

PERBAIKAN SIFAT PATI UBI JALAR (*IPOMOEA BATATAS* L) DENGAN *HEAT MOISTURE TREATMENT* DAN APLIKASINYA PADA PEMBUATAN BERAS UBI JALAR

S. Widowati¹, Suismono¹, N. E. Suyatma² dan H. A. Prasetya³

¹ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapenen Pertanian, Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor

³Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian, Bekasi

email : swidowati_bhpp09@yahoo.co.id

Kendala dalam pemanfaatan pati ubi jalar pada pembuatan beras ubi jalar yaitu rendahnya sifat viskoelastik bahan sehingga tekstur produk olahan yang dihasilkan cenderung rapuh. Perbaikan sifat viskoelastik pati dapat dilakukan dengan *Heat Moisture Treatment* (HMT). Tujuan penelitian ini untuk memperoleh pati dengan profil viskositas pasta yang lebih tahan terhadap pengadukan dan panas serta memiliki sifat fleksibilitas gel yang cocok ketika didinginkan sehingga dapat digunakan pada pembuatan beras ubi (rasbi). Pembuatan rasbi dilakukan dengan menggunakan tepung ubi jalar dari varietas Cangkuang, Sukeh dan Narito serta pati ubi jalar dari varietas sukeh dengan dan tanpa HMT (pati alami). Modifikasi pati ubi jalar varietas Sukeh dengan HMT dilakukan pada 80-100°C selama 2-4 jam. Proses pembuatan rasbi meliputi pembutiran, pengukusan dan pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan pati HMT terpilih diperoleh dari pemanasan pada 80°C selama 4 jam. Pati tersebut memiliki viskositas *breakdown* terendah 0 BU dan viskositas *setback* 30 BU. Entalpi gelatinisasi pati HMT terpilih (125,10 J/g) lebih tinggi dibandingkan pada pati alami (85,12 J/g). HMT menginduksi terjadinya gelatinisasi parsial sehingga tidak mengakibatkan terjadinya perubahan mikrostruktural pati. Oleh karenanya secara fisik tidak ditemukan perbedaan nyata karakteristik tekstur rasbi berbahan baku pati alami maupun HMT. Namun, penggunaan pati HMT berpengaruh nyata pada penurunan nilai KPAP, penurunan daya rehidrasi dan peningkatan waktu tanak rasbi.

Kata kunci: pati ubi jalar, sifat viskoelastik, gelatinisasi, beras ubi.

ABSTRACT. S. Widowati, Suismono, N.E. Suyatma and H.A.Prasetya. 2011. Improvement of sweet potato (*Ipomoea Batatas* L) starch characteristics using heat moisture treatment and its application to sweet potato rice processing. The constraint on application of sweet potato starch to sweet potato rice making is its poor viscoelastic properties, which make the texture tends to be brittle. Viscoelastic properties can be improved by Heat Moisture Treatment (HMT). The aim of this research was to obtain sweet potato starch with good pasting properties, more resistant against stirring and heat, and proper gel flexibility for sweet potato rice making. Sweet potato rice was made from sweet potato flour of Cangkuang, Sukeh and Naruto varieties, and from sweet potato starch of Sukeh variety with and without HMT process. HMT of Sukeh sweet potato starch was done at 80-100°C for 2-4 hours. Sweet potato rice making included granulation, steaming and drying. The results showed that the selected HMT starch was produced after heating at 80°C for 4 hours and it showed the lowest breakdown viscosity (0 BU) and setback viscosity of 30 BU. Gelatinization enthalpy value of HMT starch (125.10 J/g) was higher than that of native (non-HMT) starch (85.12 J/g). HMT induced partial gelatinization, so that it did not change the microstructure of starch. For that reason, the textural properties of sweet potato rice made from HMT and native starches were insignificantly different. However, the application of HMT starch resulted in significant reduction in cooking loss and rehydration, but significant increase in cooking time.

Keywords: sweet potato starch, viscoelastic, gelatinization, sweet potato rice

PENDAHULUAN

Ubi jalar merupakan tanaman pangan yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pangan pokok. Umbi – umbian, termasuk ubi jalar mempunyai kadar air yang tinggi dan bahan kering yang relatif rendah sekitar 30%. Diperkirakan 80-90% dari bahan kering pada ubi jalar adalah karbohidrat, khususnya pati yang merupakan polimer glukosa¹.

Pati ubi jalar dapat digunakan sebagai *ingredient* produk pangan pokok, yakni beras ubi jalar (rasbi). Rasbi merupakan model pengembangan produk beras mutiara (rasmu) sebagai hasil diversifikasi produk pangan pokok². Diharapkan rasbi dapat dikonsumsi seperti nasi sehingga

mudah diadopsi oleh produsen dan diminati oleh konsumen. Namun demikian pati ubi jalar memiliki kelemahan pada sifat viskoelastik, yakni granula pati cepat menyerap air dan mudah mengalami pembengkakan ketika tergelatinisasi sehingga mengakibatkan granula pecah dan pasta menjadi sangat lengket ketika diaduk dan dipanaskan^{3,4,5,6,7}.

Salah satu upaya untuk memperbaiki sifat viskoelastik pati yaitu dengan melakukan modifikasi pati secara fisik. Pilihan ini didasarkan tidak adanya bahan kimia yang terlibat sehingga lebih aman bagi kesehatan tubuh dan lingkungan. *Heat moisture treatment* (HMT) adalah teknik modifikasi pati secara fisik dengan perlakuan pemanasan diatas suhu gelatinisasi antara 80-

120°C dengan kadar air yang terbatas yakni kurang dari 35% [8,9].

Perlakuan HMT dapat mengubah pola viskoamilografi pati ubi kayu¹⁰ dan pati ararut¹¹ dari tipe A yang lebih mudah mengalami pengembangan saat gelatinisasi menjadi tipe C dengan daya kembang yang lebih terbatas serta memiliki profil viskositas yang stabil ketika diaduk dan dipanaskan. Perubahan pola viskoamilografi pasta pati menunjukkan terjadinya perubahan makrostruktur granula pati, yakni menjadi lebih kokoh dan lebih selektif dalam menyerap air.

HMT juga dilaporkan menginduksi terjadinya perubahan mikrostruktural pada granula pati. Gunaratne and Hoover serta Miyoshi^{11,12} memaparkan terjadinya perubahan entalpi gelatinisasi dan fraksi kristalinitas total pada granula pati kentang akibat perlakuan HMT. Perubahan juga terjadi pada kurva pelelehan pati menjadi dua fase akibat terbentuknya kristal baru atau terjadinya reformasi material di sekitar fraksi *amorphous* maupun kristalinitas pati dengan perlakuan HMT^{13,14,15}. Perubahan tersebut berkaitan langsung dengan berubahnya pola interaksi matriks amilosa-amilopektin yang selanjutnya berperan dalam menentukan sifat fisik pati.

Aplikasi pati HMT dalam pengembangan berbagai produk pangan juga telah dilaporkan. Purwani et al.¹⁶ memaparkan adanya perbaikan tekstur maupun penurunan nilai cooking losses pada bihun yang diformulasi dengan pati sagu HMT. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari modifikasi pati ubi jalar dengan HMT sehingga diperoleh pati ubi jalar HMT dengan karakteristik viskoelastik terbaik, yakni tahan dan stabil terhadap perlakuan pemanasan maupun pengadukan serta memiliki fleksibilitas dalam pembentukan gel ketika didinginkan sehingga diharapkan mampu diaplikasikan dalam pembuatan rasbi.

BAHATAN METODE

A. Waktu, Tempat dan Bahan Penelitian

Penelitian dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor pada bulan Mei hingga Juli 2008. Bahan baku yang digunakan adalah ubi jalar varietas Canguang, Suku, dan Naruto untuk pembuatan tepung, ubi jalar varietas Suku untuk pembuatan pati serta bahan – bahan kimia untuk analisis. Ketiga jenis varietas ubi jalar berasal dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat dan dipanen pada umur 3 – 4 bulan.

B. Metode

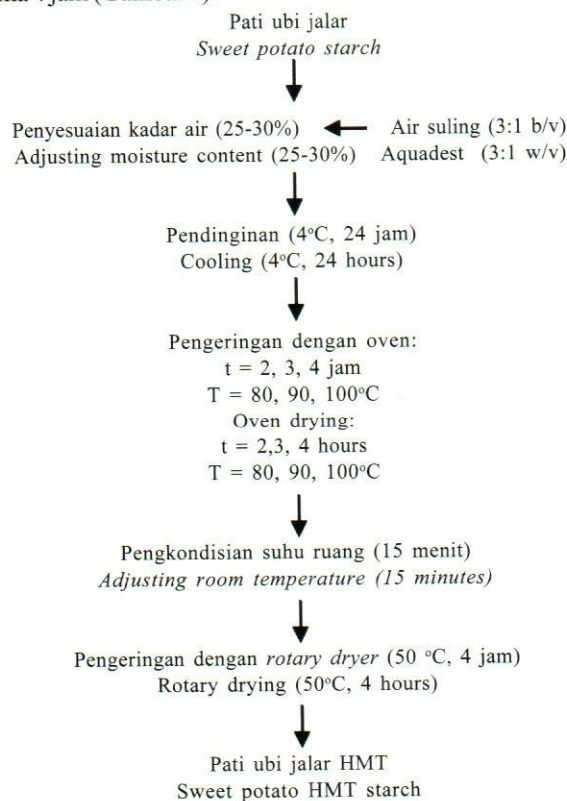
1. Persiapan Bahan Baku

Pati ubi jalar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari varietas Suku. Proses pembuatan pati ubi jalar

meliputi: pengupasan, perendaman, pencucian dan pamarutan. Hasil parutan ditambah air sebanyak 2-3 kali bobot ubi jalar dan diaduk hingga merata, selanjutnya dilakukan pemerasan hingga air perasannya jernih, lalu ampasnya dibuang. Larutan pati kemudian diendapkan dan dikeringkan dalam oven pada 60°C selama 8-12 jam sehingga diperoleh pati ubi jalar². Pati ubi jalar ini disebut pati alami. Tepung ubi jalar diproses sebagai berikut: Ubi jalar dikupas, kemudiandicuci dan disawut atau diiris tipis-tipis. Sawut ubi jalar kemudian direndam di dalam larutan Sodium bisulfit 0,03% selama 1 jam. Sawut kemudian dicuci, ditiriskan kemudian di pres untuk mengurangi kandungan air dan mempercepat laju pengeringan. Sawut hasil presdikeringkan hingga kadar air maksimal 14%¹⁷.

2. Modifikasi Pati Ubi Jalar dengan HMT

Pati ubi jalar yang diproses HMT berasal dari varietas Suku. Sampel sebanyak 100 g diberikan perlakuan awal berupa penyesuaian kadar air awal bahan hingga mencapai 25-30% yang dilakukan penambahan air suling sebanyak 33,33% dari bobot awal sampel, lalu didinginkan pada 4°C selama 24 jam. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam oven pada 80, 90 dan 100°C selama 2, 3 dan 4 jam. Sampel lalu didinginkan pada suhu ruang sekitar 28°C selama 15 menit, lalu dipanaskan kembali dengan *rotary dryer* pada 50°C selama 4 jam (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram alir proses modifikasi pati dengan HMT
Figure 1. Flow chart of starch modification with HMT

Sampel pati HMT dan pati alami sebagai pembanding dianalisis sifat amilografi pasta pati¹⁶ dan komposisi proksimat¹⁸. Pati HMT terpilih dengan sifat viskoelastik terbaik dianalisis karakteristik termal gelatinisasi¹⁹, karakteristik morfologi granula²⁰, sifat *birefringence*²¹, dan struktur molekuler. Selanjutnya berdasarkan hasil analisis sifat fisiko-kimia, pati alami dan pati HMT dengan perlakuan terpilih digunakan dalam tahap formulasi rasbi.

3. Pembuatan Beras Ubi (Rasbi)

Proses pembuatan beras ubi dibagi menjadi empat tahap, yaitu pembuatan adonan, pembentukan butiran adonan, pengukusan dan pengeringan. Bahan baku beras ubi terdiri atas 2 jenis bahan, yaitu 1). Pati alami dan pati HMT yang terbuat dari ubi jalar varietas Suku, dan 2) Tepung ubi jalar varietas Cangkang, Naruto dan Suku. Tahap pembuatan adonan dilakukan dengan pencampuran tepung dengan pati alami ataupun HMT (tepung Cangkang – pati alami, tepung Cangkang – pati HMT, tepung Suku – pati alami, tepung Suku – pati HMT, tepung Naruto – pati alami & tepung Naruto – pati HMT) masing-masing dengan rasio 4:1^[2]. Selanjutnya ditambahkan sejumlah air ke dalam campuran adonan dengan perbandingan 3:5 (b/b) hingga terbentuk adonan semi basah.

Tahap berikutnya adalah pembentukan adonan dengan menggunakan alat pembentuk butiran berdiameter ± 3 mm sehingga diperoleh sejumlah butiran adonan dengan bentuk dan ukuran yang menyerupai beras. Butiran-butiran tersebut selanjutnya digelatinisasi secara sempurna (warna putih butiran adonan menghilang dan berubah menjadi bening) dengan pengukusan pada suhu 90-100°C selama 6 menit hingga terbentuk butiran-butiran

rasbi dengan tekstur yang menyerupai gel. Butiran-butiran tersebut lalu didinginkan selama 15 menit pada suhu ruang (*conditioning*), lalu dikeringkan dalam oven pada 50°C selama 24 jam.

Rasbi yang dihasilkan selanjutnya dianalisis karakteristik tekstur produk dengan menggunakan *Texture Analyzer (Manual Texture Analyzer TA-XT2i)*²² serta mutu fisik produk melalui analisis kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP), waktu tanak dan daya rehidrasi¹⁶.

4. Analisis Statistik

Percobaan dilakukan mengikuti Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ulangan sebanyak tiga kali. Data hasil percobaan yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada selang kepercayaan 95%. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS 12.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Kimia Pati Modifikasi

Komposisi kimia pati ubi jalar alami (pati ubi jalar sebelum dimodifikasi) dan pati ubi jalar hasil HMT dapat dilihat pada Tabel 1. Kedua pati tersebut diproses dari ubi jalar varietas Suku. Pati ubi jalar dengan perlakuan HMT memiliki kadar air berkisar antara 7,31-7,75 %, sedangkan kadar air pati ubi jalar alami sebesar 9,38%. Ini berarti terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan ($p < 0,05$). Peningkatan suhu dan waktu perlakuan berkorelasi dengan penurunan kadar air pada pati HMT.

Kadar abu pati HMT berkisar antara 0,18-0,22 %, sementara pada pati alami 0,13 %. Ini berarti terjadi peningkatan kadar abu antara 0,05-0,09% dan berbeda

Tabel 1. Komposisi kimia pati ubi jalar

Table 1. Chemical composition of sweet potato Starch

Perlakuan HMT T (°C) : t (jam) HMT treatments T (°C) : t (hours)	Air (% bb) Moisture (% wb)	Abu (% bk) Ash (% db)	Lemak (% bk) Fat (% db)	Protein (% bk) Protein (% db)	Karbohidrat (% bk) Carbohydrate (% db)
Kontrol/Control	9,38 ^g	0,13 ^a	0,75 ^a	0,81 ^b	98,31 ^c
80 : 2	7,75 ^f	0,18 ^b	1,00 ^b	0,66 ^a	98,16 ^a
80 : 3	7,67 ^{ef}	0,19 ^{bc}	0,99 ^b	0,64 ^a	98,18 ^b
80 : 4	7,64 ^{def}	0,19 ^{bc}	1,00 ^b	0,64 ^a	98,17 ^b
90 : 2	7,57 ^{cde}	0,20 ^c	1,01 ^b	0,63 ^a	98,16 ^a
90 : 3	7,54 ^{cd}	0,21 ^{bc}	1,03 ^b	0,60 ^a	98,16 ^a
90 : 4	7,49 ^{bc}	0,22 ^c	1,04 ^b	0,58 ^a	98,16 ^a
100 : 2	7,42 ^{ab}	0,20 ^{bc}	1,07 ^b	0,58 ^a	98,15 ^a
100 : 3	7,36 ^a	0,22 ^c	1,05 ^b	0,57 ^a	98,16 ^a
100 : 4	7,31 ^a	0,22 ^c	1,06 ^b	0,51 ^a	98,21 ^b

Keterangan /Remarks : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5% / Numbers followed by different superscript letters in the same column are significantly different according to DMRT ($p < 0.05$)

nyata antar perlakuan. Bertambahnya kadar abu pati HMT berkaitan meningkatnya tingkat kekeringan bahan sehingga berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kandungan mineral sisa hasil pembakaran organik²². Kadar lemak pati HMT maupun pati alami berturut-turut sebesar 0,99-1,07 % dan 0,75 %. Hal ini menunjukkan peningkatan kadar lemak pati HMT antara 0,24-0,30%. Kandungan lemak dalam pati tergolong rendah (< 1%) sehingga pati tersebut aman dari kerusakan produk akibat pengaruh oksidasi lemak²⁴.

Kadar protein pati HMT berkisar antara 0,51-0,66 %, sedangkan pada pati alami sebesar 0,81 %. Hal ini menunjukkan adanya penurunan kandungan protein bahan mencapai 0,15-0,24 %. Sementara kandungan karbohidrat pati HMT juga mengalami penurunan. Kadar karbohidrat pati alami adalah 98,31 %, setelah dilakukan proses modifikasi kadarnya mencapai 98,15 - 98,21%. Berkurangnya kadar protein dan karbohidrat pada pati HMT terkait dengan adanya reaksi *Browning* non-enzimatik antara sebagian gula reduksi dengan molekul asam amino dalam pati²⁵. Laju reaksi *Browning* semakin meningkat dengan semakin tingginya suhu proses dan lamanya waktu proses²⁶. Namun secara umum reaksi tersebut tidak menurunkan mutu pati karena kadar karbohidrat dalam pati masih cukup tinggi (>98% bk).

B. Sifat Amilografi Pasta Pati

Karakteristik viskoamilografi pasta pati selama

gelatinisasi berlangsung ditunjukkan dalam Tabel 2. Klasifikasi viskoamilografi menurut Schoch and Maywald di dalam Chen (2003)²⁷, menunjukkan pati ubi jalar termasuk pati tipe C yang tidak memiliki suhu puncak dan viskositas puncak. Pati tipe C memiliki viskositas yang sedikit mengalami peningkatan nilainya atau cenderung konstan selama pemasakan¹⁶.

Perlakuan HMT tidak mengubah tipe pati ubi jalar berdasarkan karakteristik viskoamilografi. Namun perlakuan HMT dapat menurunkan nilai viskositas *breakdown* dari 90 BU menjadi 0-60 BU. Hal ini menunjukkan HMT memperbaiki profil viskositas pasta pati menjadi lebih stabil selama gelatinisasi berlangsung. Menurunnya nilai viskositas *breakdown* berkaitan dengan peningkatan kekuatan internal granula saat gelatinisasi berlangsung²⁸. Stute⁸, menyebutkan HMT menyebabkan peningkatan kekuatan ikatan antar granula sehingga lebih tahan terhadap perlakuan panas. Perlakuan HMT juga mengakibatkan penurunan nilai viskositas *setback* dari 60 BU menjadi -10-40 BU. Hal ini menunjukkan ketika didinginkan pati HMT lebih cepat berubah menjadi gel dibandingkan pati alami^{3,4}.

Perlakuan HMT diharapkan dapat memperbaiki sifat viskoelastik pasta pati ketika gelatinisasi berlangsung. Nilai viskositas pasta pati yang tidak berubah saat diberikan perlakuan hidrotermal merupakan faktor penting dalam mengevaluasi karakteristik pasta yang paling baik selama tahapan gelatinisasi. Dalam pembuatan rasbi dibutuhkan

Tabel 2. Pengaruh perlakuan HMT terhadap perubahan sifat amilografi pati

Table 2. Effect of HMT treatments on starch amylography properties

Perlakuan HMT T (°C): t (jam) HMT treatments T(°C):t (hours)	t ₀ (menit) (minutes)	T ₀ (°C)	V ₉₀ (BU)	V _{90/20} (BU)	V ₅₀ (BU)	V _{50/20} (BU)	V _{bd} (BU)	V _{sb} (BU)	Tipe ¹ Type ¹
Kontrol/Control	28	72	450	540	1120	1060	90	60	C
80:2	27	70,5	600	630	1200	1160	30	40	C
80:3	27	70,5	640	640	1220	1180	0	40	C
80:4	28	70,5	610	610	1180	1150	0	30	C
90:2	28	72	580	620	1060	1100	40	-40	C
90:3	28	72	540	590	1000	1030	50	-30	C
90:4	28	72	570	620	1060	1080	50	-20	C
100:2	28	72	570	620	1050	1070	50	-20	C
100:3	28	72	570	630	1080	1100	60	-20	C
100:4	28	72	500	540	940	950	40	-10	C

¹Sumber : Schoch and Maywald di dalam Chen (2003)²⁷

¹Source:Schoch and Maywald in Chen (2003) ²⁷

Keterangan /Remarks: t₀ = waktu awal gelatinisasi / initial gelatinisation time

T₀ = suhu awal gelatinisasi / initial gelatinisation temperature

V₉₀ = viskositas pada 90°C / viscosity at 90°C

V_{90/20} = viskositas pada 90°C selama 20 menit / viscosity at 90°C for 20 minutes

V₅₀ = viskositas pada 50°C / viscosity at 50°C

V_{50/20} = viskositas pada 50°C selama 20 menit / viscosity at 50°C for 20 minutes

V_{bd} = viskositas *breakdown* / breakdown viscosity

V_{sb} = viskositas *setback* / setback viscosity

pati HMT dengan profil viskositas pasta yang relatif stabil terhadap pemanasan dan pengadukan. Selain itu pati HMT yang terpilih juga harus memiliki sifat fleksibilitas ketika terjadi perubahan proses dari tahap pemanasan ke tahap pendinginan. Artinya molekul pati HMT mudah membentuk gel saat berlangsungnya pendinginan serta tidak mudah mengalami pengerasan gel (retrogradasi).

Pati HMT dengan perlakuan pemanasan suhu 80°C selama 4 jam (80:4) merupakan pati HMT terpilih dengan sifat viskoelastik terbaik. Pati HMT ini memiliki viskositas *breakdown* paling rendah dan viskositas *setback* yang rendah masing-masing sebesar 0 dan 30 BU. Dengan demikian pati HMT ini memiliki kestabilan pasta yang terbaik selama tahap pemanasan dan ketika didinginkan molekul pati HMT tersebut cenderung mudah mengalami penggabungan kembali ke dalam unit molekul yang lebih besar membentuk gel yang bersifat tidak kaku dan elastis^{29,30}. HMT juga menginduksi terjadinya gelatinisasi parsial yang mengakibatkan terjadinya penguatan struktur granula pati, dengan demikian kemampuan penyerapan air ke dalam granula menjadi terbatas dan ketika diproses gelatinisasi ulang, profil viskositasnya cenderung stabil dan tidak berubah secara drastis^{31,32,33}.

C. Profil Termal Gelatinisasi

Analisis terhadap profil termal gelatinisasi pati dilakukan untuk membandingkan besarnya energi dan suhu yang dibutuhkan untuk proses gelatinisasi antara pati HMT dari perlakuan terpilih dengan pati alami. Profil termal gelatinisasi diperoleh dari hasil analisis dengan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Hasil analisis menunjukkan puncak kurva pati HMT lebih curam dibandingkan pada pati alami (Gambar 2). Pati HMT memiliki nilai entalpi gelatinisasi yang lebih besar yakni 125,10 J/g dibandingkan pati alami sebesar 85,12 J/g (Tabel 3).

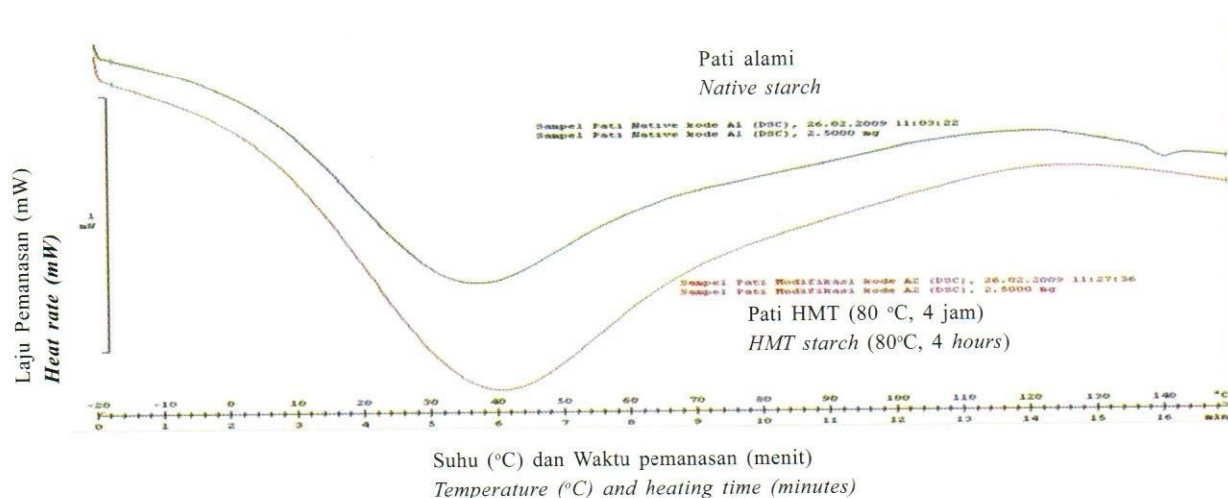
Tabel 3. Karakteristik DSC pati alami dan HMT
Table 3. DSC characteristics of native and HMT starches

Nama Sampel Sample name	To(°C) Onset	Tp(°C) Peak	Tc(°C) Conclusion	Tr = Tc-To Range	ΔH _{gel} (J/g)
Pati alami/Native starch	5,28	36,60	81,63	76,35	85,12
Pati HMT/HMT starch	6,53	40,40	87,75	81,22	125,10

Meningkatnya nilai entalpi gelatinisasi pati HMT ini sesuai hasil penelitian Watcharatwinkul *et al.*³¹ yang menyatakan entalpi endotermik pati HMT nilainya mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya suhu akhir gelatinisasi pati.

Termogram DSC pati HMT sedikit melebar dengan puncak kurva yang lebih runcing dibandingkan pati alami. Hal ini berkaitan dengan perubahan beberapa fraksi amorphous bahan menjadi struktur kristalit yang bersifat lebih tahan terhadap perlakuan panas sehingga mengakibatkan peningkatan nilai entalpi gelatinisasi pati. Hasil penelitian Jacobs & Delcours³⁴ menyatakan perlakuan HMT dapat meningkatkan kekuatan internal granula pati akibat semakin banyaknya struktur kristalit pati yang bersifat lebih rigid yang terbentuk. Perubahan struktur kristalit dan sifat gelatinisasi pati juga berkaitan dengan perubahan struktur heliks ganda molekul amilopektinnya.

Kisaran suhu gelatinisasi pati HMT (Tr) juga mengalami peningkatan sebesar 81,22°C dibandingkan dengan pati alami sebesar 76,35°C (Tabel 3). Bertambahnya kisaran suhu gelatinisasi pati HMT berkaitan dengan adanya transformasi molekul amilosa amorphous menjadi bentuk heliks sehingga mampu meningkatkan interaksi antara struktur kristalit dan matriks amorphous selama proses HMT berlangsung⁹. Hoover *et al.*¹⁴, serta Hoover & Manuel¹⁵ juga menyatakan HMT



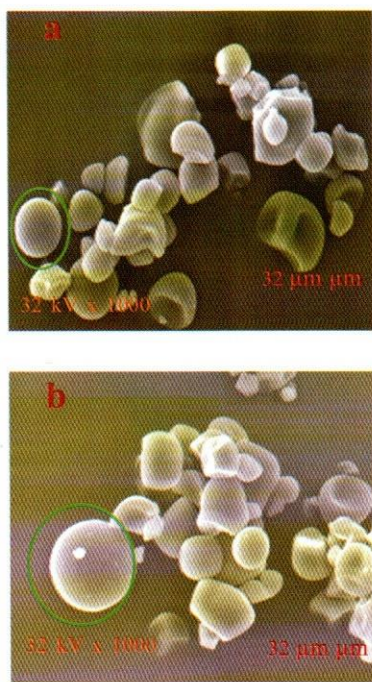
Gambar 2. Termogram DSC pati alami dan pati HMT
Figure 2. DSC termogram of native and HMT starches

dapat menyebabkan amilosa terikat pada fraksi amorphous yang selanjutnya berinteraksi dengan amilopektin pada struktur kristalit pati. Hal tersebut menyebabkan penurunan mobilitas molekul amilopektin serta peningkatan suhu lebur kristalit dan gelatinisasi pati³⁶. Lebih lanjut Lim *et al.*¹⁹ menyatakan kenaikan kisaran suhu gelatinisasi berkaitan langsung dengan peningkatan kapasitas hidrotermik pati akibat perlakuan HMT.

Secara umum modifikasi pati dengan HMT dapat menjaga ikatan molekul amilosa amilopektin dalam struktur kristalit granula pati. Hal tersebut dapat memperbaiki karakteristik morfologi kristal granula pati menjadi lebih tahan terhadap perlakuan panas selama proses gelatinisasi berlangsung. Dengan demikian modifikasi pati dengan HMT diperlukan untuk memperbaiki sifat viskoelastik gel pati yang tahan dan stabil terhadap perlakuan pemanasan²⁹.

D. Morfologi Granula Pati

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada pati alami dan HMT menunjukkan bentuk granula kedua jenis pati masih utuh. Dengan demikian tidak terdapat perbedaan nyata yang teramati pada permukaan granula kedua pati tersebut (Gambar 3). Hasil ini sesuai dengantemuan yang dilaporkan Pukkahuta *et al.*²⁰ dan Vermeylen *et al.*²¹ yang menyatakan morfologi granula pati HMT tidak berbeda nyata dibandingkan dengan granula pati alami jika perlakuan HMT hanya menyebabkan



Gambar 3. Struktur mikro (a) pati alami dan (b) pati HMT di bawah SEM

Figure 3. Microstructures of (a) native and (b) HMT starches under SEM

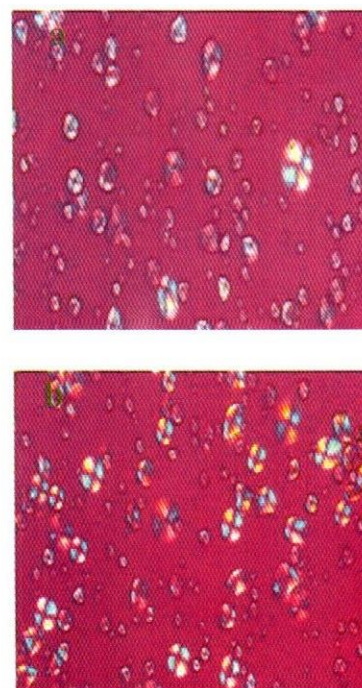
terjadinya gelatinisasi parsial sehingga tidak mengakibatkan terjadinya deformasi struktural pada permukaan kedua granula pati tersebut.

Terjadinya gelatinisasi parsial juga menyebabkan granula pati HMT terlihat sedikit bengkak dan *rigid* dibandingkan pati alami. Hal ini berakibat proses penyerapan air ke dalam granula pati HMT saat gelatinisasi berlangsung lebih selektif sehingga pengembangan ukuran granula pati HMT menjadi lebih terbatas dan tidak mudah pecah dibandingkan dengan pati alami^{28,33}. Fenomena serupa juga ditemukan pada modifikasi pati sorgum dengan HMT dengan kadar air awal berkisar 25-30% dimana tidak ditemukan adanya perubahan yang nyata pada struktur dan pola pengelompokan granula pati akibat terjadinya gelatinisasi parsial selama proses modifikasi berlangsung³⁶.

E. Birefringence Pati

Sifat *birefringence* berkaitan dengan sifat granula pati dalam merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga kontras gelap terang tampak sebagai warna biru kuning, dimana intensitas warna tersebut semakin menurun dan menghilang secara bertahap seiring dengan meningkatnya tingkat gelatinisasi pati².

Pola *maltose cross* teramati dengan jelas pada pati alami maupun pati HMT (Gambar 4) dengan mikroskop cahaya terpolarisasi dengan perbesaran 400 kali. Eksistensi sifat *birefringence* pati berkaitan dengan granula pati yang



Gambar 4. Sifat *birefringence* pada (a) pati alami dan (b) pati HMT
Figure 4. Birefringence properties of (a) native and (b) HMT starches

Tabel 5. KPAP dan waktu tanak beras ubi

Table 5. Cooking loss and cooking time of sweet potato rice

Varietas <i>Varieties</i>	Perlakuan <i>Treatments</i>	Kekerasan (gf) <i>Hardness (gf)</i>	Kelengketan (gf) <i>Stickiness (gf)</i>
Cangkuang	Alami/ <i>Native</i>	2163,83 ^a	-231,33 ^a
	HMT	2070,17 ^a	-217,77 ^a
Sukuh	Alami/ <i>Native</i>	2036,23 ^a	-227,87 ^a
	HMT	1852,40 ^a	-218,13 ^a
Naruto	Alami/ <i>Native</i>	2052,63 ^a	-221,80 ^a
	HMT	1958,37 ^a	-202,93 ^a

Keterangan /Remarks : Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5% / Numbers followed by different superscript letters in the same column are significantly different according to DMRT ($p < 0.05$)

secara nyata. Namun, telah terjadi penurunan tingkat kekerasan dan kelengketan pada rasbi berbahan baku pati HMT. Chiang & Yeh³⁷ melaporkan perlakuan HMT berpengaruh nyata terhadap penguatan interaksi ikatan amilosa dengan amilopektin, berkurangnya daya kembang pati dan pembatasan daya serap air selama pemasakan sehingga tekstur produk menjadi tidak terlalu lekat dan lebih empuk ketika dimasak.

Perlakuan HMT memiliki keterkaitan pengaruh mutu tekstur yang serupa dengan proses pratanak beras. Bello et al.³⁸ melaporkan terjadinya penurunan tingkat kekerasan dan kelengketan beras pratanak varietas Don Juan seiring dengan bertambahnya waktu pemasakan. Hal tersebut terkait proses rehidrasi yang mempengaruhi perubahan morfologi gel beras dari keadaan semula yang rigid dan kaku menjadi lebih elastis dan fleksibel ketika dimasak^{39,40}.

H. Mutu Pemasakan Beras Ubi (Rasbi)

Kualitas rasbi matang ditentukan oleh mutu pemasakannya, yakni banyaknya padatan yang hilang selama pemasakan (KPAP) dan waktu tanak rasbi. Analisis terhadap mutu pemasakan rasbi selengkapnya disajikan dalam Tabel 5. Penggunaan pati HMT berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai KPAP dan waktu tanak rasbi ($p < 0,05$).

Penggunaan pati HMT berpengaruh nyata terhadap penurunan nilai KPAP dan peningkatan waktu tanak produk, berturut-turut dari 22,67-31,33% menjadi 14,33-27% serta dari 20,33-23,33 menit menjadi 22,67-25,33 menit. Pada rasbi berbasis pati HMT disebabkan adanya penguatan struktur granula menjadi lebih *rigid* dan kokoh¹³ dan terintegrasi dengan komponen adonan lainnya sehingga komponen padatan yang terkandung didalamnya tidak mudah hilang tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama ketika dimasak.

Pati HMT juga penurunan daya rehidrasi produk (kecuali rasbi berbasis tepung Cangkuang) dari 251,67-266 % menjadi 248-261,67 %. Berkurangnya daya rehidrasi rasbi berbahan baku pati HMT disebabkan adanya penyerapan air yang lebih rendah sehingga mengakibatkan

daya pengembangan ukuran produk menjadi lebih terbatas ketika dimasak⁴¹.

Penggunaan pati HMT juga memberikan dampak yang serupa seperti pada proses pemasakan beras pratanak. Zhout et al.⁴² melaporkan terjadinya peningkatan waktu tanak dan penurunan daya rehidrasi pada beras pratanak bila dibandingkan dengan beras giling. Proses pratanak memberikan pengaruh terhadap penguatan lapisan endosperma beras sehingga teksturnya tampak lebih kokoh dan ketika dimasak bentuknya tidak mudah hancur⁴³.

KESIMPULAN

1. Terjadi perubahan sifat viskoelastik pati terkait dengan hasil uji amilografi pada pasta pati ubi jalar HMT dibandingkan dengan pati ubi jalar alami.
2. Hasil uji amilografi pasta pati menunjukkan pati HMT dengan perlakuan pemanasan 80°C dan 4 jam adalah pati HMT dari perlakuan terpilih ditinjau dari sifat viskoelastiknya. Pati HMT tersebut memiliki nilai viskositas *breakdown* dan *setback* masing-masing sebesar 0 BU dan 30 BU.
3. Analisis karakteristik transisi hidrotermal juga menunjukkan peningkatan nilai entalpi gelatinisasi pati HMT yakni 125,10 J/g dibandingkan pati alami sebesar 85,12 J/g serta bertambahnya kisaran suhu gelatinisasi pati HMT sebesar 81,22°C dibandingkan pati alami sebesar 76,35°C.
4. Pengujian lebih dalam terhadap karakteristik makrostruktur dan mikrostruktur pati HMT maupun pati alami tidak menunjukkan perbedaan nyata diantara keduanya berdasarkan uji karakteristik morfologi granula, sifat *birefringence* maupun uji FTIR. Dengan demikian penggunaan pati HMT dalam tahap formulasi rasbi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan karakteristik tekstur produk.
5. Penggunaan pati HMT berpengaruh nyata terhadap perbaikan mutu fisik rasbi yang ditandai dengan berkurangnya nilai KPAP dari 22,67-31,33% menjadi

14,33-27%, peningkatan waktu tanak dari 20,33-23,33 menit menjadi 22,67-25,33 menit dan penurunan daya rehidrasi dari 251,67-266 % menjadi 248-261,67 %

DAFTAR PUSTAKA

- Wheatley CC, Bofu S. Sweetpotato starch in China: Current status and future prospects. Di dalam Howeler RH, Oates CG, O'Brien GM (editors). Cassava, Starch and Starch Derivatives. Proceedings of the International Symposium; 11-15 Nov 1996; Nanning, Guangxi, China. A CIAT Publication; 2000. P. 201-205.
- Herawati H, Widowati S. Karakteristik beras mutiara dari ubi jalar (*Ipomoea batatas*). Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 2009; 5:39-45.
- Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, Corke H. Bihon-type noodles from heat-moisture treated sweetpotato starch. *J. Food Sci.* 2001; 66: 604-609.
- Collado LS, Corke H. Heat-moisture treatment effects on sweetpotato starches differing in amylose content. *Food Chem.* 1999; 65: 339-346.
- Collado LS, Corke H. Properties of starch noodles as affected by sweetpotato genotype. *Cereal Chem.* 1997; 74: 182-187.
- Galvez FF, Resurreccion AA, Ware GO. Process variables, gelatinized starch and moisture effects on physical properties of mungbean noodles. *J. Food Sci.* 1994; 59(2):378-381,386.
- Kim YS, Wiesenborn DP. Starch noodle quality as related to potato genotype. *J. Food Sci.* 1996; 61: 248-252.
- Stute R. Hydrothermal modification of starches: the difference between annealing and heat/moisture-treatment. *Starch/Stärke*. 1992; 44:205-214.
- Eerlingen RC, Jacobs H, Van Win H, Delcour JA. Effect of hydrothermal treatment on the gelatinisation properties of potato starch as measured with differential scanning calorimetry. *J. of Thermal An.* 1996; 47:1229-1246.
- Lii CY, Chang SM. Characterization of red bean (*Phaseolus radiates* var. *aurea*) starch and its noodle quality. *J. Food Sci.* 1981; 46:78-81.
- Gunaratne A, Hoover R. Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydr Polym.* 2002; 49:425-437.
- Miyoshi E. Effect of heat-moisture treatment and lipids on gelatinization and retrogradation of maize and potato starches. *Cereal Chem.* 2002; 79:72-77.
- Donovan JW, Lorenz K, Kulp K. Differential scanning calorimeter of heat-moisture treated wheat and potato starches. *Cereal Chem.* 1983; 60:381-387.
- Hoover R, Swamidas G, Vasanthan T. Studies on the physicochemical properties of native, defatted, and heat moisture treated pigeon pea (*Cajanus cajan* T) starch. *Carbohydr Res.* 1993; 246: 185-203.
- Hoover R, Manuel H. The effect of heat moisture treatment on the structure and physicochemical properties of native maize, waxy maize, dull waxy maize & amylomaize V starches. *J. of Cereal Sci.* 1996; 23: 153-162.
- Purwani EY, Widaningrum, Thahir R, Muslich. Effect of Heat Moisture Treatment of sago starch on its noodle quality. *Indonesian J. Agric Sci.* 2006; 7: 8-14.
- Widowati, S. 2008. Potensi Ubi jalar dalam Penganekaragaman Diversifikasi Konsumsi Pangan di Indonesia. Dalam Wisnu Broto dan S. Prabawati(Eds). Buku Teknologi Pengolahan untuk Penganekaragaman Konsumsi Pangan. Hal 45-62. ISBN : 978-979-1116-14-5.
- Official methods of analytical chemistry of the association of official analytical chemist. Washington, DC:AOAC; 2006.
- Lim ST, Chang EH, Chung HJ. Thermal transition characteristics of heat-moisture treated corn and potato starches. *Carbohydr Polym.* 2001; 46: 107-115.
- Pukkahuta C, Suwannawat B, Shobsngob S, Varavinit S. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat-moisture treated corn starch. *Carbohydr Polym.* 2008; 72:527-536.
- Vermeylen R, Goderis B, Delcour JA. An X-ray study of hydrothermally treated potato starch. *Carbohydr Polym.* 2006; 64: 364-375.
- Meilgaard M, Civille GC, Carr BT. 1999. Sensory Evaluation Techniques. Ed ke-3. Boca Raton: CRC Press.
- Vasanthan T, Hoover R. A comparative study of the composition lipids associated with starch granules from various botanical sources. *Food Chem.* 1992; 43: 19-27.
- Hoover R. Composition molecular structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydr Polym.* 2001; 45: 253-267.
- Wenzhong H, Sun-Ichiro T. Effect of heat treatment on the quality and storage life of sweet potato. *J. Sci Food Agric.* 2007; 87: 313-319.
- Jamieson MFS. Chemical changes in stored products. London: Tropical Stored Product Centre. Ministry of Overseas Development; 1978.
- Chen Z. Physicochemical properties of sweet potato starches and their application in noodle product. Ph.D Thesis. 2003. Wageningen University. The Netherlands.
- Ahmad BF, Williams PA, Doublier J, Durand S, Buleon A. Physicochemical characterization of sago starch. *Carbohydr Polym.* 1999; 38: 361-370.
- Adebawale KO, Olu-owolabi BI, Olayinka OO, Lawal OS. Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch *Afr. J. Biotechnol.* 2005; 4: 928-933.
- Adebawale KO, Henle T, Schwarzenbolz U, Doert T. Modification and properties of african yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex A. Rich) starch I: Heat moisture treatments and annealing. *Food Hydr.* 2009; 23:1947-1957.
- Watcharatewinkul Y, Puttanlek C, Rungsardthong V, Uttapap D. Pasting properties of a Heat-Moisture treated canna starch in relation to its structural characteristics. *Carbohydr Polym.* 2009; 75: 505-511.
- Vieira FC, Sarmento SBS. Heat moisture treatment and enzymatic digestability of Peruvian carrot, sweet potato and ginger starches. *Starch/Stärke.* 2008; 60: 223-232.
- Jiranuntakul W, Puttanlek C, Rungsardthong V, Pancha-arnon S, Uttapap D. Microstructural and physicochemical properties of heat moisture treated waxy and normal starches. *J. Food Eng.* 2011; 104: 246-258.
- Jacobs H, Delcour JA. Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of the granular structure – a review. *J. Agric Food Chem.* 1998; 46: 2895-2905.

35. Pukkahuta C, Shobsngob S, Varavinit S. Effect of osmotic pressure on starch: New method of physical modification of starch. *Starch*. 2007; 58: 78–90.
36. Singh H, Chang YH, Lin J-H, Singh N, Singh N. Influence of heat-moisture treatment and annealing on functional properties of sorghum starch. *Food Res Int*. 2011.
37. Chiang PY, Yeh AI. Effect of soaking on wet-milling of rice. *J of Cereal Sci*. 2002; 35: 85–94.
38. Bello M, Baeza R, Tolaba MP. Quality characteristics of milled and cooked rice affected by hydrothermal treatment. *J Food Eng*. 2006; 72: 124 – 133.
39. Park JK, Kim SS, Kim KO. Effect of milling ratio on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. *Cereal Chem*. 2001; 61: 151–156.
40. Gujral HS, Kumar V. Effect of accerelated aging on the physicochemical and textural properties of brown and milled rice. *J Food Eng*. 2003; 59:117–121.
41. Widowati S, Herawati H, Syarief R, Suyatma NE, Praselia HA. Pengaruh Sorpsi Isotermik Air Terhadap Stabilitas Beras Ubi (Rasbi). *J Tek Ind Pangan*. 2010; 21: 123–128.
42. Zhout Z, Robards K, Helliwell S, Blanchard C. Aging of stored rice:changes in chemical and physical attributes. *J of Crereal Sci*. 2002; 35: 65 – 78.
43. Bhattacharya KR, Swamy I. Conditions of drying parboiled paddy for optimum milling quality. *J ofCereal Chem*. 1967; 44: 592 – 600.