

EFEK pH DAN KONSENTRASI BUTIRAT ANHIDRIDA SELAMA BUTIRILISASI PATI GARUT

Effect of pH and Butyric Anhydride Concentration during Butyrylation of Arrowroot Starch

Damat¹, Haryadi², Y. Marsono², Muhammad Nur Cahyanto²

ABSTRAK

Pati garut, sebagaimana jenis pati alami lainnya diketahui memiliki kelemahan sifat fisik dan kimia yang menyebabkan penggunaan pati garut pada industri pangan relatif terbatas. Untuk itu maka perlu dilakukan perbaikan sifat fisik dan kimianya dengan cara melakukan modifikasi pati garut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pengaruh pH dispersi (8, 10 dan 12) dan konsentrasi butirat anhidrida (5, 10, 15, 20 dan 25 %) pada proses butirilisasi pati garut. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik pati-garut butirat, yang meliputi persen butiril, derajat substitusi, daya mengembang, kelarutan, sifat amilografi dan kejernihan pasta pati-garut butirat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa butirilisasi maksimum dicapai pada pH 10 dengan konsentrasi butirat anhidrida 20 %. Pati butirat derajat substitusi yang tinggi memiliki kejernihan pasta, daya mengembang yang lebih tinggi dan viskositas yang lebih stabil, sedangkan kelarutan lebih rendah.

Kata kunci: *Pati garut butirat, butirilisasi, efek pH, derajat substitusi*

ABSTRACT

Several characteristics of native starch have limited utilizations. Chemical modification improves the physical, chemical, and functional properties of starch and therefore it extends the utilization. The aim of this research was to investigate the effect of the dispersion of pH (8, 10 and 12) and butyrate anhydride concentration (5, 10, 15, 20 and 25 %) on the butyrylation process of arrowroot starch. The modified (butyrate) starch was analyzed for its butyryl group, degree of substitution (DS), swelling power, solubility, amylography, and transmittance. The result indicated that the maximum butyrylation was achieved at pH 10 and addition of 20 % butyrate anhydride. The higher DS resulted in more transparent starch paste, the more stable viscosity and the higher swelling power.

Keywords: *butyrate arrowroot starch, butyrylation, pH effect, degree of substitution*

PENDAHULUAN

Umbi garut (*Marantha arundinacea* Linn) yang tumbuh di wilayah iklim tropis, memiliki potensi yang besar sebagai bahan pangan. Produksi umbi garut berkisar antara 7,5 – 45 ton per hektar atau setara dengan 1,3 – 7,8 ton pati per hektar (Rukmana, 2000). Pemanfaatan pati garut masih terbuka. Untuk lebih meningkatkan nilai pati, antara lain dapat dilakukan dengan cara modifikasi kimia pati.

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan 4 cara, yaitu (i) modifikasi secara fisik (pregelatinisasi), (ii) modifikasi secara kimiawi (modifikasi asam, oksidasi, eterifikasi, esterifikasi,

dan *crosslinking*, (iii) modifikasi secara enzimatis dan (iv) kombinasi dari cara tersebut di atas. Modifikasi pati secara kimiawi merupakan salah satu proses modifikasi yang hingga saat ini banyak digunakan. Salah satu proses modifikasi secara kimia adalah esterifikasi. Walaupun penelitian tentang esterifikasi pati sudah cukup lama dilakukan akan tetapi penelitian tentang esterifikasi pati garut dengan butirat anhidrida hingga saat ini belum pernah dilakukan. Selain itu pemilihan modifikasi dengan cara esterifikasi dilakukan dengan tujuan agar pati-garut butirat yang diperoleh dapat

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang. Email: damatum@yahoo.co.id

²Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

memberikan efek fisiologis yang menguntungkan, yaitu peningkatan konsentrasi butirir di dalam kolon. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa butirir dapat menghambat terjadinya kanker kolon.

Esterifikasi untuk mendapatkan pati asetat dan pati oktenil suksinat dapat dilakukan dengan mereaksikan pati tapioka masing-masing dengan asetat anhidrida (Haryadi dan Kapti Rahayu Kuswanto, 1997) dan oktenil suksinat anhidrida (Bao dkk., 2003). Oleh sebab itu sangat mungkin sintesis pati butirir dilakukan dengan menggunakan butirir anhidrida, dan dengan demikian penelitian kearah tersebut menarik untuk dilakukan.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia, termasuk esterifikasi pati (Clark, 2002; Xu dkk., 2004), antara lain (i) konsentrasi reaktan, (ii) pH, (iii) lama reaksi, (iv) suhu dan (v) jenis pati. Namun demikian setiap jenis pati memberikan respon yang berbeda-beda. Pada penelitian ini dikaji hubungan antara konsentrasi butirir anhidrida dan pH dispersi terhadap persentase butirir dan derajat substitusi (DS, *degree of substitution*) pati-garut butirir dan kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi pati tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektifitas pH dan konsentrasi butirir anhidrida pada proses sintesis pati-garut butirir dan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pati butirir yang dihasilkan. Untuk mengetahui karakteristik pati butirir maka dilakukan analisis viskositas, kelarutan, daya mengembang dan tingkat kejernihannya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati garut dibuat dari umbi garut yang diperoleh dari Desa Summersuko, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan adalah butirir anhidrida, NaOH, HCl, KOH, dan indikator phenolptalin diperoleh dari Merck.

Sintesis Pati-Garut Butirir

Sintesis pati-garut butirir dilakukan dengan memodifikasi metode yang telah dikembangkan oleh Annison dkk., (2003). Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini ada dua faktor, yaitu pH (8, 10 dan 12) dan konsentrasi butirir anhidrida (5, 10, 15, 20 dan 25 % v/w). Adapun proses sintesis pati-garut butirir sebagai berikut. Sebanyak 100 g pati garut didispersikan ke dalam 225 ml air suling dan kemudian diaduk selama 60 menit pada suhu 25 °C. Selanjutnya ke dalam suspensi tersebut ditambahkan larutan NaOH 3,0 % sampai pH-nya sesuai dengan perlakuan (8, 10 dan 12). Asam butirir anhidrida ditambahkan sesuai dengan perlakuannya

(5, 10, 15, 20 dan 25 %). Pada saat penambahan asam butirir anhidrida, pH disesuaikan dengan perlakuan melalui cara menambahkan larutan NaOH 3 %. Setelah penambahan asam butirir anhidrida berakhir, agar terjadi reaksi esterifikasi sebagaimana yang diharapkan, suspensi tersebut dibiarkan selama 20 menit. Selanjutnya pH suspensi tersebut diturunkan sampai 4,5 dengan menggunakan larutan HCl 0,5 N. Setelah terjadi endapan, dilakukan pencucian untuk membebaskan residu asam. Pencucian dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan aquades (pencucian pertama dan kedua), dan menggunakan etanol (pencucian ketiga), sedangkan pemisahan antara padatan dan supernatan dilakukan dengan menggunakan sentrifuse. Padatan yang diperoleh dikeringkan dengan oven pada suhu 45 °C selama 16 jam.

Prosedur Analisis

Persentase butirir ditentukan dengan menggunakan metode titrasi (Singh dkk., 2004). Sebanyak 1 gram pati butirir dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan kemudian ditambah dengan 50 ml etanol 75 %. Suspensi pati dipanaskan pada suhu 50 °C di dalam waterbath selama 30 menit dan kemudian didinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin ke dalam suspensi pati ditambahkan 40 ml larutan KOH 0,5 N dan kemudian digoyang dengan menggunakan shaker selama 30 menit. Setelah di-shaker, kelebihan alkali dititrasi dengan menggunakan larutan HCl 0,5 N dan dengan menggunakan phenolphthalein sebagai indikator. Persentase butirir dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Butiril} = \frac{([\text{Blanko} - \text{Sampel}] \text{ ml} \times M \text{ HCl} \times 0,071 \times 100)}{\text{Berat kering sampel (g)}}$$

HCl yang digunakan untuk titrasi blanko dan sampel dalam ml HCl, sedangkan sampel dalam berat kering (gram). Untuk menghitung DS digunakan rumus:

$$DS = \frac{(162 \times \% \text{ Butiril})}{(7100 - [70 \times \% \text{ Butiril}])}$$

Sifat amilografi pati ditentukan dengan menggunakan metode Lawal dkk. (2004). Sebanyak 8 % pasta pati (36 gram pati, *dry basis* dalam 450 ml air) dimasukkan ke dalam *Brabender viscoamylograph* tipe 801203 W.G. Pasta pati dipanaskan pada suhu 30 – 95 °C, dan dipertahankan pada suhu tersebut selama 30 menit, dan kemudian diturunkan suhunya menjadi 50 °C. Viskositas diukur pada kecepatan perputaran konstan (75 rpm), dengan kecepatan pemanasan sama dengan kecepatan pendinginan, yaitu 1,5 °C/menit, pada rentangan tahap gelatinisasi, *holding*, dan pendinginan. Suhu *pasting* (T_v), viskositas puncak (P_v), *hot paste viscosity* (H_v), *cold paste viscosity* (C_v), stabilitas (ST) dan nilai *setback* (SB) dicatat.

Kelarutan dan daya mengembang (*swelling power*) dianalisis dengan menggunakan metode Lawal dkk. (2004). Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam tabung tes kering dan kemudian ditimbang (W_1). Pati tersebut kemudian didispersikan di dalam 50 ml air destilat dengan menggunakan blender/vortek. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu masing-masing 85 °C selama 30 menit di dalam water bath. Campuran tersebut selanjutnya didinginkan sampai dengan suhu 30 ± 2 °C dan kemudian di sentrifus pada 5000 rpm selama 15 menit.

Sebanyak 5 ml dari supernatan tersebut dimasukkan ke dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya dan kemudian dikeringkan pada suhu 100 °C sampai beratnya konstan. Residu yang diperoleh setelah pengeringan supernatan menunjukkan jumlah pati yang larut di dalam air. Kelarutan dihitung sebagai gram per 100 gram pati (*dry basis*).

Residu yang diperoleh dari hasil sentrifuse dengan air yang tersisa di dalamnya ditimbang dengan cara dipindahkan ke dalam tabung tes kering yang digunakan diawal analisis dan kemudian ditimbang (W_2).

$$Swelling\ pati = [(W_2 - W_1) / \text{berat sampel}] \times 100\%$$

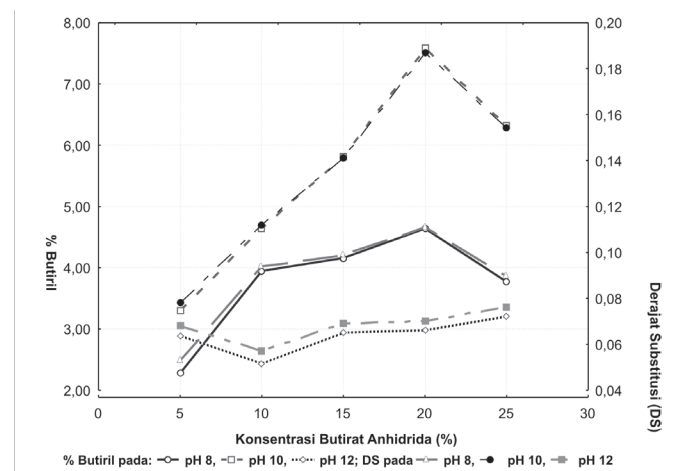
HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase butiril dan derajat substitusi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa tidak terdapat interaksi antara pH dispersi dengan konsentrasi butirat anhidrida terhadap persentase butiril pati-garut butirat, akan tetapi terdapat interaksi terhadap derajat substitusi pati-garut butirat. Perlakuan pH dispersi dan konsentrasi butirat anhidrida berpengaruh sangat nyata terhadap persentase butiril pati garut butirat ($\alpha = 5\%$).

Pada kombinasi perlakuan pH 10 dan dengan konsentrasi butirat anhidrida 20%, persentase butiril pati garut butirat mencapai 7,59 % dan derajat substitusi mencapai 0,187; lebih besar bila dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya (Gambar 1). Hal ini menunjukkan pada pH 10 molekul pati garut menjadi sangat reaktif dan cenderung untuk mengembang sehingga gugus OH mudah terlepas dari molekul pati. Dengan demikian maka proses esterifikasi lebih mudah berlangsung dan menghasilkan persentase butiril dan derajat substitusi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pada pH 8 atau 12. Pada pH 12 pati-garut butirat yang terbentuk mudah mengalami hidrolisis, sedangkan apabila pada pH 8 tidak cukup untuk mengaktifkan gugus OH yang terdapat pada molekul pati garut.

Persentase butiril dan derajat substitusi pati-garut butirat meningkat dengan makin meningkatnya konsentrasi butirat



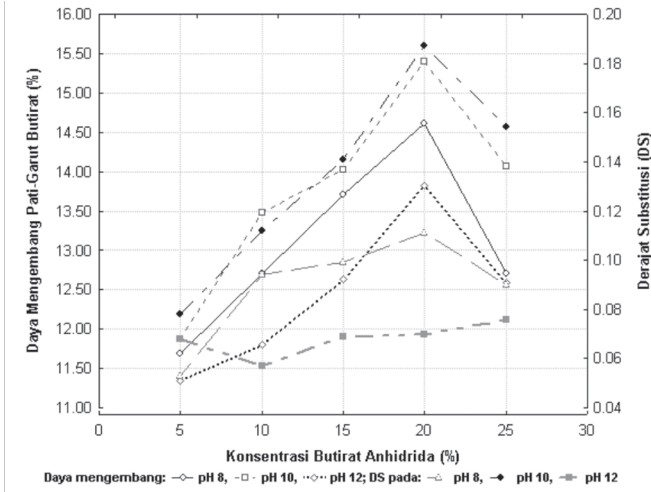
Gambar 1. Butiril (%) dan DS pati-garut butirat hasil sintesis dengan konsentrasi butirat anhidrida yang berbeda

anhidrida sampai 20 % (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa sampai dengan konsentrasi 20 % terjadi peningkatan kecepatan reaksi yang disebabkan karena benturan antar partikel. Menurut Clark (2002), bahwa berdasarkan teori *collision*, apabila frekuensi terjadinya benturan antara partikel meningkat, maka akan meningkatkan kecepatan reaksi. Menurut Khalil dkk. (1995) dalam Xu dkk. (2004), bahwa proses difusi dan absorpsi gugus fungsional ke dalam molekul pati tidak bersifat linier, akan tetapi bersifat nonlinier. Hal ini disebabkan karena dengan makin lama reaksi berlangsung, reaktivitas gugus fungsional pada molekul pati akan menurun, sehingga kecepatan reaksi juga menurun. Pada konsentrasi butirat anhidrida 25 % persentase butiril dan derajat substitusi menurun masing-masing sebesar 6,32 % dan 0,154. Hal ini disebabkan karena telah terjadi reaksi samping, yaitu reaksi antara natrium hidroksida dengan butirat anhidrida dan membentuk natrium butirat, sehingga menurunkan persentase butiril dan derajat substitusi.

Daya Mengembang dan Kelarutan Pati-Garut Butirat

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa tidak terdapat interaksi antara pH dispersi dengan konsentrasi butirat anhidrida terhadap daya mengembang dan kelarutan pati-garut butirat. Perlakuan pH dispersi tidak berpengaruh nyata terhadap daya mengembang, akan tetapi berpengaruh nyata terhadap kelarutan pati-garut butirat. Konsentrasi butirat anhidrida berpengaruh nyata terhadap daya mengembang dan kelarutan pati-garut butirat ($\alpha = 5\%$).

Daya mengembang pati-garut butirat cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi butirat anhidrida (Gambar 2). Perlakuan asetilasi bisa meningkatkan daya kembang pati, ini disebabkan oleh adanya keberadaan kelompok substitusi hidrofilik yang mempertahankan kadar



Gambar 2. Daya mengembang (%) dan DS pati-garut butirat hasil sintesis dengan konsentrasi butirat anhidrida yang berbeda

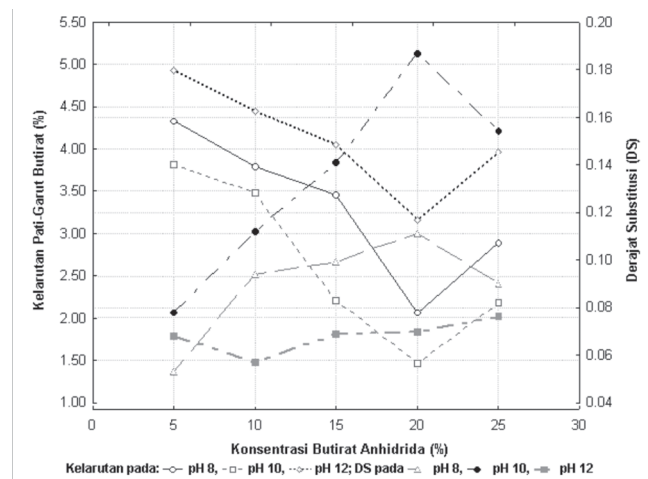
airnya (Betancur dkk., 1997). Menurut Zaenal dkk. (2005), esterifikasi secara nyata meningkatkan daya mengembang dan kelarutan pati alami, dan meningkatnya DS secara umum juga akan meningkatkan nilai tersebut. Pengikatan gugus karboksimetil pada struktur granula pati juga akan menyebabkan melemahnya struktur granula pati yang disebabkan gaya tolak menolak diantara gugus yang berdekatan, sehingga akan menghambat interaksi antar rantai. Sedangkan menurut Cereda (2003), esterifikasi cenderung akan menyebabkan melemahkan gaya asosiasi sebagai akibat tereduksinya radikal gugus hidroksil sehingga akan meningkatkan daya mengembang pati termodifikasi.

Daya mengembang ditentukan oleh kandungan amilosa dan ukuran granula pati, makin tinggi kadar amilosa dan ukuran granula yang besar dapat meningkatkan daya mengembang (Wattanachant dkk., 2002). Daya mengembang menunjukkan seberapa besar granula pati dapat mengembang yang ditunjukkan dengan pertambahan berat karena adanya penyerapan air oleh granula pati. Granula pati akan mengembang dengan adanya suhu tinggi pada kondisi cukup air. Saat kondisi tersebut dilanjutkan granula pati akan pecah dan amilosa akan terdispersi keluar dan larut ke dalam larutan. Kemampuan untuk larut tersebut menunjukkan daya larut pati.

Peningkatan DS akan meningkatkan daya mengembang pati. Peningkatan tersebut disebabkan substitusi gugus hidroksil oleh gugus butiril sehingga melemahkan kekuatan ikatan hidrogen antara molekul-molekul pati. Betancur dkk. (1997) mengemukakan bahwa substitusi gugus asetil memfasilitasi akses air masuk ke dalam daerah amorf dengan melemahkan kekuatan ikatan hidrogen antara molekul-molekul pati dan dapat menahan molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen pada granula pati.

Gugus asetil yang terikat pada molekul pati mengakibatkan terjadinya interaksi sterik dimana molekul amilosa tidak bebas untuk saling bergabung atau berikatan, sehingga kekompakan granula menjadi berkurang karena kekuatan ikatan hidrogen intermolekul melemah. Lemahnya ikatan hidrogen pada molekul pati menyebabkan granula pati mudah menyerap air, sehingga daya mengembang meningkat. Ikatan hidrogen intra dan intermolekul yang terbentuk berperan dalam menentukan banyaknya daerah kristalin yang ada dan daya mengembang. Makin banyak gugus yang tersubstitusi, ikatan hidrogen yang terbentuk makin sedikit, sehingga struktur kristalin makin menghilang menjadi amorf (Xu dkk., 2004). Hasil yang sama juga didapat oleh Singh dkk. (2004) bahwa perlakuan asetilasi meningkatkan daya mengembang pati kentang dan jagung. Ini bisa terjadi karena adanya gugus substituen yang mampu menahan air. Daya mengembang pada pati *jack bean* asetil juga menunjukkan hal yang sama (Lawal dkk., 2005).

Gambar 3 menunjukkan bahwa pati-garut butirat hasil sintesis dengan konsentrasi butirat anhidrida 20% pada pH dispersi 10 memiliki kelarutan 1,47%, lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena pati-garut hasil sintesis dengan konsentrasi butirat anhidrida 20% pada pH suspensi 10 memiliki DS 0,187, lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Peningkatan nilai DS menyebabkan penurunan daya larut pati-garut butirat. Hasil ini berkebalikan dengan yang diperoleh Betancur dkk. (1997) dan Said (2005) pada pati asetat, bahwa adanya substitusi gugus asetil makin meningkatkan daya larut pati dan daya mengembang berbanding lurus dengan daya larut granula pati. Penurunan daya larut pati garut butirat seiring dengan peningkatan nilai DS dapat diakibatkan oleh perubahan sifat pati yang semula hidrofilik menjadi hidrofobik.



Gambar 3. Kelarutan dan DS pati-garut butirat hasil sintesis dengan konsentrasi butirat anhidrida yang berbeda

DS yang meningkat dapat menyebabkan granula pati lebih bersifat hidrofobik. Hidrofobisitas pati meningkat dengan peningkatan panjang rantai karbon dan DS (Xu dkk., 2004). Di samping itu, penurunan kelarutan pati garut butirir dengan derajat substitusi yang lebih tinggi diduga karena terjadi kompleks antara amilosa dengan gugus substituen dengan ikatan yang sangat kuat, sehingga menyebabkan terjadi pemerangkapan molekul air di dalam molekul pati yang mengakibatkan daya mengembang meningkat (Thirathumthavorn dan Charoenrein, 2006) dan mencegah molekul amilosa untuk terlarut dalam sistem yang menyebabkan daya larut pati menurun.

Hasil yang serupa juga dilaporkan untuk pati sukun (Adebowale dkk., 2005) dan pati *sword bean* (Adebowale dkk., 2006). Menurut Lawal dkk. (2004) pati yang diasetilasi menurunkan kelarutan dibandingkan dengan pati alami. Yadav dkk. (2006) menambahkan bahwa pati kentang dan ubi manis asetil daya larutnya lebih rendah dari pati aslinya, kemungkinan hal ini disebabkan oleh adanya ikatan asosiatif yang lebih kuat. Karakteristik kelarutan pati asetil tergantung pada derajat substitusi dan polimerisasi.

Amilografi Pati-Garut Butirir

Gambar 4 menunjukkan bahwa sifat pasta dari pati garut alami dan pati-garut butirir. Viskositas puncak pasta pati garut alami sebesar 5.043 cps, lebih tinggi bila dibandingkan dengan pati-garut butirir, yaitu masing-masing sebedar 4.614 cps (DS= 0,053), 3.891 cps (DS= 0,120) dan 2.131 (DS= 0,187). Viskositas puncak tertinggi menunjukkan bahwa granula pati telah mengembang secara sempurna. Selain itu juga disebabkan karena pati-alami memiliki berat molekul yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pati-garut butirir.

Viskositas pati-garut butirir hasil sintesis konsentrasi butirir anhidrida 20 % dan dengan pH dispersi 10 sebesar

juga lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya masing-masing sebesar 2912 dan 1752 Cps (Gambar 4). DS pati butirir dari hasil sintesis dengan perlakuan konsentrasi butirir anhidrida 20% dan dengan pH dispersi 10 juga lebih tinggi bila dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya, yaitu sebesar 0,187. Hal ini menunjukkan bahwa viskositas pati butirir dipengaruhi oleh besarnya DS.

Makin tinggi nilai DS, viskositasnya cenderung akan makin rendah. Hal tersebut dikarenakan makin banyak gugus yang tersubstitusi oleh gugus butirir pada molekul pati menyebabkan integritas struktur pati melemah, granula menjadi pecah dan selanjutnya viskositas dan stabilitas pasta menurun. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada pati sagu (Said, 2005).

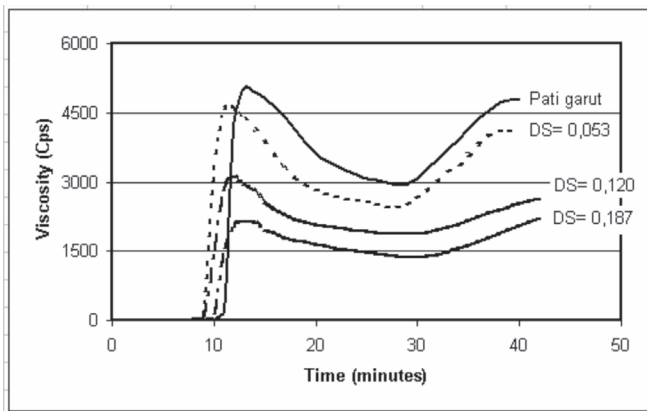
Substitusi gugus hidroksil oleh gugus butirir melemahkan kekuatan ikatan hidrogen antara molekul-molekul pati. Gugus butirir yang tersubstitusi pada molekul pati mengakibatkan terjadinya interaksi sterik dimana molekul-molekul amilosa tidak bebas untuk saling berinteraksi, sehingga kekompakan granula menjadi berkurang karena kekuatan ikatan hidrogen intermolekul melemah dan selanjutnya akan menurunkan viskositas pasta pati butirir. Gugus asetat yang teresterifikasi menggantikan gugus hidroksil membatasi pembentukan kekuatan mengikat air dan dapat menyebabkan penurunan viskositas. Hal yang serupa juga dilaporkan untuk pati bambarra asetat dan pati sukun asetat (Lawal dkk., 2004).

Tingkat Kejernihan Pasta Pati Butirir

Pati butirir hasil sintesis dengan pH dispersi 10 dan dengan konsentrasi butirir anhidrida 20% menunjukkan tingkat kejernihan sebesar 20,17 %, lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi pati dapat meningkatkan tingkat kejernihan pasta pati garut. Peningkatan kejernihan pasta pati garut dibandingkan dengan pasta pati alaminya diduga akibat substitusi gugus butirir cenderung meregangkan ikatan antara molekul dan mencegah untuk saling berdekatan menghasilkan pasta pati dengan tingkat kejernihan tinggi. Hasil serupa ditunjukkan pada pasta pati sagu asetil (Said, 2005), pati jagung dan kentang asetilasi (Singh dkk., 2004).

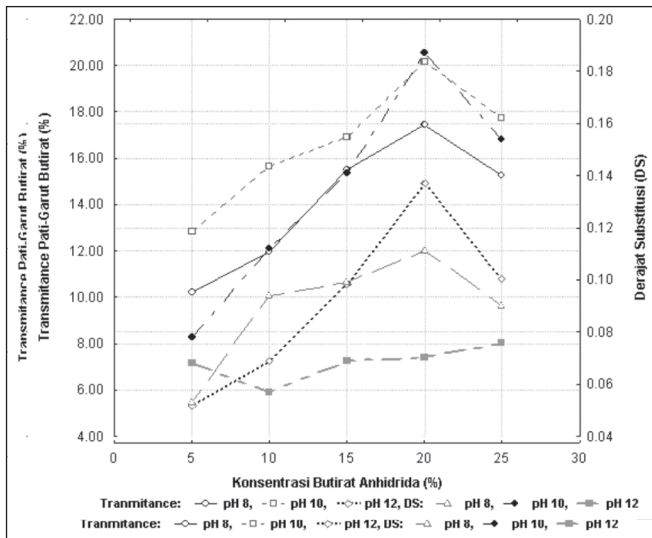
Betancur dkk. (1997) menyatakan bahwa meningkatnya kejernihan pasta pati disebabkan karena masuknya gugus substituen menggantikan gugus hidroksil pada molekul pati mampu menahan molekul air untuk membentuk ikatan hidrogen pada granula pati dan mengakibatkan pasta pati menjadi jernih. Gugus butirir diduga dapat menghambat terjadinya retrogradasi, yakni bergabungnya kembali molekul-molekul amilosa, yang sangat berpengaruh pada kejernihan pasta pati.

Tingkat kejernihan pasta pati garut diukur pada hari ke-1 dan hari ke-5 (setelah masa penyimpanan pada suhu



Gambar 4. Sifat amilografi pati-garut butirir dengan derajat substitusi yang berbeda

4 °C) untuk mengetahui kestabilan pati pada suhu rendah. Berdasarkan hasil pengukuran kejernihan pasta terlihat bahwa modifikasi pati dengan butirir anhidrida mampu mencegah kecenderungan pati untuk retrogradasi. Menurut Singh dkk. (2004) bahwa asetilasi meningkatkan daya mengembang, sehingga tingkat kejernihan meningkat dan laju retrogradasi dihambat yang menyebabkan persentase transmitansi tetap tinggi.



Gambar 5. Transmittance dan DS pati-garut butirir hasil sintesis dengan konsentrasi butirir anhidrida yang berbeda

KESIMPULAN

Persentase butirir dan derajat substitusi maksimum dicapai pada pH dispersi 10 dan dengan konsentrasi butirir anhidrida 20%, dengan nilai masing-masing sebesar 5,25 % dan 0,187. Karakteristik fisik dan kimia pati butirir dipengaruhi oleh besarnya DS. Pati butirir DS yang tinggi memiliki kejernihan (*transmittance*, %) pasta, daya mengembang mengembang (*swelling power*) yang lebih tinggi, sedangkan kelarutan, dan viskositasnya yang lebih rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada DP2M, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional atas bantuan pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adebowale, K.O., Olu-Owolabi, B.I., Olawumi, E.K. dan Lawal, O.S. (2005). Functional properties of native, physically and chemically modified breadfruit

(*Artocarpus artilis*) starch. *Journal of Industrial Crops and Products* **21**: 343–351.

Annison, G., Illman, R.J. dan. Topping, D.L. (2003). Acetylated, propionylated or butyrylated starches raise large bowel short-chain fatty acids preferentially when fed to rats. *Journal of Nutrition* **133**: 3523-3528.

Bentancur, A.D., Chel, G.L. dan Canixares, H.E. (1997). Acetylation and characterization of *Canavalia ensiformis* starch. *Journal of Agricultural Food Chemistry* **45**: 378-382.

Cereda, M.P., Vilpoux, O. and Demiate, I.M. (2003). Modified starch. *Dalam: Book 3- Technology, use and potentialities of Latin American starchy tubers*. CPC International: Milho Basil.

Clark, J. (2002). Factors influencing rate of reaction. <http://www.chemguide.co.uk/physical/basicrates/arrhenius.html#top>.

Haryadi (2003). Amylolytic degradation sites of hydroxypropyl starch. *Proceedings Starch Update 2003*, 12 – 20 July 2003, Pattaya, Thailand.

Lawal, O.S., Adebowale, K.O. dan Oderinde, R.A. (2004). Functional properties of amylopectin and amylase fractions isolated from bambarra groundnut (*Voandzeia subterranean*) starch. *African Journal of Biotechnology* **3**: 399-404.

Rukmana, R. (2000). *Garut, Budidaya dan Pasca Panen*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Said, M. (2005). *Pembuatan dan Karakterisasi Pati Sagu Asetil Pada Eible Film Yang Dihasilkan*. Thesis Magister, Sekolah Pasca Sarjana UGM.

Singh, N., Chawla, D. dan Singh, J. (2004). Influence of acetic anhidrida on physicochemical, morphological and thermal properties of corn and potato starch. *Food Chemistry* **86**: 601-608.

Thirathumthavorn, D. dan Charoenrein, S. (2006). Thermal and pasting properties of native and acid-treated starches derivatized by 1-octenyl succinic anhydride. *Carbohydrate Polymer* **66**: 258-265.

Wattanachant, S., Muhammad, S.K.S., Hashim, D.M. and Abd. Rahman, R. (2002). Effect of crosslinking reagent and hydroxypropylation levels on dua-modified sago starch properties. *Food Chemistry* **80**:463-471.

Xu, Y., Miladinov, V. dan Hanna, M.A. (2004). Synthesis and characterization of starch acetates with high substitution. *Cereal Chemistry* **81**: 735-740.

Yadav, A.R., Mahadevamma, S., Tharanathan, R.N. dan Ramteke, R.S. (2006). Characteristics of acetylated and enzyme-modified potato and sweet potato flours. *Food Chemistry*. doi:10.1016/j.foodchem.2006.10.012.

Zaenal A., Fadzlina, N., Karim, A. A dan Teng, T.T. (2005). Physicochemical properties of carboxy-methylated sago (*Metroxylan sagu*) starch. *Journal of Food Science* **70**, Nr.9: C560-567.