

PASTA PATI JAGUNG PUTIH *WAXY* DAN *NON-WAXY* YANG DIMODIFIKASI SECARA OKSIDASI DAN ASETILASI-OKSIDASI

Nur Aini¹⁾, Purwiyatno Hariyadi²⁾

ABSTRACT

PASTA OF MODIFIED *WAXY* AND *NON-WAXY* WHITE CORN STARCH BY OXIDATION AND ACETYLTATION-OXIDATION

Modification of corn starch will give different effects depending on the corn variety. Gel forming capacity increased with increase in concentration of the samples and least gel concentration was maximal in higher amylose starch. Initial pasting temperature of native starch reduced from following oxidation and acetylation. Among the samples, the highest pasting temperature was recorded in native and values for peak viscosity during heating. The modified starch has better stability than native starch and lower tendency for syneresis and improve the freeze thaw stability.

Keywords: white corn starch, oxidation, acetylation-oxidation, corn variety

ABSTRAK

Modifikasi pati jagung memberikan pengaruh yang berbeda bergantung pada varietas jagung. Kapasitas pembentukan gel meningkat dengan meningkatnya konsentrasi sampel dan pati jagung dengan kadar amilosa lebih tinggi mempunyai nilai tertinggi pada konsentrasi terkecil pembentukan gel. Oksidasi dan asetilasi menurunkan suhu awal pembentukan gel. Sampel pati alami mempunyai suhu pembentukan pasta dan viskositas puncak tertinggi di antara sampel yang lain. Pati termodifikasi mempunyai stabilitas lebih baik daripada pati alami dan menurunkan kecenderungan sineresis serta memperbaiki stabilitas *freeze thaw*.

Kata kunci: pati jagung putih, oksidasi, asetilasi-oksidasi, varietas jagung

PENDAHULUAN

Sifat fisik pati secara alami dan adanya koloid yang dihasilkan pada pati selama pemanasan membatasi penggunaan pati pada skala komersial.

Pengendalian sifat-sifat pati merupakan salah satu faktor penting dalam fungsionalitas pati, yang terutama dapat dicapai dengan modifikasi kimia pati ketika berada dalam bentuk granula. Dengan modifikasi ini dapat diperoleh kombinasi sifat-sifat yang cocok untuk aplikasi tertentu dan agar pati mempunyai kegunaan yang lebih banyak serta bersifat stabil selama pengolahan.

Metode asetilasi dan oksidasi merupakan metode yang digunakan untuk memodifikasi pati secara kimia. Proses oksidasi pada pati mengakibatkan terjadinya depolimerisasi dan terbentuknya gugus fungsi karboksil dan karbonil, sedangkan proses asetilasi, menyebabkan terjadinya esterifikasi gugus fungsi hidroksil pada pati dan stabilitas sol (Adebowale dan Lawal 2003).

Modifikasi yang dilakukan terhadap pati jagung memberikan pengaruh yang berbeda bila digunakan varietas jagung yang berbeda sebagai sumber patinya. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik terkadang proses modifikasi pati secara kimia tidak hanya menggunakan satu metode saja. Pati asetilasi-oksidasi adalah pati yang mengalami modifikasi kimia ganda; pati teroksidasi akan mengalami esterifikasi dengan asetat anhidrat di bawah kondisi sedikit

¹⁾ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jendral Soedirman Purwokerto. Telp/Faks: (0281) 621094. Email: nuraini_73@telkom.net

²⁾ Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

bersifat alkali (Apeldoorn *et al.* 2000). Adanya proses asetilasi pada pati teroksidasi meningkatkan sifat penting berupa *gummy* dan *jelly* yang jernih.

Penelitian ini bertujuan (1) menghasilkan data sifat fisikokimia pati dari dua varietas jagung putih yaitu varietas lokal dari jenis *non-waxy* dan varietas pulut dari jenis *waxy* dan (2) memperbaiki sifat fisikokimia pati jagung putih dengan menggunakan metode modifikasi kimia secara tunggal (oksidasi) dan modifikasi ganda (asetilasi-oksidasi).

METODE

Bahan baku yang digunakan adalah jagung putih varietas Pulut (*waxy*) yang diperoleh dari Gorontalo dan varietas Lokal Canggal (*non-waxy*) yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) Ungaran, Jawa Tengah.

Pati jagung diisolasi menggunakan metode Yang *et al.* (2005). Modifikasi pati secara oksidasi dilakukan menggunakan metode Parovouri *et al.* (1995), sedangkan modifikasi pati dengan metode asetilasi-oksidasi menggunakan kombinasi cara Chen (2003) dan Parovouri *et al.* (1995).

Analisis meliputi kadar amilosa (Aliawati 2003), derajat putih menggunakan *whitenessmeter*, sifat pembentukan gel, kekuatan gel menggunakan *texture analyzer*, sineresis (Chen *et al.* 2003), sifat-sifat gelatinisasi menggunakan amilografi untuk mengetahui suhu gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas pemasakan, viskositas dingin, viskositas balik, dan *breakdown viscosity* (AACC 2000).

Persen asetil pati termodifikasi ditentukan secara titrimetri, sedangkan derajat substitusi pati terasetilasi didefinisikan sebagai angka rata-rata gugus asetil per unit glukosa dalam molekul pati (Wurzberg 1989).

$$\text{Persen asetil} = \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml sampel}) \times \text{normalitas HCl} \times 0,043 \times 100}{\text{Bobot pati (g db)}}$$

$$\text{Derajat Substitusi} = \frac{162 \times \text{persen asetil}}{4300 - (42 \times \text{persen asetil})}$$

Kandungan karboksil pati termodifikasi ditentukan dengan metode ISI 10-2e (International Starch Institute 2002).

$$\text{Persen karboksil} = \frac{(\text{Sampel} - \text{Blanko}) \text{ ml} \times \text{Molar Alkali} \times 0,045 \times 100}{\text{Bobot sampel (g)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Pati Jagung Putih

Pati jagung dibuat dengan metode penggilingan basah dan dikeringkan menggunakan oven. Prinsip utama dalam proses ini adalah perendaman dalam air pada suhu 50 °C selama 12 jam dilanjutkan dengan proses penggilingan dan pengeringan. Penggunaan metode penggilingan basah dapat meminimumkan kerusakan pati selama proses isolasi dari kernelnya. Besarnya rendemen pati jagung yang diperoleh sebesar 53,7% untuk varietas Lokal dan 55,1% untuk varietas Pulut. Komposisi kimia pati jagung putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi kimia pati jagung putih

| Jenis pati | Kadar air (%) | Protein (% bk) | Abu (% bk) | Lemak (% bk) | Serat kasar (% bk) | Amilosa (%) |
|------------|---------------|----------------|------------|--------------|--------------------|-------------|
| Pulut | 9,86 | 6,01 | 0,98 | 4,22 | 0,66 | 11,98 |
| Lokal | 9,16 | 7,31 | 0,88 | 4,4 | 0,57 | 17,6 |

Kimia Pati Termodifikasi

Derajat substitusi dan persen karboksil Pati jagung lokal terasetilasi-oksidasi lebih tinggi daripada pati jagung pulut (Tabel 2). Perbedaan ini disebabkan kadar amilosa-amilopektinnya. Menurut Sodhi dan Singh (2004) perbedaan kadar amilosa dan struktur granula pati memengaruhi derajat substitusinya karena susunan molekul amilosa dan amilopektin memengaruhi reaksi substitusi kimia pada unit glukosa molekul pati. Rendahnya kandungan karboksil pada pati termodifikasi mungkin disebabkan adanya protein yang masih terdapat pada pati jagung putih. Menurut Kuakpetoon dan Wang (2001), pada reaksi oksidasi, natrium hipoklorit pertama kali akan mengoksidasi protein sebelum menyerang gugus hidroksil pada molekul pati. Oleh sebab itu mungkin hanya terdapat sedikit residu natrium hipoklorit yang mengoksidasi pati bila pati mengandung protein dalam jumlah tinggi.

Pati terasetilasi-oksidasi memiliki konfigurasi yang stabil dalam makanan pada kondisi normal. Hidrolisis berjalan pelan dengan penambahan asam kuat menghasilkan glukosa, asam glukonat, dan asam asetat. Tidak dihasilkan produk degradasi akibat penyimpanan ataupun penggunaan bahan tersebut selama persiapan makanan pada pH netral. Bahan ini tidak diketahui mengikat mineral dan juga tidak berinteraksi dengan protein atau vitamin, dan juga komponen nutrisi lainnya (Apeldoorn *et al.* 2000).

Tabel 2 Persen karboksil dan derajat substitusi pati jagung putih teroksidasi

| Jenis pati | % Karboksil | Derajat substitusi |
|-----------------------------|-------------|--------------------|
| Lokal teroksidasi | 0,0467 | 0,047 |
| Lokal terasetilasi-oksidasi | 0,0477 | 0,048 |
| Pulut teroksidasi | 0,0479 | 0,048 |
| Pulut terasetilasi-oksidasi | 0,0443 | 0,044 |

Liu *et al.* (1997) mendapatkan hasil derajat substitusi pati jagung terasetilasi antara 0,105 dan 0,165 dan persen asetil antara 2,7 dan 4,2%. Rendahnya kadar asetil dan derajat substitusi disebabkan konsentrasi asetat anhidrida yang berbeda, konsentrasi pati, dan juga proses oksidasi sebelum dilakukan asetilasi pada penelitian ini. Perlakuan oksidasi juga memberikan gugus pengganti (karboksil) gugus hidroksil dari tiap-tiap unit anhidroglukosa pada molekul pati selama berlangsungnya reaksi oksidasi.

Tabel 3 Kadar asetil dan derajat substitusi pati terasetilasi-oksidasi

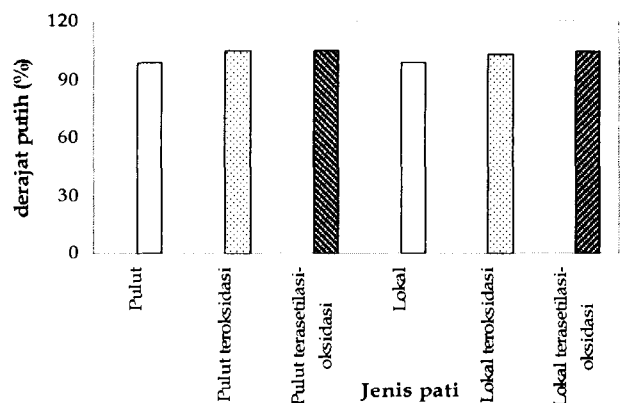
| Jenis pati | % Asetil | Derajat substitusi |
|-----------------------------|----------|--------------------|
| Lokal terasetilasi-oksidasi | 2,40 | 0,0927 |
| Pulut terasetilasi-oksidasi | 2,46 | 0,0949 |

Menurut Chen (2003) pada asetilasi pati ubi jalar, beragamnya derajat substitusi lebih berhubungan dengan bagian amilopektin, tidak pada bagian amilosa. Amilosa terutama berada pada daerah amorf, sementara rantai bercabang amilopektin meningkatkan daerah kristalin pada granula pati. Daerah kristalin yang berada di luar lamela lebih

mudah bereaksi dengan asetat anhidrida menghasilkan derajat substitusi yang lebih tinggi dengan keberadaan amilopektin. Chen *et al.* (2003) menyimpulkan bahwa pada asetilasi pati ubi jalar, asetilasi tidak dapat mencapai daerah kristalin tetapi hanya terjadi di bagian luar lamela, dan hal ini juga mungkin terjadi pada asetilasi pati jagung. Pati terasetilasi dengan kadar asetil sampai 2,5% diizinkan untuk digunakan dalam formulasi makanan (Code of Federal Regulation 1994).

Derajat Putih

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. Metode oksidasi melibatkan gugus fungsi karboksil dan karbonil melalui proses depolimerisasi *subsequent* pada pati, pada beberapa jenis pati akan memberikan warna yang cenderung lebih (Lawal 2004) seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengaruh modifikasi pati jagung putih pada derajat putih

Bila dibandingkan dengan pati teroksidasi, pati terasetilasi-oksidasi memberikan derajat putih yang lebih tinggi karena adanya asam selama proses asetilasi akan meningkatkan derajat putih dan penggunaan natrium hipoklorit semakin meningkatkan derajat putihnya.

Sifat pembentukan gel

Indeks pembentukan gel didefinisikan sebagai konsentrasi terkecil untuk terbentuknya gel pati.

Peningkatan konsentrasi pati akan meningkatkan kekerasan dan kekuatan gel karena dengan semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan karena gel yang terbentuk semakin kaku dan ikatan yang terjadi antara polimer-polimer yang menyusun gel semakin kuat sehingga gel semakin sulit melakukan deformasi (Elliason dan Gudmundsson 1996).

Tabel 4 Sifat pembentukan gel pati jagung putih

| Pati (% w/v) | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | LGC |
|-----------------------------|---|---|---|----|----|----|-----|
| Pulut | V | G | G | FG | FG | FG | 4 |
| Pulut oksidasi | V | V | G | G | FG | FG | 6 |
| Pulut terasetilasi-oksidasi | V | G | G | G | FG | FG | 4 |
| Lokal | V | V | G | FG | FG | FG | 6 |
| Lokal teroksidasi | V | V | G | G | G | FG | 6 |
| Lokal terasetilasi-oksidasi | L | V | G | G | G | FG | 6 |

Keterangan: LGC (*least gelling concentration*) = konsentrasi terendah untuk pembentukan gel; L= cair; V= kental; G=gel; FG (*firm gel*)=gel kuat

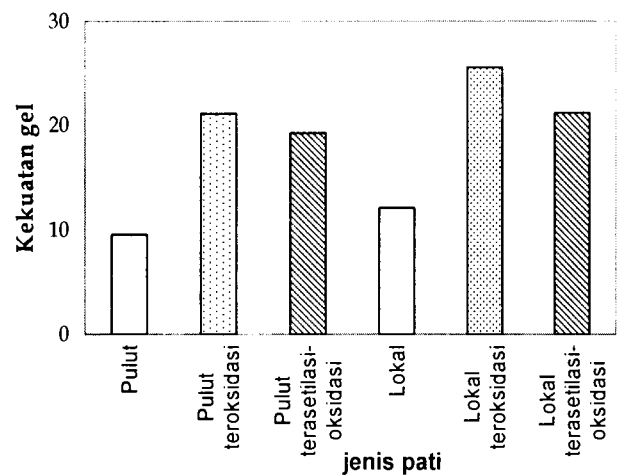
Indeks pembentukan gel pati jagung alami adalah jagung pulut sebesar 4%, lebih rendah daripada jagung lokal sebesar 6% karena kandungan amilosa pada jagung pulut sebesar 12,0%, lebih rendah dibandingkan jagung lokal (17,6%). Adanya gugus karbonil, karboksil, dan asetil sesudah modifikasi menyebabkan gaya tolak menolak dalam gel pati sehingga gel keras baru terbentuk rata-rata pada konsentrasi 10% pada pati jagung pulut sedangkan pada pati jagung alami gel yang keras sudah terbentuk pada konsentrasi 8%, seperti terlihat pada Tabel 4. Hal ini sesuai dengan penelitian Lawal (2004) bahwa modifikasi pati secara oksidasi dan asetilasi menyebabkan pembentukan gel yang lemah.

Kekuatan Gel

Kekuatan gel menunjukkan besarnya beban untuk melakukan deformasi gel sebelum gel menjadi sobek. Kekuatan gel dipengaruhi perbedaan sifat reologi matriks amilosa, fraksi volume, dan ketegaran granula pati tergelatinisasi, juga interaksi antara fase kontinu dan fase terdispersi pada gel. Menurut Yamin *et al.* (1999) faktor-faktor tersebut bergantung pada kadar amilosa dan struktur amilopektin. Jika gel pati didiamkan beberapa lama, akan terjadi perluasan daerah kristal sehingga mengakibatkan pengerutan struktur gel. Pembentukan kembali struktur kristal ini

terjadi karena adanya kecenderungan yang kuat dari gugus hidroksil molekul pati untuk saling membentuk ikatan hidrogen.

Pembentukan gel dapat digambarkan sebagai pembentukan daerah kristal yang sempit dari molekul amilosa dan amilopektin. Pembentukan daerah kristal yang sempit dari molekul itu dapat terjadi dalam granula yang membengkak atau pada larutan yang terdapat di antara granula (Lawal 2004). Pati teroksidasi mempunyai kekuatan gel tertinggi. Menurut Wang dan Wang (2003), selama reaksi oksidasi, pertama-tama gugus hidroksil pada molekul pati akan dioksidasi menjadi gugus karbonil dan kemudian menjadi gugus karboksil. Gugus karboksil mempunyai kapasitas penyerapan air lebih tinggi sehingga pengembangan granula pati lebih tinggi.



Gambar 2 Pengaruh modifikasi pati jagung putih pada kekuatan gel

Pati jagung lokal mempunyai kekuatan gel lebih besar daripada pati jagung pulut seperti terlihat pada Gambar 2. Hal ini disebabkan kadar amilosa pada jagung lokal sebesar 17,6%, lebih tinggi daripada kadar amilosa jagung pulut, yaitu 12,0%. Pembentukan ikatan hidrogen lebih mudah terjadi pada molekul amilosa daripada amilopektin. Semakin tinggi kandungan amilosa pada pati maka daerah kristal yang terbentuk akan semakin luas sehingga menghasilkan kekuatan gel yang lebih tinggi pula. Protein dan pati membentuk kompleks ketika terjadi gelatinisasi. Protein tersebut membentuk kompleks dengan permukaan granula. Hal ini mengakibatkan viskositas

pati menurun. Terbentuknya viskositas yang lebih rendah menghasilkan kekuatan gel yang rendah pula.

Sineresis

Kemampuan sineresis adalah sifat terpenting pati, yang merupakan pelepasan air dari pasta selama pendinginan, sineresis pati cenderung meningkat selama penyimpanan, kecuali pada pati lokal termodifikasi, sampai 6 hari penyimpanan tidak terjadi sineresis, seperti terlihat pada Tabel 5. Peningkatan sineresis selama penyimpanan merupakan interaksi antara keluarnya rantai amilosa dan amilopektin yang berkembang ke zona *junction*, memantulkan sejumlah cahaya (Perera dan Hoover 1999). Agregasi dan kristalisasi amilosa terjadi pada beberapa jam pertama penyimpanan sementara agregasi dan kristalisasi amilopektin terjadi pada tahap-tahap terakhir. Asetilasi-oksidasi menurunkan sineresis karena keberadaan gugus asetil yang meningkatkan kapasitas penyerapan air molekul pati pada gel yang disimpan suhu dingin (Sodhi dan Singh 2004). Menurut Singh *et al.* (2004) *cloudiness* dan sineresis pada dispersi berair dari pati pulut dapat juga diminimumkan dengan proses asetilasi amilopektin pada cabang bagian paling luar.

Tabel 5 Sifat sineresis pati jagung putih alami dan termodifikasi

| Pati | Sineresis pada hari ke | | | | | |
|-----------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 (%) | 3 (%) | 4 (%) | 5 (%) | 6 (%) |
| Pulut | - | 15 | 15 | 20 | 20 | 23 |
| Pulut teroksidasi | - | 5 | 10 | 10 | 14,5 | 15 |
| Pulut terasetilasi-oksidasi | - | 5 | 10 | 10 | 12 | 14 |
| Lokal | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Lokal teroksidasi | - | - | - | - | - | - |
| Lokal terasetilasi-oksidasi | - | - | - | - | - | - |

Keterangan: Konsentrasi pati 10 %; pengamatan selama 6 hari

Pati termodifikasi menunjukkan stabilitas yang tinggi karena modifikasi secara oksidasi maupun asetilasi-oksidasi meminimumkan terjadinya retrogradasi. Proses oksidasi adalah suatu reaksi acak yang melibatkan oksidasi gugus hidroksil menjadi aldehida, keton, dan gugus karboksil dan juga pemotongan ikatan dalam molekul. Berhubung ukuran gugus karboksil lebih besar daripada gugus hidroksil, kehadiran gugus ini pada fraksi amilosa mengurangi

kecenderungannya untuk bergabung. Gugus ini juga memberikan muatan yang mengakibatkan terjadinya tolak menolak antarmolekul (Lawal 2004), akibatnya pati termodifikasi me-nunjukkan stabilitas konsistensi yang lebih besar sehingga produk dengan pati termodifikasi lebih stabil.

Sifat amilografi

Pada waktu panas diberikan pada bubur pati pada suhu tertentu, granula akan mengembang dengan cepat. Pengembangan granula ini disebut sebagai proses gelatinisasi. Kemampuan mengembang granula pati ditentukan oleh tipe struktur kristal granula, bobot molekul (derajat polimerisasi glukosa), dan pola percabangan amilopektin. Peregangan lamela granula berawal dari penyerapan molekul air di dalam bagian amorf granula. Selanjutnya bagian ini akan menginduksi pengembangan bagian kristalin granula sehingga kerangka molekul amilopektin pada titik percabangan dapat saling terpisah. Bangun molekul amilopektin memungkinkan kemampuan untuk memerangkap molekul air yang lebih besar daripada rantai linear yang membentuk heliks sehingga amilopektin mempunyai peran pada pengembangan granula pati yang lebih besar daripada amilosa. Oleh karena itu, amilosa dianggap berlaku sebagai inhibitor pengembangan, terutama jika terdapat bersama lipid (Jane *et al.* 1999). Kisaran nilai *breakdown* pasta pati didefinisikan sebagai selisih antara viskositas puncak dan viskositas setelah penahanan selama 15 menit pada suhu 95 °C menunjukkan pengukuran fragilitas dari pati, cenderung menurun dengan adanya oksidasi dan asetilasi.

Pengembangan granula pati akan mencapai maksimum pada suhu gelatinisasi sehingga dapat meningkatkan viskositas suspensi secara mencolok. Pemanasan lebih lanjut di batas suhu akhir gelatinisasi akan menyebabkan dinding granula rusak sehingga isi granula terbebaskan ke medium dan menghasilkan pasta (BeMiller & Wishtler 1996). Ciri fisik pasta pati terutama didasarkan pada pola pembentukan pasta dan profil perubahan viskositas selama pemanasan. Saat air diserap, viskositas adonan pati akan meningkat hingga mencapai puncak saat bentuk granula pati sebagian besar menghilang dan digantikan oleh suatu massa pati yang amorf dan

air yang berikatan dan disebut dengan gel. Proses gelatinisasi bersifat irreversibel (Chen 2003). Kebanyakan pati mempunyai ciri alir yang spesifik sehubungan dengan sifat fisik dan komposisi kimia granula. Dengan menggunakan brabender amilograf, profil viskositas pasta dapat diamati dengan cara melakukan pemanasan secara kontinu pada suhu 65-95 °C dipertahankan pada 95 °C, dan di atas 95 °C (Radley 1976). Sifat pasta pati jagung putih dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Sifat pasta pati jagung putih

| Pati* | Tp (°C) | Vp (BU) | HV (BU) | HV1 5 (BU) | Vd (BU) | BD (BU) | SB (BU) |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|------------|
| Pulut | 71 | 1020 | 540 | 380 | 460 | 640 | -560 |
| Pulut teroksidasi | 68 | 640 | 670 | 510 | 560 | 130 | -80 |
| Pulut terasetilasi- oksidasi | 62 | 800 | 740 | 520 | 570 | 280 | -230 |
| Lokal | 74 | 640 | 540 | 450 | 560 | 190 | -80 |
| Lokal oksidasi | 71,5 | 540 | 560 | 420 | 480 | 120 | -60 |
| Lokal terasetilasi- oksidasi | 67 | 510 | 400 | 380 | 540 | 130 | 30 |

Keterangan:

- Sampel pati 10 %;
- Tp: Suhu pembentukan pasta, Vp: Viskositas puncak selama pemanasan, HV: viskositas pasta panas (95 °C), HV15: Viskositas setelah ditahan 15 menit pada suhu 95 °C, Vd: Viskositas pasta dingin (50 °C), BD (breakdown): Vp – HV15, SB (Setback): Vd – Vp

Penurunan suhu pembentukan pasta sebagai akibat oksidasi dan asetilasi merupakan konsekuensi dari melemahnya struktur granula dan disintegrasi selama proses modifikasi. Oksidasi pati merupakan salah satu metode modifikasi sifat reologi pati yang mengakibatkan depolimerisasi dan melemahkan granula pati, sedangkan asetilasi merupakan modifikasi dengan stabilisasi yang akan menurunkan asosiasi antarmolekul pada granula pati. Menurut Liu *et al.* (1997) penurunan suhu gelatinisasi karena asetilasi berhubungan dengan sifat pasta dan diikuti dengan pengurangan interaksi rantai pati yang akan mengurangi keperluan energi untuk hidrasi dan

disrupsi struktur pati. Setelah asetilasi, pati jagung mulai membentuk pasta pada suhu lebih rendah daripada pati alami. Viskositas pasta panas dan viskositas dingin pati jagung pulut lebih tinggi daripada pati alami, sedangkan pati jagung lokal yang dimodifikasi mempunyai viskositas lebih rendah daripada pati jagung alami. Pengaruh asetilasi berbeda bergantung pada jenis pati dan kadar asetil (Liu *et al.* 1997, Wilkins *et al.* 2003a, Wilkins *et al.* 2003b, Singh *et al.* 2004). Menurut Jane *et al.* (1999) kadar amilosa dan distribusi panjang rantai bercabang amilopektin berpengaruh pada sifat-sifat pasta pati. Gugus karboksil memainkan peran penting dalam pembentukan taut silang pada pati teroksidasi dan ionisasi gugus karboksil tidak efektif sebagai sumber proton dalam mempertahankan keutuhan pati, kemungkinan karena adanya muatan negatif. Menurut Seib (1997), gugus aldehida pada tingkat oksidasi yang rendah membentuk taut silang hemiasetal, yang akan menstabilkan pengembangan granula dan mengesampingkan pengaruh depolimerisasi minor. Taut silang hemiasetal akan membentuk satu struktur dalam kesetimbangan dinamis dengan tiga kemungkinan bentuk struktur, bentuk karbonil bebas, bentuk terhidrasi dengan air, dan bentuk hemiasetal dengan satu gugus hidroksil dalam bentuk terhidrasi yang diganti oleh OR dengan OR adalah rantai sisi pati – C(OH, OR). Pembentukan hemiasetal internal atau ikatan hemiketal lebih membutuhkan energi di samping bentuk aldehida atau keto-gula.

Keragaman sifat-sifat pasta jagung pulut terutama disebabkan distribusi panjang rantai amilopektin, sementara pada pasta jagung normal dapat disebabkan oleh kadar amilosa maupun distribusi panjang rantai amilopektin. Hasil penelitian Singh *et al.* (2004) menunjukkan bahwa asetilasi pati jagung menurunkan suhu gelatinisasi karena masuknya gugus hidroksi ke dalam rantai polimer menghasilkan ketidakstabilan struktur granula, menyebabkan peningkatan daya pengembangan dan menurunkan suhu gelatinisasi.

KESIMPULAN

Sifat pati jagung putih termodifikasi secara asetilasi-oksidasi yang penting adalah tidak lengket, memiliki viskositas stabil pada suhu pemanasan tinggi,

dapat membentuk gel yang kokoh, serta stabil pada suhu pembekuan. Berdasarkan 2 varietas yang diteliti, yaitu varietas local (non-pulut) dan pulut, varietas local memiliki kemampuan membentuk gel yang kokoh dan lebih stabil dalam pembekuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membantu dana penelitian melalui Hibah Bersaing XIV tahun 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliawati G. 2003. Teknik Analisis Kadar Amilosa dalam Beras. *Buletin Teknik Pertanian* 8:82-84.
- American Association of Cereal Chemists. [AACC]. 2000. *Approved methods of the AACC*, Edisi ke-10. Methods 22-12, 46-12, 54-10, 54-21, 76-30A. St Paul MN: The Association.
- Adebowale K, Lawal OS. 2003. Functional Properties And Retrogradation Behaviour Of Native And Chemically Modified Starch Of Mucuna Bean (*Mucuna Pruriens*). *J Sci Food Agric* 83:1541-1546.
- Apeldoorn von ME, Speijers GJA, Baines J, Sinhaseni P. 2000. Acetylated Oxidized Starch (WHO Food Additives Series 48) <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je09.htm#1.0> [8 Mar 2006].
- BeMiller JN, Whistler RL. 1996. Carbohydrates dalam *Food Chemistry*. Fennema OR, Editor. Edisi ke-3 New York: Marcel Dekker.
- Chen Z. 2003. Physicochemical properties of sweet potato starches and their application in noodle products, [disertasi]. Belanda: Wageningen University.
- Chen Z, Schols HA, Voragen AGJ. 2003. Physicochemical properties of starches obtained from three different varieties of Chinese sweet potatoes. *J Food Sci* 68:431-437.
- Eliasson AC, Gudmundsson M. 1996. Starch: Physicochemical and functional aspects. In: Eliasson A. editor. *Carbohydrates in Food*. New York: Marcel Dekker. hlm 363-449
- International Starch Institute. 2002. <http://www.starch.dk/isi/methods/index.htm>. [8 Mar 2006].
- Jane J, Chen YY, McPherson AE, Wong KS, Radosavljevic M, Kasemsuwan T. 1999. Effects of amilopectin branch chain length and amylase content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem* 76:629-637.
- Kuakpetoon D, Wang YJ. 2001. Characterization of Different Starches Oxidized by Hypochlorite. *Starch/Stärke* 53:211-218.
- Lawal OS. 2004. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidised, asetylated acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) starch. *Food Chem* 87:205-218.
- Liu H, Ramden L, Corke H. 1997. Physical properties and enzymatic digestibility of acetylated ae, wx and normal maize starch. *Carbohydr Polym* 34:283-289.
- Parovouri P, Hamunen A, Forsell P, Autio K, Poutanen K. 1995. Oxidation of potato starch by hydrogen peroxide. *Starch/Stärke* 47:19-23.
- Perera C, Hoover R. 1999. Influenced of hydroxypropylation on retrogradation properties of native, defatted and heat moisture treated potato starches. *Food Chem* 64:361-375.
- Readley JA. 1976. *Starch Production Technology*. London: Applied Science.
- Seib PA. 1997. Principles of starch modification. Contribution No. 97-480A. Agricultural Experiment Station at Kansas State University, Manhattan.
- Singh N, Chawla D, Singh J. 2004. Influence of acetic anhydride on physicochemical, morphological and thermal properties of corn and potato starch. *Food Chem* 86:601-608.
- Sodhi NS, Singh N. 2005. Characteristics of acetylated starches prepared using starches separated from different rice cultivars. *J Food Eng* 70:117-127.
- Yang P, Haken AE, Niu Y, Chaney SR, Hicks KB, Eckhoff SR, Tumbleson ME, Singh V. 2005. Effect of Steeping with Sulfite Salts and Adjunct Acids on Corn Wet-Milling Yields and Starch Properties. *Cereal Chem* 82:420-424.
- Wang YJ, Wang LF. 2003. Physicochemical properties of common and waxy corn starches by different levels of sodium hypochlorite. *Carbohydr Polym* 52:207-217.
- Wilkins MR, Wang P, Xu L, Niu Y, Tumbleson ME, Rausch KD. 2003a. Variability in starch acetylation efficiency from commercial waxy corn hybrids. *Cereal Chem* 80:68-71
- Wilkins MR, Wang P, Xu L, Niu Y, Tumbleson ME, Rausch KD. 2003b. Variability of reactions efficiencies and pasting properties of acetylated

- dent corn starch from various commercial hybrids. *Cereal Chem* 80:72-75
- Wurzburg OB. 1989. *Modified Starch: Properties and Uses*. Boca Raton: CRC.
- Yamin FF, Lee M, Pollak LM, & White PJ. 1999. Thermal properties of starch in corn variants isolated after chemical mutagenesis of inbred line B73. *Cereal Chem* 76: 175-181.