

**KARAKTERISTIK MODIFIKASI PATI KULIT SINGKONG (*Manihot Esculenta*)  
DENGAN PROSES ASETILASI****Rudi Firyanto\*, Priyono Kusumo, Febrina Putri Romadhoni**Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 (UNTAG) Semarang  
Jl. Pawiyatan Luhur Bendan Duwur, Semarang 50233.

\*Email: rudi-firyanto@untagsmg.ac.id

**Abstract**

Cassava bark is a waste of agroindustrial cassava tree processing industries such as the tapioca flour industry, pharmaceutical industry, and staple food industry. Cassava skin can be a product of high economic value, among others processed into mocaf flour, starch, and other foodstuffs. The acetylation method is one of the methods that can be used in the process of modifying cassava skin starch. This study aims to examine the effect of heating temperature and pH of the initial solution on swelling power, solubility, and carboxyl group levels in the starch acetate produced. The temperature variables in this study were (350C, 450C, 550C, and 650C) and pH variables (6, 7, 8, and 9). From the results of the study, it is known that the value of swelling power and solubility increases with increasing heating temperature due to the increasing speed of the acetylation reaction. The optimum swelling power results were obtained at pH 8 treatment and 65 heating temperature of 29.3 g/g. The optimum result of % solubility at 65oC heating temperature treatment with pH 9 is 26.4%. The increase in % of carboxyl groups tends to be constant with each addition of heating temperature. The optimum yield of a % carboxyl group at pH 8 treatment with a heating temperature of 650C of 0.075%. % carboxyl group by the requirements of modified starch using chemicals for food products (JECFA) that the maximum carboxyl group content obtained from the acetylation process is not more than 1.1%.

**Keywords:** *acetylase, bark cassava, swelling power***Abstrak**

Kulit singkong merupakan limbah argoindustri pengolahan ketela pohon seperti industri tepung tapioka, industri farmasi dan industri pokok makanan. kulit singkong dapat menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi, antara lain diolah menjadi tepung mocaf, pati dan bahan pangan yang lainnya. Metode asetilasi adalah salah satu metode yang dapat dilakukan dalam proses modifikasi pati kulit singkong. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemanasan dan pH larutan awal terhadap swelling power, solubility dan kadar gugus karboksil pada starch acetate yang dihasilkan. Variabel suhu pada penelitian ini yaitu (350C, 450C, 550C, dan 650C) dan variabel pH (6, 7, 8, dan 9). Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai swelling power dan solubility semakin meningkat dengan bertambahnya suhu pemanasan karena meningkatnya kecepatan reaksi asetilasi. Hasil optimum swelling power diperoleh pada perlakuan pH 8 dan suhu pemanasan 65oC sebesar 29,3 g/g. Hasil optimum % solubility pada perlakuan suhu pemanasan 65oC dengan pH 9 sebesar 26,4%. Kenaikan % gugus karboksil cenderung konstan setiap penambahan suhu pemanasan. Hasil optimum % gugus karboksil pada perlakuan pH 8 dengan suhu pemanasan 650C sebesar 0,075%. % gugus karboksil sesuai dengan syarat pati termodifikasi dengan mempergunakan bahan kimia untuk produk pangan (JECFA) bahwa kadar gugus karboksil maksimal yang diperoleh dari proses asetilasi tidak lebih dari 1,1 %.

**Kata kunci:** *Asetilasi, kulit singkong, swelling power***1. PENDAHULUAN**

Saat ini produksi singkong di Indonesia telah mencapai kurang lebih 23 juta ton per tahun (BPS, 2013). Sehingga potensi sampah kulit singkong di Indonesia sangat melimpah. Presentase kulit singkong mencapai 15-20% dari berat singkong (Lebot, 2009). Maka setiap tahun ada sekitar 4 ton kulit singkong yang

tidak digunakan dan umumnya akan menjadi sampah atau limbah.

Komponen kimia pati pada kulit singkong adalah 44 – 59 % (Richana, 2013). Pati alami atau biasa disebut pati yang belum dimodifikasi memiliki beberapa kelemahan, antara lain membutuhkan waktu pemasakan yang lama sehingga memerlukan energi yang besar, pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, sifatnya

terlalu lengket, tidak tahan dengan perlakuan asam, kekentalan rendah dan kekuatan pembekakan rendah (Koswara, 2014).

Dengan kelemahan tersebut, pati alami tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Sehingga perlu adanya pengembangan teknologi dalam memodifikasi pati dengan tujuan mengoptimalkan karakteristik sifat dari pati. Sifat dari pati termodifikasi adalah memiliki kecerahan lebih tinggi (pati lebih jernih), kekentalan stabil pada suhu rendah maupun tinggi, struktur gel yang terbentuk lebih lembek, kekuatan regang rendah, waktu dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah (Made dkk., 2012).

Salah satu modifikasi yang sering digunakan pada pati salah satunya yaitu asetilasi. Modifikasi pati secara asetilasi dapat menghasilkan pati yang tahan terhadap retrogradasi dan suhu rendah tanpa mengubah penampilan fisik pati. Saputro dkk. (2012) menjelaskan bahwa proses modifikasi pati secara asetilasi membutuhkan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode modifikasi kimia lainnya sehingga lebih menguntungkan apabila digunakan pada industri pangan, seperti pada pembuatan saus kental, sohon, mi ataupun edible film. Selain asetilasi, terdapat beberapa metode modifikasi pati lainnya. Beberapa di antaranya melibatkan penggunaan senyawa kimia atau enzim untuk mengubah struktur pati. Berikut adalah beberapa metode modifikasi pati selain asetilasi: esterifikasi, oksidasi, cross-linking dan enzimatisasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pemanasan dan pH larutan terhadap karakteristik sifat pati kulit singkong termodifikasi yang dihasilkan

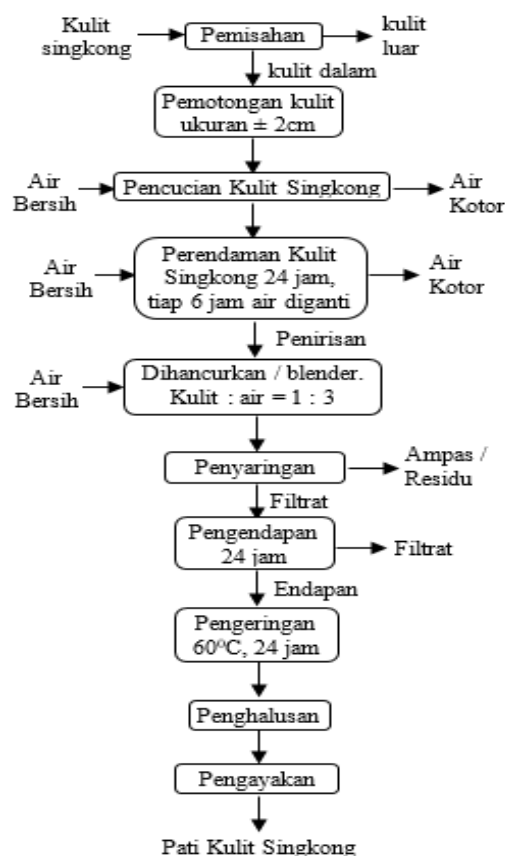
## 2. METODOLOGI

Rancangan percobaan proses pembuatan pestisida organik yang digunakan adalah *Analysis of Variance* (ANOVA). Analisis ANOVA ini adalah prosedur *One Way ANOVA* atau sering disebut dengan perancangan sebuah faktor, yang merupakan salah satu alat analisis statistik ANOVA yang bersifat satu arah (Furqon. 2009).

Variabel tetap yang digunakan adalah: kulit singkong 20 gram. Sedangkan variabel berubahnya: pH larutan yaitu: 6, 7, 8, 9 dan suhu pemanasan yaitu: 35 °C, 45 °C, 55 °C, 65 °C

Tahapan pembuatan modifikasi pati kulit singkong seperti terlihat pada Gambar 1, meliputi:

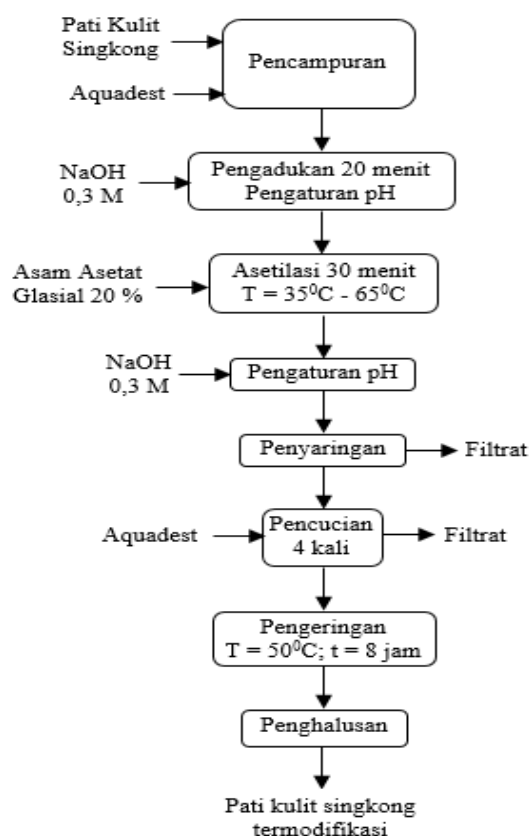
1. Persiapan bahan baku  
Memisahkan lapisan kulit singkong bagian luar dan dalam, mengambil lapisan kulit singkong bagian dalam, lapisan kulit singkong bagian luar dibuang.
2. Memotong kecil-kecil kulit singkong bagian dalam hingga ukuran panjangnya  $\pm 2$  cm, kemudian dicuci sampai bersih
3. Merendam kulit singkong bagian dalam dengan air bersih untuk menghilangkan asam sianida pada kulit singkong selama 24 jam dan air diganti setiap 6 jam, setelah itu ditiriskan.
4. Potongan kulit singkong ditambahkan air dengan perbandingan 1:3 dan dihaluskan dengan blender sehingga terbentuk bubur halus kemudian disaring dengan kain flanel dan diendapkan selama 24 jam.
5. Air dibuang sehingga diperoleh endapan pati kulit singkong.
6. Kemudian pati dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 13 jam.
7. Pati kering yang didapat dihaluskan dengan mortar dan diayak



**Gambar 1. Diagram Alir Percobaan**

Tahapan pembuatan pati kulit singkong dengan proses asetilasi seperti tampak pada Gambar 2, meliputi:

1. Pati kulit singkong dilarutkan dalam aquadest dengan rasio pati : aquadest sebesar 1:5 (20 gram pati kulit singkong dalam 100 ml aquadest) menggunakan gelas kimia ukuran 250 ml.
2. pH larutan diatur dengan variabel 6, 7, 8, dan 9 dengan menambahkan NaOH 0,3 M disertai pengadukan selama 20 menit.
3. Menambahkan asam asetat glasial 20% dengan rasio asam asetat : larutan pati 1:16,7 (1,2 ml asam asetat 20%), larutan kemudian dipanaskan dengan variabel suhu pemanasan (35°C, 45°C, 55°C, 65°C) dengan waktu reaksi selama 30 menit.
4. pH larutan kembali diatur kembali menjadi pH awal larutan dengan menambahkan NaOH 0,3 M.
5. Menyaring larutan pati menggunakan kertas saring dan endapan pati terasetilasi yang dihasilkan dicuci dengan aquadest rasio 1:2 sebanyak 4 kali.
6. Tepung dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 8 jam dan dihaluskan.



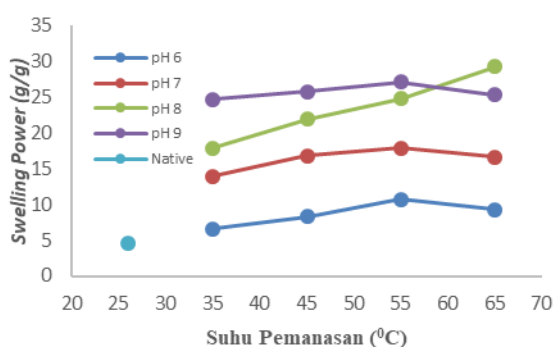
**Gambar 2. Diagram Alir Proses Modifikasi Pati Kulit Singkong**

Selanjutnya hasil pati kulit singkong yang termodifikasi, dilakukan uji *swelling power*, uji solubility dan uji gugus karboksil.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya kembang (*swelling power*) pati merupakan indikasi kemampuan penyerapan air granula pati pada saat dilakukan pemanasan. Ketika pati kulit singkong dilarutkan kemudian dipanaskan pada suhu gelatinisasi, maka granula pati membengkak dan volumenya meningkat.

*Swelling power* perlu diketahui untuk memperkirakan ukuran atau volume wadah yang digunakan dalam proses produksi sehingga jika pati mengalami pengembangan, wadah yang digunakan masih bisa menampung pati tersebut (Kainuma dkk., 1987).



**Gambar 3. Grafik Suhu Pemanasan terhadap nilai *Swelling Power***

Cara menentukan nilai swelling power dengan cara menghitung berat pasta setelah dilakukan pemanasan dibagi dengan berat pati kering (Fatchuri dan Wijayatiningrum, 2009). Nilai *swelling power* dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 menunjukkan pati kulit singkong murni (*native*) mempunyai nilai *swelling power* sebesar 4,6 g/g. Seiring bertambahnya suhu pemanasan (35°C, 45°C, 55°C) disetiap variabel pH menunjukkan bahwa nilai *swelling power* mengalami peningkatan dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan pati *native*. Hal ini disebabkan semakin banyak amilosa yang terhidrolisis oleh asam asetat seiring dengan bertambahnya suhu pemanasan sehingga banyak gula-gula sederhana yang terbentuk dari proses hidrolisis yang menyebabkan kadar amilosa menurun. Penurunan kadar amilosa ini dapat disebabkan hidrolisis asam juga sebagian dari amilosa.

Secara spesifik dijelaskan bahwa hidrolisis terjadi pada bagian amorf dari granula pati, dimana amilosa terdapat pada bagian amorf dari granula pati. Polisakarida berupa amilosa yang

terhidrolisis dan terlarut menyebabkan gula reduksi semakin sedikit. Molekul amilosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa. Modifikasi pati menggunakan asam-asam organik menyebabkan penurunan kadar amilosa yang disebabkan adanya asam-asam organik yang dapat memecah molekul pati menjadi molekul yang lebih sederhana yang kemudian terus berlanjut sampai pada gula-gula sederhana. Dengan semakin menurunnya kadar amilosa maka *swelling power* semakin besar (Rika dkk, 2015)

Nilai *swelling power* tertinggi terdapat pada perlakuan pH 8 dan suhu pemanasan 65°C sebesar 29,3 g/g. Hal ini sesuai dengan penelitian Hui dkk. (2009) yang menyatakan bahwa pH 8 merupakan kondisi reaksi terbaik untuk reaksi esterifikasi pati kentang. Pada penelitian Hasan (2003) yang melaporkan bahwa pH 8 dipilih sebagai pH optimum untuk reaksi esterifikasi jagung. Tingginya nilai *swelling power* juga karena terjadinya substitusi dari gugus asetil yang menggantikan gugus hidroksil (OH-). Dengan substitusi tersebut, ikatan hidrogen menjadi lemah mengakibatkan struktur dari granula pati kurang rapat. Oleh karena lemahnya ikatan hidrogen, maka akses air menjadi lebih mudah pada daerah yang amorf, sehingga memudahkan terjadi penyerapan air dan mengakibatkan pati mengalami pembengkakan (Saputro dkk., 2012).

Sementara itu, nilai *swelling power* mengalami penurunan pada suhu pemanasan 65°C pada pH 6, 7 dan 9. Hal ini dikarenakan terjadinya penurunan kadar amilopektin. Peningkatan suhu operasi menyebabkan penurunan kadar amilopektin. Pada pH 8, amilopektin tetap stabil dan tidak mengalami perubahan signifikan dalam sifat *swelling power*-nya. Amilopektin tersebut dapat mempertahankan stabilitas struktur mereka pada pH ini, sehingga tidak terjadi penurunan *swelling power* yang mencolok. Amilopektin mengalami depolimerisasi pada pemanasan suhu tinggi sehingga amilopektin memiliki bobot molekul rendah. Kandungan amilosa yang tinggi berimplikasi pada rendahnya kandungan amilopektin pada pati. Pati dengan amilosa yang tinggi akan menghalangi *swelling*, sehingga semakin tinggi amilosa maka *swelling*nya makin rendah (Wang, 2003). *Swelling Power* pati sangat bergantung pada

kandungan amilopektin dan berat molekul yang tinggi dari amilopektin. Bhosale dan Singhal (2006) menyebutkan apabila reaksi asetilasi dilakukan pada pH kurang dari 8, maka tidak cukup efektif masuknya gugus asetil ke dalam granula pati yang menyebabkan pati bersifat hidrofobik yang menyebabkan air sulit masuk, sehingga mengurangi *swelling power* serta apabila reaksi asetilasi dilakukan pada pH lebih dari 8, maka pati mudah mengalami hidrolisis.

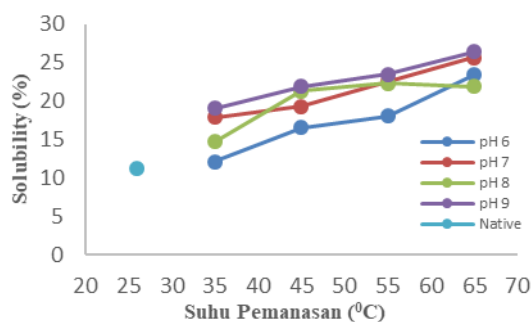
Pati dengan *swelling power* tinggi memiliki daya cerna yang tinggi dan menunjukkan kemampuan pati dalam berbagai aplikasi makanan. Pati yang memiliki *swelling power* tinggi akan baik digunakan untuk produk roti yang membutuhkan pengembangan besar (Kusumayanti dkk, 2015).

### Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Solubility

Kelarutan pati merupakan banyaknya pati yang larut bersama air ketika suspensi pati dipanaskan sehingga menyebabkan granula pati menjadi pecah. Penentuan kelarutan pati berdasarkan Kainuma dkk. (1987) yaitu pati yang telah dipanaskan pada suhu tertentu dipisahkan dari endapannya, kemudian supernatant dikeringkan hingga berat konstant. Berat konstant tersebut dibagi dengan berat sampel kering dan dikalikan 100%.

$$\% \text{ Solubility} = \frac{\text{berat pati}}{\text{berat sampel kering}} \times 100\% \quad (1)$$

Dari hasil pengamatan pati kulit singkong terasetilasi memiliki *solubility* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pati alami (*native*). Adanya gugus asetil pada pati terasetilasi menyebabkan ikatan hidrogen pada pati terasetilasi lebih lemah, mengakibatkan air menjadi mudah berpenetrasi pada pati yang terasetilasi dibandingkan pada pati alami (*native*). Dengan semakin mudahnya air yang masuk maka kecenderungan untuk membentuk ikatan hidrogen antara pati dengan molekul air lebih besar. Ikatan hidrogen inilah yang menahan air untuk keluar dari granula pati sehingga pati tersebut dapat larut (Teja dkk., 2008).



**Gambar 4. Grafik Suhu Pemanasan Terhadap Nilai Solubility**

Gambar 4 menunjukkan bahwa prosen *solubility* cenderung meningkat seiring bertambahnya suhu pemanasan. prosen *solubility* tertinggi terdapat pada suhu pemanasan 65°C dengan pH 9 sebesar 26,4%. Sedangkan prosen *solubility* terendah terdapat pada suhu pemanasan 35°C dengan pH 6 sebesar 12,1%. Penurunan prosen *solubility* pati juga terjadi pada pH 8 dengan suhu pemanasan 65°C dari 22,3% sampai 21,9%. Namun penurunan tersebut sangat kecil yaitu sekitar 0,4 %. Hal ini terjadi karena pati mungkin mengalami proses penggumpalan atau pembentukan ikatan silang yang mengurangi kelarutannya dalam air. Menurut Singh (2005) bahwa kelarutan dipengaruhi juga oleh kandungan amilosa pada sampel pati, asetilasi pada pati yang kandungan amilosanya rendah hanya sedikit meningkatkan kelarutannya. Semakin tinggi kandungan amilosa, maka kemampuan pati untuk menyerap air menjadi lebih besar karena amilosa mempunyai kemampuan untuk membentuk ikatan hydrogen yang lebih besar daripada amilopektin. Semakin tinggi kadar amilosa pati maka kelarutannya di dalam air juga akan meningkat karena amilosa memiliki sifat polar.

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kondisi operasi pada pH 9 dengan suhu pemanasan 65°C menghasilkan prosen *solubility* yang paling besar dari kondisi operasi lainnya. Nilai kelarutan pati sangat bermanfaat dalam menentukan jumlah optimal dari pati yang akan digunakan untuk proses produksi atau konversi, sehingga akan dihasilkan produk dengan karakteristik yang diinginkan serta dapat menghindari penggunaan pati yang berlebih. Tujuan dilakukan pengujian *solubility* yaitu memperkirakan ukuran atau volume larutan pati yang digunakan dalam proses produksi sehingga jika pati mengalami

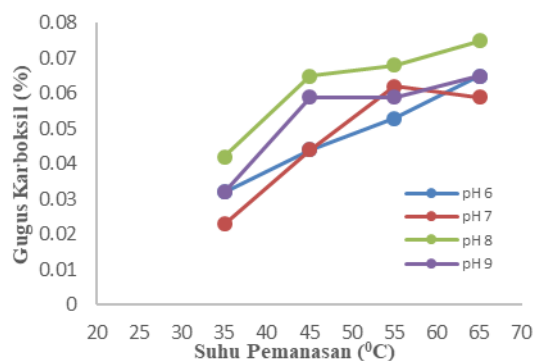
pembengkakan wadah yang digunakan masih bisa menampung pati tersebut (Suriani, 2008).

### Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Gugus Karboksil

Granula pati yang dipanaskan di dalam air, maka energi panas akan menyebabkan ikatan hidrogen terputus, dan air masuk ke dalam granula pati. Air yang masuk selanjutnya membentuk ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin. Proses ini menyebabkan granula mengembang dan akhirnya pecah yang disebut dengan gelatinisasi. Pada penelitian ini, larutan uji memiliki suhu gelatinisasi berkisar 54°C–65°C. Selanjutnya gelatin pati ditambah 3 tetes indicator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terjadi perubahan warna pada larutan.

Uji gugus karboksil digunakan untuk mengevaluasi pati kulit singkong termodifikasi dengan cara asetilasi. Sebanyak 16 sampel pati kulit singkong dilakukan uji karboksil dengan menggunakan metode JEFCA. Hasil uji prosen gugus karboksil dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada pH 8 memberikan kadar karboksil yang paling tinggi. prosen gugus karboksil terbesar diperoleh pada kondisi operasi pada pH 8 dengan suhu pemanasan 65°C sebesar 0,075%. Pada pH 6 dan pH 9 terjadi kenaikan prosen gugus karboksil secara konstan setiap penambahan suhu pemanasan. Sedangkan pada pH 7 dari suhu pemanasan 55°C ke 65°C tidak terjadi kenaikan prosen gugus karboksil, karena gugus karboksil yang ada dalam asam asetat telah bereaksi dengan rantai starch membentuk starch acetate. Disamping itu, pada proses pencucian juga mempengaruhi molekul-molekul pati pada sampel larut dalam air pencucian, sehingga mengurangi pati yang dihasilkan.



**Gambar 5. Suhu Pemanasan Terhadap Gugus Karboksil**

Dari Gambar 5 diketahui bahwa prosen gugus karboksil sesuai dengan syarat pati termodifikasi dengan mempergunakan bahan kimia untuk produk pangan, bahwa kadar gugus karboksil maksimal yang diperoleh dari proses asetilasi tidak lebih dari 1,1 % (Fatchuri dan Wijayatiningrum, 2009). Beberapa produsen pati termodifikasi pada umumnya memiliki kriteria mutu tersendiri terkait dengan pemenuhan permintaan konsumen. Kondisi operasi yang menghasilkan % gugus karboksil paling baik adalah pada pH 8 dan suhu pemanasan 65°C.

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan suhu pemanasan berpengaruh terhadap kenaikan nilai *swelling power* dan prosen *solubility* disetiap variabel pH karena meningkatnya kecepatan reaksi asetilasi yang menyebabkan meningkatnya tumbukan antar partikel.

Penambahan suhu pemanasan dan pH larutan berpengaruh terhadap karakteristik pati yang dihasilkan (nilai *swelling power*, prosen *solubility*, dan gugus karboksil).

Karakteristik pati yang dihasilkan dari modifikasi pati secara asetilasi adalah lebih baik jika dibandingkan dengan pati alaminya. Pati alami memiliki nilai *swelling power* 4,6 dan prosen *solubility* 11,3 %.

Hasil optimum *swelling power* diperoleh pada perlakuan pH 8 dan suhu pemanasan 65°C sebesar 29,3 g/g. Hasil optimum prosen *solubility* diperoleh pada perlakuan suhu pemanasan 65°C dengan pH 9 sebesar 26,4%. Hasil optimum % gugus karboksil diperoleh pada perlakuan pH 8 dengan suhu pemanasan 65°C sebesar 0,075%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik [BPS], (2013), Luas panen, produktivitas, produksi tanaman ubikayu seluruh provinsi. Jakarta : Badan Pusat Statistik
- Bhosale, R. and Singhal, R., (2006), *Process optimization for the synthesis of octenyl succinyl derivative of waxy corn and amaranth starches*. Carbohydr. Polym. 66: 521–527.
- Fatchuri, A dan Wijayatiningrum F. N., (2009), Modifikasi Cassava Strarch dengan Proses Oksidasi Sodium Hypochlorite untuk Industri Kertas
- Hasan, Iqbal, (2003), Pokok-pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensial). Jakarta: Bumi Aksara.
- Hui, R., Chen, Q.H., Fu, M. L., Xu Q. and He, G. Q., (2009), *Preparation and Properties of Octenyl Succinic Anhydride Modified Potato Starch*, Food Chem. 114: 81-86.
- Kainuma K, Odat T, Cuzuki S., (1987), Study of Starch Phosphates Monoesters. J. Technol, Soc. Starch 14: 24-28.
- Koswara. S., (2014), Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusumayanti, G. A. Dewi, Wiardani, Ni. Komang & Antarini, A.A Nanak, (2015), Pola Konsumsi Purin dan Kegemukan Sebagai Faktor Resiko Hiperurisemia pada Masyarakat Kota Densapar. Jurnal Skala Husada, 12, 27-31.
- Lebot, V., (2009), Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids. NewYork: Cabi North American Office.
- Made I, E., Nociantiri Putra. Ngengah Kencana, (2012), Karakteristik Sifat Fisika-Kimia Pati Talas Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) Termodifikasi Dengan Metode Asetilasi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
- Richana, N., (2013), Mengenai Potensi Ubi Kayu & Ubi Jalar. Nuansa Cendikia : Bandung.
- Rika, M., Bambang S. A., Achmad R. A., (2015), Kajian Karakteristik Fisik, Kimia, Fisikokimia dan Sensori Tepung Kentang Hitam (*Coleus tuberosus*) Termodifikasi Menggunakan Asam Laktat. Jurnal Teknologi Pangan, 4: 1-15
- Saputro, Mochamad Adi., Arizal Kurniawan, (2012), Modifikasi Pati Talas dengan Asetilasi Menggunakan Asam Asetat. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 1:258-263.
- Singh, S., (2005), *Effect of establishment methods and weed management practices on weeds and rice in rice wheat cropping system*. Indian J. Weed Sci. 37 (2): 524 - 527.
- Suriani, A. I., (2008), Mempelajari Pengaruh Pemanasan dan Pendinginan Berulang terhadap Karakteristik Sifat Fisik dan Fungsional Pati Garut (Marantha

- Arundinacea) Termodifikasi. FTP IPB Bogor.
- Teja, W, Sindi I., Ayucitra A., Setiawan, (2008), Karakteristik Pati Sagu dengan Metode Modifikasi Asetilasi dan Cross-Linking. Jurnal Teknik Kimia Indonesia vol 7 (3): 836-843.
- Wang, Y. J % Wang, L., (2003), *Physicochemical properties of common and waxy corn starch oxidized by different level of sodium hypochlorite. Carbohydrate Polymers*, 52, 207-217.