

MODIFIKASI ASAM SUKSINAT - GELOMBANG PENDEK UNTUK PRODUKSI TAPIOKA SUKSINAT

Succinic Acid-Microwave Modification to Produce Succinic Tapioca

Heny Herawati¹, I. Nyoman Widiasta² dan Kendriyanto¹

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Bukit Tegalepek, PO BOX 101 Ungaran 50501, Tel. 024-6924965;

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Imam Bardjo, SH.

No. 5, Semarang 50241, Tel. 024-7460058

Email: herawati_heny@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi produksi ubi kayu yang cukup besar. Peluang pengembangan produk berbasis ubi kayu di Indonesia masih cukup besar diantaranya yaitu peningkatan nilai tambah ubi kayu melalui proses modifikasi tapioka. Salah satu potensi pati termodifikasi yang dapat dipergunakan untuk bahan tambahan makanan yaitu pati suksinat. Pada penelitian ini proses suksinilasi tapioka dilakukan dengan cara mereaksikan asam suksinat yang dikombinasikan dengan mempergunakan microwave. Metodologi penelitian yang dilakukan menggunakan rancangan faktorial dengan 3 faktor, yaitu konsentrasi substrat (30 %, 40 %), konsentrasi asam suksinat (1 %, 3 %, dan 5 %), serta metode pengeringan (oven dan microwave). Produk pati suksinat yang dihasilkan dianalisa secara fisik dan kimia, sedangkan produk optimal dianalisa lanjut komposisi nutrisinya dan SEM. Modifikasi asam suksinat –gelombang pendek mempengaruhi hasil analisa baik secara fisik maupun kimia kecuali untuk kadar abu. Nilai derajat substitusi tertinggi yaitu 0,929 yang dapat diperoleh dengan perlakuan konsentrasi substrat 40 %, penambahan asam suksinat 5 % serta kombinasi microwave. Perubahan ukuran diameter dari granula pati cukup tidak berbeda dibandingkan dengan kontrol, hanya perbedaan kedekatan antar granula yang semakin meningkat dengan adanya perlakuan terhadap tapioka. Ukuran granula pati suksinat berkisar antara 5,35 µm hingga 17,20 µm, dengan diameter rata-rata 11,15 µm. Karakteristik produk pati suksinat, sebaiknya dapat digunakan untuk implementasi proses produksi pangan lanjut.

Kata kunci: Asam suksinat, gelombang pendek, pati termodifikasi, tapioka

ABSTRACT

Indonesia as tropical country has great cassava potency. The great chance of cassava product development could be increased its added value through modified tapioca processing. One of modified starch that could be implemented as a food additive is succinic starch. The tapioca succinilation processed through combination process of reacting tapioca with succinic acid and microwave treatment. The research method was conducted by factorial design with 3 factors: substrate concentration (30 %, 40 %), succinic acid concentration (1 %, 3 %, 5 %), and drying method (oven and microwave). Succinic tapioca was analyzed both physical and chemical characteristics, while optimal product was further analyzed for nutrition contents and surface microstructure using SEM. Succinic acid and microwave modification influenced to the physical and chemical succinic tapioca, except ash content. The highest substitution degree value was 0.929 which was obtained by combination of substrate concentration 40 %, succinic acid added 5 % and microwave processed. The change of granule size was not significant, just the distribution among granule correlated with the tapioca modification. The succinic tapioca granule size ranged 5.35 µm until 17.20 µm with average 11.15 µm. Succinic tapioca characteristic hopefully could be advanced food implementation.

Keywords: Succinic acid, microwave, modified starch, tapioca

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi produksi ubi kayu yang cukup besar. Produksi ubi kayu Indonesia terus meningkat dari tahun 2000-2009, dari volume 16,089 menjadi 20,834 juta ton per tahun (Deptan, 2009). Akan tetapi, ekspor produk berbasis ubi kayu dari Indonesia ke negara lain hingga akhir tahun 2006 baru mencapai 139.096 ton (Deptan, 2009). Walaupun Indonesia memproduksi tapioka dalam jumlah yang cukup besar, namun pemanfaatannya masih terbatas sebagai sumber karbohidrat (makanan pokok) serta banyak diekspor dalam bentuk pellet atau tapioka (Herawati, 2008). Pada tahun 2002, Indonesia mengimpor produk pati termodifikasi sebesar 80.000 ton (Triyono, 2008). Pada tahun 2006, impor produk berbasis ubi kayu Indonesia meningkat hingga mencapai 283.046 ton (Deptan 2009). Nilai impor pati termodifikasi di Indonesia masih sangat tinggi, padahal Indonesia merupakan produsen ubi kayu yang sangat besar dan produk ini baru dimanfaatkan sebagai bahan pangan biasa yang belum memiliki nilai tambah yang cukup tinggi.

Tapioka merupakan pati yang diambil dari ubi kayu serta dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau bahan pembantu industri non-pangan. Tapioka akan lebih tinggi nilai ekonominya jika dimodifikasi sifat-sifatnya melalui perlakuan fisik atau kimia, atau kombinasi keduanya yang sesuai (Liu dkk., 2005). Salah satu contoh penggunaan pati termodifikasi adalah sebagai bahan pengisi dalam pembuatan permen gum dan dapat memberikan sifat produk yang lebih padat (Afrianti, 2002). Secara umum, pati termodifikasi memiliki potensi yang sangat besar untuk memenuhi kebutuhan bahan tambahan pangan maupun sebagai sumber bahan baku untuk industri farmasi maupun industri kertas dan tekstil.

Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisik melalui beberapa cara. Di antaranya yaitu pengeringan, ekstrusi, pengeringan dengan *spray*, pemanasan, pendinginan, pemasakan maupun perlakuan fisik lainnya (Herawati, 2008). Proses modifikasi pati juga dapat dilakukan secara kimia dengan cara *cross linking*, substitusi maupun kombinasi keduanya dengan menggunakan bahan kimia sebagai bahan pembantu reaksi selama proses pengolahan. Salah satu produk pati termodifikasi komersial yaitu pati ester.

Potensi pati ester yang dapat dipergunakan sebagai bahan tambahan makanan yaitu pati asetat dan pati suksinat. Sedangkan pati suksinat dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk produk pangan kaleng beku serta materi enkapsulasi flavor. Beberapa penelitian modifikasi pati ester untuk produk pangan masih cukup terbatas sebagaimana penelitian Jyothi dkk. (2005) modifikasi pati ester dengan suksinat anhidrat yang menghasilkan nilai *degree of substitution* (DS) cukup rendah yaitu 0,037. Berdasarkan penelitian Xiu Xing dkk. (2006),

modifikasi pati jagung ester menggunakan maleate dengan microwave pada power 450 watt selama 5 menit menghasilkan nilai DS 0,098. Sedangkan penelitian Hustiany (2006), modifikasi tapioka ester yang dilakukan menggunakan asam stearat, propionat dan asam suksinat masih dilakukan dengan menggunakan metode pengeringan konvensional sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama serta belum disertai dengan karakteristik fisiko kimia produk pati termodifikasi yang telah dihasilkan.

Gelombang pendek memiliki potensi dapat menurunkan kadar air yang terdapat di dalam bahan dengan menggunakan waktu yang lebih singkat serta dapat meningkatkan kualitas bahan kering (Drouzas dkk., 1999). Modifikasi pati akan berhasil dilakukan jika energi gelombang pendek digabungkan dengan aktivitas proton yang berasal dari asam mineral/anorganik (Muzimbaranda dan Tomasik, 1994). Hasil perbandingan antara pemanasan pati dengan sumber panas konvensional dan gelombang pendek menunjukkan pemanasan dengan pemanas konvensional mengakibatkan lebih banyak kerusakan pada struktur pati (Muzimbaranda dan Tomasik, 1994).

Kombinasi penggunaan bahan kimia dan gelombang pendek pada modifikasi pati diharapkan dapat membantu memperbaiki karakteristik fisiko kimia pati yang dihasilkan. Pengembangan pati termodifikasi dari tapioka diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah tapioka, dan dapat memacu pengembangan industrialisasi produk pati termodifikasi serta pemanfaatan produk pangan lanjut yang terdapat di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Bahan utama pada penelitian ini adalah tapioka komersial dengan merk dagang Rose Brand. Bahan penelitian yang lain meliputi: asam suksinat P.A. (Merck), HCl P.A. (Merck), dan NaOH P.A. (Merck). Sedangkan bahan untuk analisa meliputi N-heksan P.A. (Merck), phenolphthalein, H₂SO₄ P.A. (Merck), K₂SO₄ P.A. (Merck), Na₂S₂O₃, asam borat, air raksa oksida dan metilen blue.

Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pemanas gelombang pendek (microwave) merk SANYO dengan power 700 watt dan frekuensi 2450 MHZ. Alat lain yang dipergunakan meliputi: oven, gelas piala, alat penyaring, tanur, hot plate, burette digital, chromamater, viskotester dan SEM (Scanning Electron Microscopy). Alat untuk analisa proksimat meliputi perangkat alat ekstraksi soxhlet, alat denaturasi dan distilasi protein.

Prosedur Penelitian

Tahapan pembuatan pati ester meliputi tahapan pembuatan substrat sesuai dengan modifikasi perlakuan konsen-

trasi substrat dan penambahan asam. Selanjutnya, campuran diaduk serta diperlakukan dengan menggunakan oven selama 24 jam atau menggunakan gelombang pendek. Produk yang diperoleh kemudian ditambahkan dengan aquades 100 ml serta diatur pH sebesar 6,5 dengan menggunakan asam asetat 1 M atau dengan NaOH 1 M. Campuran disaring dengan menggunakan kertas Whatman 41 serta dicuci menggunakan aquades sebanyak 100 ml. Hasil penyaringan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Pati kering yang diperoleh kemudian dihancurkan sampai diperoleh butiran pati yang lebih halus. Produk pati termodifikasi yang dihasilkan selanjutnya dianalisis untuk menentukan karakteristik pati yang meliputi: (1) Karakteristik fisik: viskositas, *swelling power* (Leach dkk., 1959), kelarutan (Kainuma dkk., 1967) dan warna; (2) Karakteristik Kimia: kadar air, kadar abu, DS (Degree of Substitution) (Varavinit dkk., 2001).; (3) Analisa Proksimat (Apriyantono dkk., 1989); (4) SEM (Scanning Electrone Microscopy).

Rancangan Penelitian dan Analisis Statistik

Penelitian menggunakan rancangan faktorial dengan 3 faktor yaitu konsentrasi substrat dua taraf (30 dan 40 %); konsentrasi asam suksinat tiga taraf (1, 3 dan 5 %) serta metode pengeringan dua taraf (oven dan microwave) dengan menggunakan dua kali ulangan. Data yang terkumpul kemudian dianalisa dengan menggunakan SAS 9.0 yang meliputi ANOVA serta uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik dari pati dapat diamati dengan menggunakan parameter reologi yang diantaranya meliputi viskositas, *swelling power* maupun tingkat kelarutan (*solubility*) dari tapioka suksinat yang telah dihasilkan sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa viskositas, swelling power dan solubility pati suksinat

Metode	Sampel		Viskositas (dpas)	Swelling Power	Solubility
	Kon Sub (%)	Kon Suk (%)			
Oven	30	1	24 ⁱ	5,3963 ^d	10,198 ^c
	30	3	26 ⁱ	6,7152 ^{bc}	10,257 ^c
	30	5	29 ^h	6,855 ^b	12,29 ^{ab}
	40	1	33 ^{fg}	5,3933 ^d	12,227 ^{ab}
	40	3	39 ^e	6,0526 ^{bcd}	10,596 ^c
	40	5	69 ^a	6,5649 ^{bc}	11,618 ^{bc}
Mc Wave	30	1	42,5 ^d	5,6204 ^{cd}	11,454 ^{bc}
	30	3	46 ^c	5,6973 ^{cd}	12,157 ^{ab}
	30	5	49 ^b	8,239 ^a	12,67 ^{ab}
	40	1	21 ^j	5,2326 ^d	13,562 ^a
	40	3	31 ^{gh}	5,6225 ^{cd}	10,454 ^c
	40	5	34,5 ^f	5,8038 ^{bcd}	12,835 ^{ab}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji dengan taraf signifikansi 5 %

Viskositas pati suksinat berbeda nyata antar perlakuan, dimana viskositas semakin meningkat dengan adanya penambahan konsentrasi asam suksinat. Penggunaan metode pengeringan juga mempengaruhi viskositas pati yang dihasilkan.

Swelling power merupakan suatu proses pengukuran kapasitas hidrasi dari produk, karena berat pati yang diukur berhubungan dengan kemampuan mengembang granula pati di dalam air. Modifikasi pati mempengaruhi parameter *swelling power*, yang terlihat adanya perbedaan yang cukup nyata antar perlakuan. Pada setiap perlakuan menghasilkan karakteristik *swelling power* tertentu yang tidak bergantung pada konsentrasi substrat maupun konsentrasi asam yang ditambahkan, akan tetapi merupakan suatu bentuk hasil interaksi

ketiga faktor yang digunakan. Kadar amilosa dan komposisi ikatan amilopektin menjadi komponen utama sebagai pembentuk gel (Tang dkk., 2005). Hubungan efek negatif dan positif dari *swelling power* yang berhubungan dengan amilopektin serta amilosa sebagaimana disampaikan Srichowang dkk. (2005); Sasaki dan Masuki (1998). Semakin meningkat kadar amilosa semakin meningkat pula *swelling power* sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Davies dkk. (2008).

Daya kelarutan yang tinggi menunjukkan bahwa pati tersebut memiliki daya cerna yang tinggi pula (Daramola dan Osanyinlusi, 2006). Berdasarkan hasil pengamatan, modifikasi pati menghasilkan karakteristik daya kelarutan yang ber-

beda nyata antar perlakuan. Tingkat kelarutan pati termodifikasi yang dihasilkan berkisar antara 10,19 % pada perlakuan penggunaan substrat sebesar 30 %; konsentrasi asam suksinat 1 % serta metode oven. Sedangkan kelarutan tertinggi yaitu 13,56 % dengan perlakuan penggunaan substrat dengan konsentrasi 40 % pada penggunaan konsentrasi asam suksinat 1 % serta metode pengeringan microwave. Pada proses modifikasi, semakin lama waktu operasi semakin banyak senyawa amilopektin yang tereduksi sehingga pati yang dihasilkan semakin mudah larut dalam air (Artiani dan Avrelina, 2009).

Warna adalah metode langsung dan mudah ditentukan untuk suatu produk. Kelebihan parameter ini adalah bahwa parameter ini dapat ditentukan secara visual guna mengetahui kualitas pengeringan. Teknik umum dalam menentukan warna produk adalah kolorimetri. Ada beberapa skala warna dimana warna permukaan dapat diwakili. Pada penelitian ini digunakan skala 3 dimensi L*, a* dan b* memakai kromameter Minolta. Berdasarkan hasil analisa parameter warna terhadap pati modifikasi yang telah dihasilkan sebagaimana tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisa warna pati suksinat

Metode	Sampel		Warna L	Warna a	Warna b
	Kon Sub (%)	Kon Suk (%)			
Oven	30	1	87,175 ^d	5,405 ^{abcde}	-0,3950 ^{abc}
	30	3	90,015 ^c	5,635 ^a	-0,58 ^{abc}
	30	5	83,60 ^{fgh}	5,375 ^{bcde}	-0,0505 ^a
	40	1	94,50 ^b	5,63 ^a	-0,935 ^{bc}
	40	3	84,18 ^{efg}	5,49 ^{abcd}	-0,54 ^{abc}
	40	5	86,79 ^d	5,345 ^{cde}	-1,06 ^c
Mc Wave	30	1	86,045 ^{de}	5,3 ^a	-0,7050 ^{abc}
	30	3	83,025 ^{gh}	5,24 ^{ef}	-0,3050 ^{ab}
	30	5	83,335 ^{fgh}	5,195 ^{ef}	-0,63 ^{abc}
	40	1	85,555 ^{def}	5,525 ^{abc}	-0,42 ^{abc}
	40	3	81,86 ^h	5,06 ^f	-0,895 ^{bc}
	40	5	85,365 ^{def}	5,60 ^{ab}	-0,1450 ^a
Tapioka			96,87 ^a	5,265 ^{def}	-2,535 ^d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji dengan taraf signifikansi 5 %

Klasifikasi parameter warna pati termodifikasi menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Klasifikasi warna L untuk tingkat kecerahan menunjukkan bahwa nilai terendah yang mengindikasikan produk memiliki klasifikasi lebih gelap yaitu 81,86 pada produk dengan perlakuan penggunaan konsentrasi substrat 40 %; penggunaan konsentrasi asam suksinat 3 % serta metode pengeringan microwave. Sedangkan nilai L tertinggi terdapat pada kontrol atau tapioka. Hal ini dapat dijelaskan bahwa perlakuan pengeringan lebih lanjut akan mempengaruhi tingkat kecerahan produk yang dihasilkan.

Klasifikasi nilai a yang mempunyai nilai positif menunjukkan adanya kecenderungan produk berwarna kearah merah dengan nilai berkisar 5. Walaupun memiliki nilai yang hampir sama yaitu berkisar 5, antar perlakuan memiliki nilai yang

berbeda nyata yang terlihat berdasarkan perbedaan analisa uji lanjut Duncan. Sedangkan klasifikasi berdasarkan warna b, menunjukkan nilai negatif yang artinya produk memiliki kecenderungan kearah kebiruan. Nilai tertinggi untuk klasifikasi warna b ditunjukkan oleh kontrol. Hal ini dapat dijelaskan bahwa perlakuan lebih lanjut dapat mempengaruhi kualitas warna b dari produk yang dihasilkan.

Karakteristik Kimia

Kualitas produk dapat diamati dari karakteristik kimia diantaranya yaitu kadar air maupun kadar abu serta derajat substitusi dari produk yang dihasilkan. Kadar air, kadar abu serta rendemen produk sebagaimana tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar air, kadar abu dan rendemen dari pati suksinat

Metode	Sampel		Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Rendemen
	Kon Sub (%)	Kon Suk (%)			
Oven	30	1	6,04 ^c	0,28 ^a	85,99 ^h
	30	3	5,44 ^c	0,28 ^a	87,07 ^{ef}
	30	5	6,28 ^c	0,30 ^a	87,39 ^{ed}
	40	1	8,64 ^b	0,31 ^a	87,72 ^{cd}
	40	3	6,06 ^c	0,21 ^a	88,18 ^b
	40	5	6,47 ^{bc}	0,19 ^a	89,13 ^a
Mc Wave	30	1	6,86 ^{bc}	0,21 ^a	86,55 ^g
	30	3	6,64 ^{bc}	0,21 ^a	86,75 ^{fg}
	30	5	6,28 ^c	0,17 ^a	88,05 ^{bc}
	40	1	6,99 ^{bc}	0,15 ^a	85,29 ⁱ
	40	3	6,81 ^{bc}	0,22 ^a	84,46 ^j
	40	5	5,97 ^c	0,33 ^a	85,54 ⁱ
Tapioka			12,62 ^a	0,28 ^a	-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji dengan taraf signifikansi 5 %

Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan mempengaruhi kadar air produk yang dihasilkan. Kadar air produk pati yang telah dimodifikasi, pada umumnya menghasilkan kualitas yang memiliki kadar air yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kontrol atau tapioka sebelum dimodifikasi yaitu 12,61 %.

Beberapa perlakuan modifikasi, ternyata tidak mempengaruhi kualitas kadar abu yang dihasilkan. Walaupun menunjukkan hasil yang cukup berbeda nilainya, akan tetapi setelah dianalisa dengan uji lanjut Duncan, beberapa perlakuan tersebut dibandingkan dengan kontrol menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Rendemen dianalisa dengan basis massa, dimana produk pati termodifikasi yang dihasilkan dianalisa berdasarkan massa sebelum dengan sesudah perlakuan. Berdasarkan hasil analisa, ditunjukkan hasil yang berbeda secara nyata antar perlakuan. Rendemen tertinggi yaitu sebesar 89,13 % yang diperoleh dengan menggunakan perlakuan penggunaan substrat 40 %, konsentrasi asam suksinat 5 % serta metode pengeringan dengan menggunakan oven.

Tabel 4. Derajat substitusi dari pati suksinat

Metode	Sampel		Derajat Substitusi
	Kon Sub (%)	Kon Suk (%)	
Oven	30	1	0,06055 ^h
	30	3	0,061 ^h
	30	5	0,0613 ^h
	40	1	0,06145 ^h
	40	3	0,06385 ^g
	40	5	0,0657 ^f
Mc Wave	30	1	0,0765 ^e
	30	3	0,0769 ^e
	30	5	0,08075 ^d
	40	1	0,0834 ^c
	40	3	0,09035 ^b
	40	5	0,0929 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji dengan taraf signifikansi 5 %

DS (Derajat Substitusi) adalah jumlah rata-rata gugus per anhidroglukosa unit yang disubstitusikan oleh gugus lain (Wurzburg, 1989). Gugus hidroksil (OH) yang terdapat pada pati, baik pada bagian amilosa maupun amilopektin, dapat disubstitusi dengan gugus lain untuk merubah sifat pati.

Adapun DS dengan asam suksinat umumnya antara 0,045-0,08 atau pada setiap 11-22 unit AGU asam suksinat dapat mensubstitusi 1 gugus OH. DS yang dihasilkan oleh pati tapioka termodifikasi. Berdasarkan hasil penelitian interaksi perlakuan tersebut dapat menghasilkan nilai DS yang berbeda. Nilai DS tertinggi yaitu 0,0929 yang dapat diperoleh dengan perlakuan penggunaan konsentrasi substrat sebesar 40 %; penggunaan asam suksinat 5 % serta penggunaan metode pengeringan dengan menggunakan alat microwave.

Komposisi Pati Suksinat

Analisa proksimat hanya dilakukan pada produk optimal yaitu produk pati termodifikasi dengan perlakuan penggunaan konsentrasi substrat sebesar 40 % dan asam suksinat 5 % dengan variasi metode pengeringan oven dan microwave. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh hasil analisa proksimat sebagaimana tertera pada Tabel 5.

Kadar air pati suksinat memiliki nilai yang lebih rendah serta berbeda cukup nyata apabila dibandingkan dengan kontrol tapioka. Kadar abu berbeda nyata antar perlakuan, dimana dengan menggunakan metode pengeringan microwave memiliki nilai kadar abu lebih tinggi yaitu 0,358%. Hal ini juga ditunjukkan pada hasil analisa kadar lemak, protein, serat maupun karbohidrat yang memiliki nilai yang berbeda antar perlakuan. Adanya peningkatan nilai yang meningkat selain kadar air dibandingkan dengan kontrol, dimungkinkan karena adanya kadar air yang lebih rendah dari produk pati termodifikasi yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 5. Komposisi tapioka dan pati suksinat

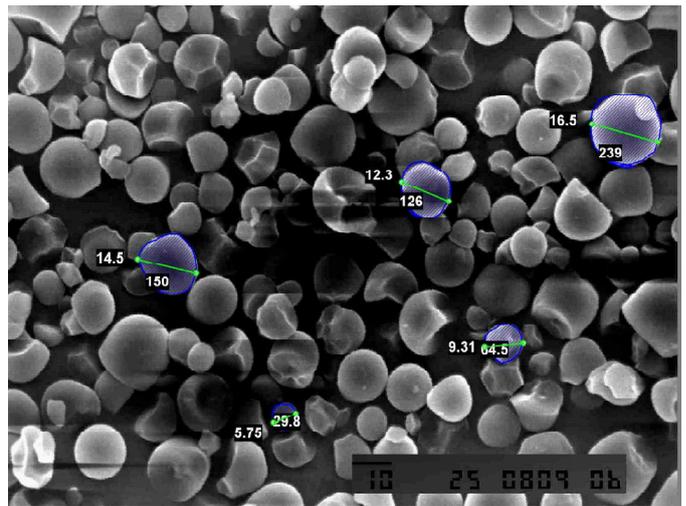
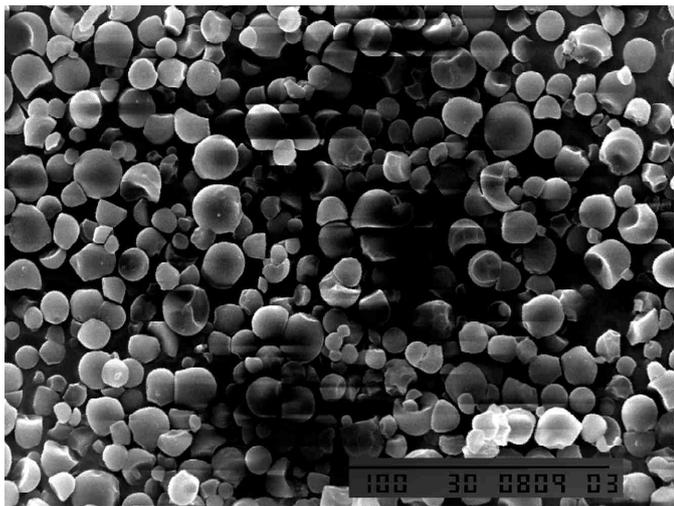
Sampel	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat (%)	Karbohidrat (%)
Tapioka	13,46 ^b	0,279 ^b	0,074 ^a	0,166 ^a	0,028 ^a	85,964 ^a
Pati S-oven	6,72 ^a	0,176 ^a	0,107 ^{ab}	0,417 ^b	0,081 ^a	92,06 ^b
Pati S-Mc wave	6,71 ^a	0,358 ^c	0,127 ^b	0,146 ^b	0,165 ^b	92,41 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji dengan taraf signifikansi 5 %

Scanning Electrone Microscopy

Karakteristik molekul dibagian permukaan dari suatu produk, dapat diamati dengan menggunakan alat SEM

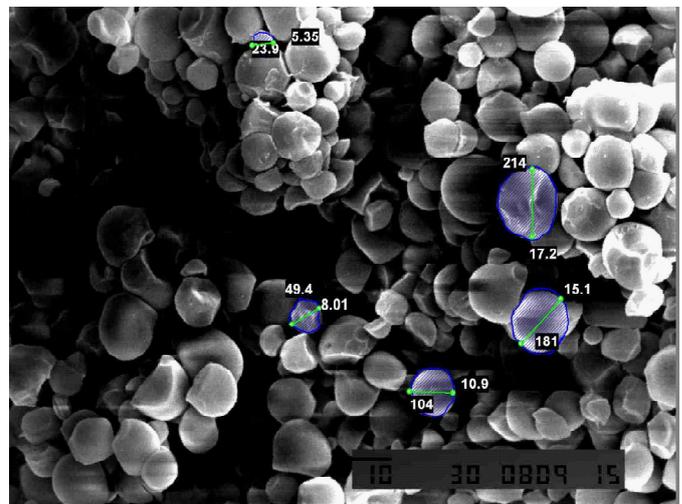
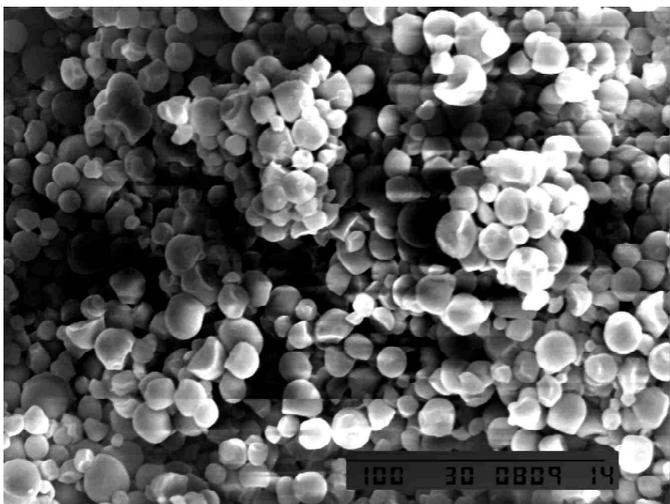
(Scanning Electrone Microscopy). Hasil pengamatan SEM dari kontrol yang berupa tapioka sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengamatan SEM tapioka kontrol pada perbesaran 500x dan 750x

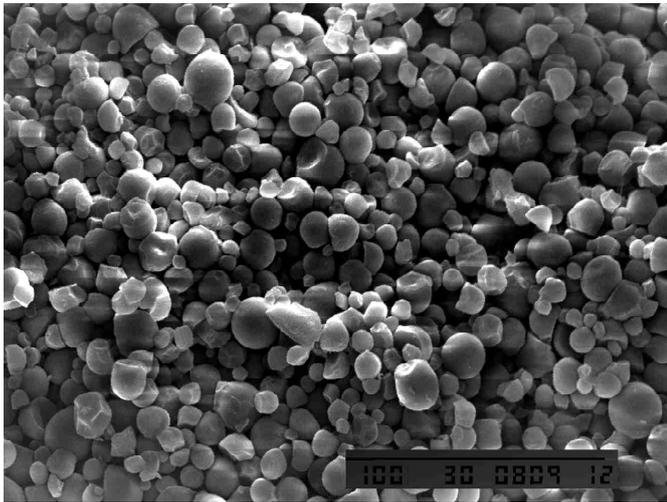
Berdasarkan hasil analisa, antar granula masih belum terlalu berdekatan. Diameter granula tapioka berkisar antara 5,75µm sampai dengan 16,5 µm, dengan diameter rata-rata sebesar 11,67 µm. Granula tapioka berbentuk semi bulat den-

gan salah satu bagian ujungnya mengerucut dengan ukuran 5-35 µm (Rickard dkk., 1992). Setelah dimodifikasi, granula pati suksinat dengan metode oven memiliki bentuk sebagaimana tertera pada Gambar 2.

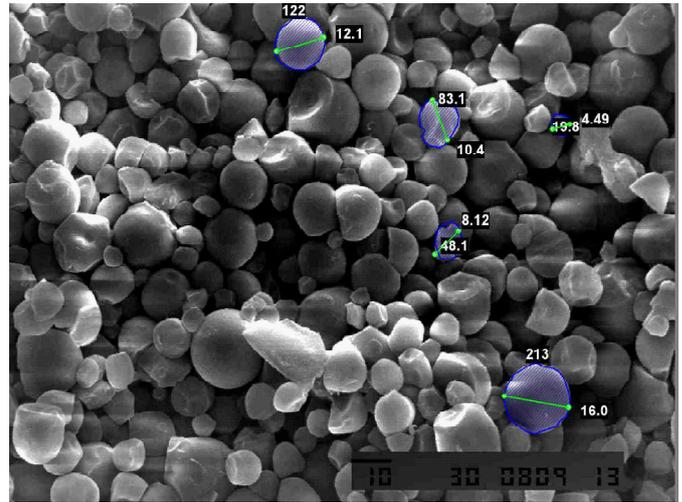


Gambar 2. Hasil pengamatan SEM tapioka konsentrasi substrat 40 % dan konsentrasi asam suksinat 5 % dengan metode oven pada perbesaran 500x dan 750x

Komposisi Gambar 3 terlihat bahwasannya antar granula semakin berdekatan dan cenderung menggerombol satu sama lain. Ukuran granula berkisar antara 5,35 μm sampai



dengan 17,20 μm , dengan diameter rata-rata sebesar 11,15 μm . Apabila dibandingkan dengan kontrol hanya berbeda pada bentuk dari kedekatan antar granula.



Gambar 3. Hasil pengamatan SEM tapioka konsentrasi substrat 40 % dan konsentrasi asam suksinat 5 % dengan metode Microwave pada perbesaran 500x dan 750x

Penggunaan metode pengeringan dengan microwave menghasilkan granula yang saling berdekatan akan tetapi tidak bergerombol dan cenderung terdistribusi secara merata. Ukuran diameter dari perlakuan penggunaan konsentrasi substrat sebesar 40 %, asam suksinat 5 % serta metode pengeringan dengan microwave berkisar antara 4,49-16 μm , dengan rata-rata sebesar 10,31 μm .

KESIMPULAN DAN SARAN

Modifikasi asam suksinat –gelombang pendek mempengaruhi sifat reologi tapioka termodifikasi yang dihasilkan, diantaranya yaitu viskositas, swelling power serta solubility. Modifikasi asam suksinat –gelombang pendek mempengaruhi hasil analisa baik secara fisik maupun kimia kecuali untuk kadar abu. Nilai derajat substitusi terbesar yaitu 0,929 yang dapat diperoleh dengan perlakuan penggunaan konsentrasi substrat 40 %, penambahan asam suksinat 5 % serta kombinasi microwave. Berdasarkan hasil pengamatan, antar granula masih belum terlalu berdekatan. Perubahan ukuran diameter dari granula pati cukup tidak berbeda dibandingkan dengan kontrol, hanya perbedaan kedekatan antar granula yang semakin meningkat dengan adanya perlakuan pada tapioka. Ukuran granula pati suksinat berkisar antara 5,35 μm sampai dengan 17,20 μm , dengan diameter rata-rata sebesar 11,15 μm . Karakteristik produk pati suksinat hasil penelitian, sebaiknya dapat digunakan untuk implementasi proses produksi pangan lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianti, L. H. (2002). Pati termodifikasi dibutuhkan oleh industri makanan. www.pikiranrakyat.com.

Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari N., Sedarnawati dan Budiyanto S. (1989). Analisis Pangan. PAU-IPB, Bogor.

Artiani, P.A. dan Avrelina, Y.R. (2009). Modifikasi cassava starch dengan proses acetylation asam asetat untuk produk pangan. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.

Daramola, B. dan Osanyinlusi S.A. (2006). Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (*Zingiber officinale* Roscoe). *African Journal of Biotechnology* **5**: 917-920.

Davies, E. M., Labuschagne, M. T., Koen, E., Benesi, I. R. M. dan Saka, J. D. K. (2008). Some properties of starches from cocoyam (*Colocasia esculenta*) and cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grown in Malawi. *African Journal of Food Science* **2**:102-111.

Departemen Pertanian Republik Indonesia. (2009). [http:// database.deptan.go.id/bdsp/hasil kom asp](http://database.deptan.go.id/bdsp/hasil_kom.asp). Diakses pada 27 Januari 2009.

Drouzas, A. E., Tsami, E. dan Saravacos, G. D. (1999). Microwave/ vacuum drying of model fruit gels. *Journal of Food Engineering* **39**: 117-122.

- Herawati, H. (2008). Peluang pengembangan alternatif produk "modified starch" dari tapioka. Seminar Nasional Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Surakarta, 7 Agustus 2008.
- Hustiany, R. (2006). Modifikasi asilasi dan suksinilasi pati tapioka sebagai bahan enkapsulasi komponen flavor. *Disertasi Pasca Sarjana*. Institut Pertanian Bogor.
- Jyothi, A. N., Rajasekharan, K. N., Moorthy, S. N. dan Sreekumar, J. (2005). Microwave-assisted synthesis and characterization of succinate derivatives of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch. *Starch/Starke* **57**: 556-563.
- Kainuma, K., Odat, T. dan Cuzuki, S. (1967). Study of starch phosphates monoesters. *Journal Technology Society Starch* **14**: 24-28.
- Leach, H.W., Mc Cowen, L.D. dan Schoch, T.J. (1959). Structure of the starch granules. Di dalam: swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chemistry* **36**: 534-544.
- Liu, Z., Peng, L. dan Kennedy, J. F. (2005). The technology of molecular manipulation and modification assisted by microwaves as applied to starch granules. *Carbohydrate Polymers* **61**: 374-378.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience* **27**: 1254-1255.
- Mermelstein, N. H. (1997). How food technology covered microwaves over the years. *Food Technology* **51**: 82-84.
- Muzimbaranda, C. dan Tomasik, P. (1994). Microwave in physical and chemical modification of starch. *Starch* **46**: 469-474.
- Rickard, J.E., Blanshard, J.M.V. dan Asaoka, M (1992). Effects of cultivar and growth season on the gelatinization properties of cassava (*Manihot esculenta*) starch. *Journal Science Food Agriculture* **59**: 53-58.
- Sasaki, T. dan Masuki, J. (1998). Effect of wheat structure on swelling power. *Cereal Chemistry* **75**: 525-529.
- Srichowang, S., Sunarti, T.C., Mishima, T., Isono, N. dan Hisamatsu, M. (2005). Starches from different botanical sources II: Contribution of starch structure to swelling and pasting properties. *Carbohydrate Polymers* **62**: 25-34.
- Tang, H., Mitsunaga, T. dan Kawamura, Y. (2005). Functionality of starch granules in milling fractions of normal wheat grain. *Carbohydrate Polymers* **59**: 11-17.
- Triyono, A. (2008). Potensi sumber pati dari umbi-umbian dalam proses produksi pati termodifikasi secara hidrolisa enzimatik sebagai bahan untuk industri pangan. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2008*.
- Varavinit, S., Chaokkasem, N, dan Shobsngob, S. (2001). Studies of flavor encapsulation by agents produced from modified sago and tapioca starches. *Starch/Starke* **53**:281-287.
- Wurzburg, O. B. (1989). *Modified Starches: Properties and Uses*. CRC Press Inc, Florida.
- Xiu-Xing, Fen-Zhang, G. S., Zhi-Jud, B. dan Zong-Yang, J. (2006). Microwave-assisted Synthesis of starch maleate by dry method. *Starch/Starke* **58**: 464-4667.