

KARAKTERISTIK PATI SAGU TERASETILASI

Rahmayuni, Faizah Hamzah, Vonny Setiaries Johan dan Hidayati

Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau
Alumni Jurusan Teknologi Pertanian FAKultas Pertanian Universitas Ria

ABSTRACT

Sago starch is now finding increasing application in various food products such as sago meals, noodles, sauce and edible film. Native sago starch exhibits relatively retrogradation resulting in the formation of a long cohesive gel with increased syneresis. In order to overcome drawbacks of native sago starch, chemical modifications can be carried out to improve its properties. Many types of chemical modifications have been applied to starches of various plant sources, such as acetylation method. Starch acetate was produced by acetylation method using acetate acid addition. The purpose of this research was to get the best reaction time from acetylation method. This research used the Complete Random Design (CRD) with three repetitions from five treatments that consist of SA1 (native sago starch), SA2 (reaction time 30 minutes), SA3 (reaction time 60 minutes), SA4 (reaction time 90 minutes) and SA5 (reaction time 120 minutes). The design response is used Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) the level 5%. The result showed that the acetylation method of starch acetate with different reaction time gave the significantly effect to the moisture content, ash content and acetyl groups. The best treatment in this research is reaction time 90 minutes.

Keywords: Sago starch, acetylation method, characteristics

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki keunggulan dalam keragaman sumber pati. Salah satu sumber pati yang berpotensi yaitu pohon sagu. Riau merupakan salah satu daerah penghasil pohon sagu terbesar di Indonesia. Hasil utama pohon sagu berupa pati yang diekstrak dari empulur batang. Penggunaan pati sagu secara alami masih memiliki beberapa keterbatasan untuk dapat diaplikasikan secara langsung pada produk, baik pangan maupun non pangan. Untuk memperluas sifat fungsional pati sagu, maka perlu dilakukan modifikasi pati. Modifikasi pati diharapkan dapat memperluas penggunaan pati dalam proses pengolahan pangan serta menghasilkan karakteristik produk pangan yang diinginkan.

Pati modifikasi yaitu pati yang mengalami perlakuan fisik, kimia ataupun enzimatis secara terkendali sehingga dapat mengubah satu atau lebih dari sifat asalnya. Modifikasi pati secara kimia dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya metode asetilasi. Modifikasi pati secara asetilasi dapat menghasilkan pati yang tahan terhadap retrogradasi dan suhu rendah tanpa mengubah penampilan fisik pati. Ningtyas (2010) menjelaskan bahwa proses modifikasi pati secara asetilasi membutuhkan biaya 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*. Yuliasih dkk. (2007) juga menjelaskan apabila pati alami digunakan untuk produk non pangan misalnya sebagai komponen plastik, maka sifat film hasil campuran pati dengan plastik sintetik menunjukkan tidak terjadinya kopolimerisasi diantara keduanya, melainkan campuran pati yang terperangkap dalam matrik plastik sintetik. Struktur yang demikian ini menyebabkan sifat fisik mekaniknya tidak optimal. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul "**Karakteristik Pati Sagu Modifikasi dengan Metode Asetilasi**".

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mendapatkan waktu asetilasi yang tepat untuk menghasilkan sifat fungsional pati sagu yang lebih baik dibandingkan pati sagu alami.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, pipet tetes, *magnetic stirrer*, spatula, pH meter, stopwatch, kertas saring, corong, loyang, dan oven. Bahan yang digunakan meliputi pati sagu, akuades, CH_3COOH 6%, NaOH 0,3 N, dan HCl 0,1 N.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari lima perlakuan, masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga ulangan sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar gugus asetil dan penilaian organoleptik. Adapun perlakuan dalam penelitian ini yaitu:

- SA1 : Pati sagu alami (tanpa modifikasi)
- SA2 : Pati sagu terasetilasi selama 30 menit
- SA3 : Pati sagu terasetilasi selama 60 menit
- SA4 : Pati sagu terasetilasi selama 90 menit
- SA5 : Pati sagu terasetilasi selama 120 menit

Analisis Data

Data yang diperoleh dari 6 (enam) parameter pengujian akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika F hitung lebih besar atau sama dengan F tabel maka analisis akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Pelaksanaan penelitian

Proses modifikasi pati sagu dengan metode asetilasi mengacu pada Teja dkk. (2008). Pati sagu sebanyak 150 gram dicampur dengan 450 ml akuades. Kemudian tambahkan 4,7 ml CH_3COOH 6 % ke dalam larutan pati sagu tersebut. Setelah itu, pH larutan diatur hingga 8 dengan menambahkan 1,5 ml NaOH 0,3 N disertai pengadukan. Larutan pati sagu tersebut didiamkan (sesuai perlakuan yaitu 30 menit; 60 menit; 90 menit; dan 120 menit), lalu tambahkan HCl 0,1 N sampai pHnya 6. *Slurry* pati kemudian difiltrasi dan endapannya dicuci dengan akuades sebanyak dua kali. Endapan pati tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 2 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Amilosa

Hasil pengamatan kadar amilosa pati sagu setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar amilosa pati sagu. Rata-rata kadar amilosa pati sagu yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan uji DNMRT pada taraf 5% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kadar amilosa pati sagu (%)

Perlakuan	Rata-rata
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	21,609 ^a
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	24,560 ^b
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	26,497 ^c
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	28,520 ^d
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	28,223 ^d

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar amilosa pati modifikasi asetilasi lebih besar dibandingkan dengan pati alami. Lamanya waktu asetilasi mempengaruhi kadar amilosa pati yang dihasilkan. Semakin lama waktu asetilasi maka semakin banyak rantai lurus yang terbentuk. Hal ini dikarenakan reaksi asetilasi memutuskan rantai cabang menjadi rantai lurus. Menurut Swasti (2004) bahwa molekul amilopektin pada pati modifikasi

mengalami degradasi sehingga dapat dikatakan menyerupai molekul amilosa. Pada saat dianalisis, molekul amilopektin hasil degradasi yang berupa molekul linier dan berbentuk helik ganda tersebut melakukan pengikatan dengan iod lebih baik dibandingkan sebelum modifikasi, sehingga terjadi peningkatan nilai absorbansinya. Peningkatan nilai absorbansi inilah yang menyebabkan peningkatan kadar amilosa pati. Laga (2006) dan Wulan dkk. (2007) juga menyatakan bahwa peningkatan kadar amilosa terjadi karena putusannya ikatan α -1,6 glikosidik pada amilopektin. Dengan demikian kadar amilosa pada pati meningkat sedangkan kadar amilopektin menurun, sehingga komposisi yang terdapat dalam pati juga berubah. Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar amilosa pati sagu berkisar antara 21,609% sampai 28,520%.

Kadar Air

Hasil pengamatan kadar air pati sagu setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh nyata terhadap kadar air pati sagu. Rata-rata kadar air pati sagu yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan uji DNMRT pada taraf 5% disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kadar air pati sagu (%)

Perlakuan	Rata-rata
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	16,639 ^b
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	10,061 ^a
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	10,062 ^a
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	9,890 ^a
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	9,908 ^a

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air pati sagu berkisar antara 9,890% sampai 16,639%. Proses asetilasi menyebabkan kadar air pati sagu lebih rendah dibandingkan dengan pati sagu alami. Lamanya waktu asetilasi tidak mempengaruhi kadar air pati sagu yang dihasilkan. Kadar air pati sagu alami berbeda nyata dengan kadar air pati sagu modifikasi. Rendahnya kadar air pada pati sagu modifikasi asetilasi dikarenakan tingginya kadar amilosa pada pati sagu modifikasi dibandingkan dengan pati sagu alami yang mengakibatkan menurunnya daya absorpsi air. Hal ini sejalan dengan pernyataan Suarni dan Nur (2008), bahwa kadar amilosa yang tinggi akan menurunkan daya absorpsi air dan kelarutan, sehingga pada saat pemanasan jumlah air yang terbuang lebih banyak yang mengakibatkan kadar air pati modifikasi menjadi rendah. Selain itu, pati sagu alami memiliki kadar amilopektin yang tinggi dari pada pati sagu modifikasi. Amilopektin bersifat hidrofilik sehingga pati sagu alami banyak menahan air saat pemanasan yang mengakibatkan kadar air pati sagu alami menjadi tinggi.

Swelling Power dan Kelarutan

Hasil pengamatan *swelling power* dan kelarutan pati sagu setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap *swelling power* dan kelarutan pati sagu. Rata-rata *swelling power* dan kelarutan pati sagu yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan uji DNMRT pada taraf 5% disajikan pada Tabel 3.

Pati sagu modifikasi memiliki *swelling power* lebih rendah dari pada pati sagu alami. Lamanya waktu asetilasi mempengaruhi besarnya *swelling power*. Semakin lama waktu asetilasi menyebabkan semakin banyak gugus asetil yang berikatan dengan molekul pati sehingga daya tarik antar molekul pati lebih kuat. Oleh karena semakin kuatnya daya tarik antar molekul pati mengakibatkan air sulit masuk ke dalam granula pati sehingga pati memiliki *swelling power* yang rendah. Berdasarkan data pada Tabel 3

menunjukkan bahwa *swelling power* pati sagu berkisar antara 7,633 g/g sampai 8,522 g/g.

Tabel 3. Rata-rata *swelling power* (g/g) dan kelarutan pati sagu (%)

Perlakuan	Rata-rata <i>swelling power</i> (g/g)	Rata-rata kelarutan (%)
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	8,522 ^c	14,675 ^c
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	8,257 ^b	14,385 ^b
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	7,845 ^a	14,148 ^a
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	7,633 ^a	13,976 ^a
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	7,684 ^a	14,069 ^a

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Penurunan *swelling power* pati sagu modifikasi seiring dengan penurunan kelarutannya. Proses asetilasi mengakibatkan gugus hidroksil yang bersifat hidrofilik akan digantikan dengan gugus asetil yang bersifat hidrofobik. Lamanya waktu asetilasi mempengaruhi distribusi gugus asetil yang menggantikan gugus hidroksil tersebut. Semakin lama waktu asetilasi maka semakin banyak gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh gugus asetil sehingga pati lebih bersifat hidrofobik. Berdasarkan data pada Tabel 3 bahwa kelarutan pati sagu berkisar antara 13,976% sampai 14,675%.

Kadar Abu

Hasil pengamatan kadar abu pati sagu setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh nyata terhadap kadar abu pati sagu. Rata-rata kadar abu pati sagu yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan uji DNMR pada taraf 5% disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kadar abu pati sagu (%)

Perlakuan	Rata-rata
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	0,088 ^a
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	0,144 ^b
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	0,190 ^c
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	0,237 ^d
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	0,239 ^d

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar abu pati sagu berkisar antara 0,088% sampai 0,239%. Pati alami memiliki kadar abu yang lebih rendah dibandingkan dengan pati modifikasi. Lamanya waktu asetilasi mempengaruhi kadar abu pada pati sagu. Semakin lama waktu asetilasi maka kadar abu pun semakin meningkat. Hal ini dikarenakan adanya buffer asetat pada proses modifikasi pati. Semakin lama waktu asetilasi maka semakin banyak gugus asetil yang berikatan dengan pati sehingga pada saat pembakaran gugus asetil ini tidak rusak. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hubber dan Be Miller (2000) dan Wulan dkk. (2007) bahwa granula pati modifikasi memiliki pori-pori di permukaan dan rongga internal dalam hilum, sehingga memberikan akses yang lebih terbuka ke bagian dalam granula. Dengan demikian akan mempermudah penyerapan buffer asetat ke dalam granula pati modifikasi sehingga meningkatkan kadar abu.

Kadar Gugus Asetil dan Derajat Substitusi

Hasil pengamatan kadar gugus asetil dan derajat substitusi pati sagu setelah dianalisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar gugus asetil dan nilai derajat substitusi pati sagu. Rata-rata kadar gugus asetil dan nilai derajat substitusi pati sagu yang dihasilkan setelah diuji lanjut dengan uji DNMR pada taraf 5% disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata kadar gugus asetil dan derajat substitusi pati sagu

Perlakuan	Rata-rata gugus asetil (%)	Rata-rata derajat substitusi
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	0,021 ^a	0,001 ^a
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	7,291 ^b	0,296 ^b
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	12,206 ^c	0,522 ^c
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	19,150 ^d	0,887 ^d
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	18,747 ^d	0,864 ^d

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

Kenaikan jumlah gugus asetil seiring dengan semakin lamanya waktu asetilasi. Semakin lama waktu kontak antara asam asetat dengan pati sagu menyebabkan melemahnya ikatan hidrogen pada pati sagu. Hal ini memberikan kesempatan yang lebih banyak untuk mensubstitusi gugus hidroksil oleh gugus asetil sehingga jumlah gugus asetil semakin meningkat. Terjadi peningkatan jumlah gugus asetil seiring dengan peningkatan derajat substitusinya. Derajat substitusi menunjukkan banyaknya gugus hidroksil yang tersubstitusi oleh gugus asetil.

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar gugus asetil pati sagu berkisar antara 0,021% sampai 19,150%. Dan untuk nilai derajat substitusinya berkisar antara 0,001 sampai 0,887. Menurut Breuning dkk. (2009) dalam Herawati (2010), standar mutu pati termodifikasi yang dipergunakan untuk bahan makanan di negara Thailand yang mengacu pada standar codex, FDA maupun yang dipergunakan di kalangan industri pati di negara Thailand memiliki kadar gugus asetil dibawah 2,5% (<2,5%). Oleh karena tingginya kadar gugus asetil pati sagu modifikasi asetilasi yang dihasilkan, maka penggunaan pati sagu modifikasi asetilasi lebih diarahkan untuk aplikasi pada produk non pangan, misalnya sebagai komponen plastik. Biasanya resin plastik berasal dari polimer sintetik yang berupa turunan hasil minyak bumi, seperti polietilen, polipropilen dan poli vinil klorida yang mempunyai sifat yang tidak dapat dikomposkan. Tetapi resin plastik yang berasal dari pati sagu hasil modifikasi asetilasi bersifat *biodegradable*. Semakin tinggi kadar gugus asetil dan derajat substitusinya, maka pembentukan film hasil campuran pati dengan plastik sintetik bersifat lebih transparan, lebih fleksibel dan lebih kuat dibandingkan dengan film dari pati alaminya.

Penilaian Organoleptik terhadap Parameter Warna

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh tidak nyata terhadap parameter warna. Rata-rata warna pati sagu yang dihasilkan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata warna pati sagu

Perlakuan	Rata-rata
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	2,567
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	2,833
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	2,900
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	2,933
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	2,967

Tabel 6 menunjukkan bahwa warna pati sagu memberikan penilaian berkisar antara sama baiknya dengan R dengan skor 2,567 sampai 2,967. Warna pati sagu modifikasi asetilasi berbeda tidak nyata dengan pati sagu alami. Dengan demikian penambahan asam asetat tidak mempengaruhi warna dari pati sagu modifikasi karena asam asetat tidak dapat berperan sebagai pemutih. Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Aini dan Hariyadi (2007) pada modifikasi pati jagung secara oksidasi dengan menggunakan natrium hipoklorit. Penggunaan natrium hipoklorit pada proses modifikasi kimia pati akan memberikan efek memutihkan pada produk pati yang dihasilkan karena natrium hipoklorit merupakan oksidator yang dapat berperan sebagai

pemutih. Sehingga warna pati sagu modifikasi asetat hampir sama dengan warna pati sagu alami yaitu putih kecoklatan.

Penilaian Organoleptik terhadap Parameter Bau

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan modifikasi secara asetilasi berpengaruh tidak nyata terhadap parameter bau. Rata-rata bau pati sagu yang dihasilkan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata bau pati sagu

Perlakuan	Rata-rata
SA1 (Pati sagu alami/tanpa modifikasi)	2,533
SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit)	2,733
SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit)	2,833
SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit)	2,767
SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)	2,800

Tabel 7 menunjukkan bahwa bau pati sagu memberikan penilaian berkisar antara sama baiknya dengan R dengan skor 2,533 sampai 2,833. Bau pati sagu modifikasi asetilasi berbeda tidak nyata dengan pati sagu alami. Dengan demikian perlakuan asetilasi tidak menyebabkan terjadinya perubahan bau pati sagu. Hal ini dikarenakan bahwa penggunaan asam asetat pada pati sagu modifikasi tidak merubah bau dari pati sagu alami yaitu normal (bebas dari bau asing).

Penampakan keseluruhan pati sagu untuk semua perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. a. SA1 (Pati sagu alami); b. SA2 (Pati sagu terasetilasi selama 30 menit); c. SA3 (Pati sagu terasetilasi selama 60 menit); d. SA4 (Pati sagu terasetilasi selama 90 menit); e. SA5 (Pati sagu terasetilasi selama 120 menit)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan waktu asetilasi berpengaruh nyata terhadap kadar amilosa, kadar air, *swelling power* dan kelarutan pati, kadar abu, serta kadar gugus asetil dan derajat substitusi tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap mutu organoleptik seperti warna, bau, dan tekstur pati sagu. Pati sagu yang dimodifikasi dengan metode asetilasi selama 90 menit merupakan perlakuan terbaik karena dapat menghasilkan pati dengan kadar gugus asetil dan derajat substitusi yang tinggi pada waktu yang lebih efisien.

Saran

Perlu dilaksanakan penelitian lanjutan untuk menurunkan kadar gugus asetil dibawah 2,5% (<2,5%) agar dapat diaplikasikan pada produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. dan P. Hariyadi. 2007. Pasta pati jagung putih *waxy* dan *non-waxy* yang dimodifikasi secara oksidasi dan asetilasi-oksidasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 12 No. 2.
- Herawati, H. 2010. Standarisasi Pati Termodifikasi untuk Produk Pangan. Prosiding PPI Standardisasi Jakarta, 11 November 2010.
- Huber, K. C. dan J. N. Be Miller. 2000. *Channels of maize and sorghum starch granules*. *Carbohydrate Polymers* Vol. 41.
- Laga, A. 2006. Pengembangan Pati Termodifikasi dari Substrat Tapioka dengan Optimalisasi Pemotongan Rantai Cabang Menggunakan Enzim Pullulanase. Prosiding Seminar Nasional PATPI. Yogyakarta.
- Ningtyas, N. P. A. 2010. Karakteristik sifat fisikokimia pati jagung termodifikasi dengan proses asetilasi. Skripsi Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.
- Setyaningsih, D.,A. Apriyantono dan M. P. Sari. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press. Bogor.
- Suarni dan R. Nur. 2008. Teknologi Pengolahan Jagung. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Swasti, Y. R. 2004. Pengaruh variasi proses *heat moisture treatment* terhadap karakteristik pati sagu dan sohnya. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Teja, A., I. Sindi, A. Ayucitra, Laurentia dan K. Setiawan. 2008. Karakteristik pati sagu dengan metode modifikasi asetilasi dan *cross-linking*. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* Vol. 7 No. 3.
- Wulan, N. S., Widyarningsih, T. D., dan Ekasari, D. 2007. Modifikasi pati alami dan pati hasil pemutusan rantai cabang dengan perlakuan fisik/kimia untuk meningkatkan kadar pati resisten pada pati beras. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 8 No. 2.