimo Hasil Fermentasi

Gita Indah Budiarti & Endah Sulistiawati: Aplikasi *Hydrogen Rich Water* Pada Modifikasi Tepung Kentang Dengan Pengereng Gelombang Mikro Sebagai Alternatif Substitusi Gandum

- Terkendali Dengan Inokulum Komersial. *J Teknol dan Industri Pangan*, 28(2), 180-193. DOI: 10.6066/jtip.2017.28.2.180.
- Castanha N., Junior, M. D. M., and Augusto P. E. D. (2017). Potato Starch Modification Using The Ozone Technology. *Food Hydrocolloids*, 66, 343-356. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.12.001.
- Ezekiel, R., and Singh, N. (2011). Flour And Breads And Their Fortification In Health And Disease Prevention: Use of potato flour in bread and flat bread. 37-258. Academic Press, USA. DOI: 10.1016/B978-0-12-380886-8.10023-6.
- Gomand, S. V., Lamberts, L. J., Derde, H., Goesaert, G.E., Vandeputte, B., Goderis, R. G. F., and Visser Delcour, J. A. (2010). Structural Properties and Gelatinisation Characteristics of Potato and Cassava Starches and Mutants Thereof. *Food Hydrocolloids*, 24, 307-317. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.10.008.
- Gosta, D. R. (2016). Kebutuhan Gandum Diprediksi Mencapai 7,8 Juta Ton. *Bisnis.com*.<http://surabaya.bisnis.com/read/20160615/10/89502/kebutuhan-gandum-diprediksi-mencapai-78-juta-ton> [diakses 8 Maret 2017].
- Kementerian Pertanian. (2015). Rencana Strategis Kementerian Pertanian. Jakarta
- Kim, E. J., and Kim, H. S. (2014). Influence Of Pectinase Treatment On The Physicochemical Properties Of Potato Flours. *Food Chem*, 167, 425-432 .DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.07.014.
- Kulkarni, D., Karuna, D., and Govinden, N. (1996). Production And Use Of Raw Potato Flour In Mauritian Traditional Foods. *Food Nutr*, 17(2), 91.
- Kusumayanti, H., Handayani, N. A., and Santosa, H. (2015). *Swelling Power* And Water Solubility Of Cassava And Sweet Potatoes Flour. *Procedia enviromental sciences*, 23, 164-167. DOI: 10.1016/j.proenv.2015.01.025.
- Liu, X., Mu, T., Sun, H., Zhang, M., and Chen, J. (2016). Influence Of Potato Flour On Dough Rheological Properties And Quality Of Steamed Bread. *J Integr Agr*, 15, 2666-2676. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61388-6.
- Nakao, A., Toyoda, Y., Sharma, P., Evans, M., and Guthrie N. (2010). Effectiveness Of Hydrogen Rich Water On Antioxidant Status Of Subjects With Potential Metabolic Syndrome- An Open Label Pilot Study. *J Clin Biochem*, 46, 140-149. DOI: 10.3164/jcbtn.09-100.
- Nazarian-firouzabadi, Farhad, Richard GF, Visser. (2017). Potato Starch Synthases : Functions And Relationships. *Biochem biophys reports*, 10(7), 7-16. DOI: 10.1016/j.bbrep.2017.02.004.
- Samekto, A. (2010). Perbedaan Cara Pengerengan Tepung Kentang Dengan Perendaman Natrium Bisulfit Dan Tanpa Perendaman Terhadap Sifat Fisik Tepung Kentang [laporan]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Shirahata, Sanetaka, Takeki, H., and Kiichiro, T. (2012). Advanced Research on the Health Benefit of Reduced Water. *Trends Food Sci Tech*, 23 (2): 124-131. DOI: 10.1016/j.tifs.2011.10.009.
- Singh, V., Tiwari, A., Kumari, P., and Tiwari, S. (2006). Microwave-Promoted Hydrolysis of Plant Seed Gums on Alumina Support. *Carbohydrate Research*, 341, pp. 2270-2274.
- Tester, R. F., and Karkalas, J. (1996). Swelling and Gelatinization of Oat Starches. *Cereal Chem*, 72, 271-277.
- Tian, R., Zonggang, H., Shuyu, H., and Weichuan, W. (2016). Hydrogen-Rich Water Attenuates Brain Damage And Inflammation After Traumatic Brain Injury In Rats. *Brain Research*, 1637, 1-13.
- Vogel, A. I. (1979). *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis Fifth Edition*, 36. Longman Inc, New York.
- Zavareze, Elessandra, D. R., Vânia, Z. P., Bruna, K., Shanise, Moacir, C. E., Carlos, P. H., and Alvaro, R. G. D. (2012). Development Of Oxidised And Heat-Moisture Treated Potato Starch Film. *Food Chem*, 132, 344-50. DOI : 10.1016/j.foodchem.2011.10.090.
- Zhang, Z., Wang, J., Zhang, X., Shi, Q., Xin, L., Fu, H., and Wang, Y. (2018). Effect Of Radio Frequency Assisted Blanching On Polyphenol Oxidase, Weight Loss, Texture, Color And Microstructure Of Potato. *Food Chem* 248: 173-182. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.12.065.
- Zhao, M., Liu, M., Pu, Y., Wang, D., Xie, Y., Xue, G., Jiang, Y., Yang, Q., Sun, X., and Cao, L. (2016). Hydrogen-Rich Water Improves Neurological Functional Recovery In Experimental Autoimmune Encephalomyelitis Mice. *J Neuroimmunol*, 294, 6-13. DOI: 10.1016/j.jneuroim.2016.03.006.
- Zhu, F. (2015). Review Composition, Structure, Physicochemical Properties, And Modifications Of Cassava Starch. *Carbohydr Polym*, 122, 456-80. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.10.063.
- Zhu, L. J., Liu, Q.Q., Sang, Y., Gu, M. H., and Shi, Y. C. (2010). Underlying Reasons For Waxy Rice Flours Having Different Pasting Properties. *Food Chem*, 120, 94-100. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.076.
- Zulaidah, A. (2013). Modifikasi Ubi Kayu Dengan Kombinasi Proses Penggaraman Dan Proses Biologi Untuk Substitusi Terigu. *Dinamika Sains* 11: 25.

APLIKASI HYDROGEN RICH WATER PADA MODIFIKASI TEPUNG KENTANG DENGAN PENGERING GELOMBANG MIKRO SEBAGAI ALTERNATIF SUBSTITUSI GANDUM

ORIGINALITY REPORT

1%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	text-id.123dok.com Internet	8 words — < 1%
2	Gressty Sari Br Sitepu, Joko Santoso, Wini Trilaksani. "Profiling of Collagens from Swim Bladder of Catfish (<i>Pangasius</i> sp.) by Acid Extraction", <i>Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia</i> , 2019 Crossref	8 words — < 1%
3	caloriesinformation.com Internet	8 words — < 1%
4	repository.wima.ac.id Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON

EXCLUDE MATCHES OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON