

KAJIAN SIFAT FUNGSIONAL PATI UBI JALAR MELALUI PERLAKUAN MODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* SEBAGAI SEDIAAN PANGAN DARURAT

M. Sunyoto¹, R. Andoyo, H². Radiani A.³, Michelle C.T⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian,
Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor

emhaer@yahoo.co.id; robitpn@yahoo.com; henifien@yahoo.com

Abstrak

Klon baru ubi jalar *Awachy 5* mengandung pati yang tinggi, 25,46% sehingga dapat diolah menjadi tepung pati sebagai bahan baku *Emergency Food*. Pemanfaatannya dapat dioptimalkan melalui modifikasi fisik dengan *Heat Moisture Treatment* (HMT) untuk memperbaiki sifat fungsional dan amilografi pati yang kurang baik. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh suhu dan lama waktu modifikasi HMT sehingga dihasilkan pati ubi jalar dengan sifat fungsional dan amilografi yang berbeda. Metode penelitian adalah metode percobaan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan: tanpa pemanasan (kontrol), HMT pada suhu 80°C 4 jam; 80°C 8 jam; 110°C 4 jam; dan 110°C 8 jam. Pati ubi jalar dengan pemanasan HMT pada suhu 110°C selama 8 jam merupakan perlakuan terpilih dengan *swelling volume* 4,205 ml/g, *solubility* 2,117%, *freeze thaw stability* 48,655%, kekuatan gel 4,684 gf, derajat putih 76,717%, suhu awal gelatinisasi 83,388°C, viskositas puncak 5063,833 cP, viskositas *breakdown* 486,500 cP, dan viskositas *setback* 3596,833 cP.

Kata Kunci: amilograf, *Awachy 5*, modifikasi HMT, pati, sifat fungsional

Abstract

The new sweet potatoes clone of *Awachy 5* has a high starch content of 25.46%, so it can be processed into starch flour as raw material of *Emergency Food*. Utilization can be optimized through physical modifications of *Heat Moisture Treatment* (HMT) to improve the deficient functional properties and amylograph characteristics of starch. The research objective is to obtain the temperature and the length of time of HMT's modification, to produce sweet potato starch with functional properties and amylograph different. The research method is a method of trial with a randomized block design (RBD), consisting of 5 treatments and 3 replications: without heating (control), HMT at a temperature of 80 ° C for 4 hours; 80 ° C for 8 hours; 110oC for 4 hours; and 110oC for 8 hours respectively. Sweet potato starch treated with HMT at a temperature of 110oC for 8 hours was selected, it has a swelling volume of 4.205 ml / g, solubility 2.117%, 48.655% freeze thaw stability, gel strength 4.684 gf, degree of whiteness 76.717%, the initial temperature of gelatinization 83,388oC, peak viscosity 5063.833 cP, breakdown viscosity 486.500 cP and setback cP viscosity 3596.833.

Keywords: amylograph, *Awachy 5*, functional properties , HMT modifacaton, starch

PENDAHULUAN

Berbagai bencana alam yang terjadi beberapa tahun terakhir ini, khususnya di Indonesia mengakibatkan penderitaan yang cukup mendalam bagi korban. Sebagian besar dari korban bencana alam yang selamat mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan pangan. Bantuan pangan yang umumnya telah diberikan berupa mi instan dan beras yang memerlukan proses pemasakan dan air bersih. Hal ini menyulitkan korban bencana alam apabila infrastruktur dan fasilitas tidak tersedia. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengembangkan pangan darurat yang dapat langsung dikonsumsi dan memenuhi kebutuhan energi harian sekitar 2100 kkal yang disumbangkan oleh protein sebesar 10-15%, lemak 35-45% dan karbohidrat 40-50% untuk seluruh kelompok usia, kecuali pada ibu hamil dan menyusui (Zoumas, et.al, 2002). Kebutuhan karbohidrat ini dapat dipenuhi dari bahan pangan yang memiliki sumber karbohidrat tinggi, salah satunya adalah ubi jalar (Koswara, 2009). Kandungan karbohidrat utama dalam ubi jalar yaitu pati.

Kandungan pati yang cukup tinggi pada ubi jalar, yaitu 20-30% (Siregar, 2014) membuat ubi jalar dapat diolah menjadi produk setengah jadi yaitu tepung pati yang kemudian dapat digunakan sebagai bahan berbagai macam produk. Hingga kini pati ubi jalar alami belum dimanfaatkan secara optimal, padahal pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas. Salah satu penyebab kurang optimalnya pemanfaatan ubi jalar adalah pati ubi jalar alami memiliki beberapa sifat fungsional dan amilografi yang kurang baik, seperti pembengkakan yang besar, gel yang dihasilkan tidak padat (Tian, et.al, 1991 dikutip oleh Pranoto, et.al, 2014) dan tidak stabil terhadap suhu tinggi, asam, dan proses mekanis (Syamsir, et.al, 2012). Hal ini menyebabkan pemanfaatan pati ubi jalar alami menjadi terbatas untuk produk pangan. Pati dapat digunakan sebagai bahan baku maupun bahan tambahan seperti pengental (*thickening agent*), pembentuk gel (*gelling agent*), pembentuk film (*filming agent*), dan penstabil (*stabilizing agent*) (Kusnandar, 2010).

Sifat fungsional dan amilografi pati yang kurang baik ini dapat diatasi dengan teknik modifikasi pati. Pati termodifikasi adalah pati yang diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik dari sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya (Glicksman, 1969 dikutip oleh Koswara, 2009). Modifikasi pati terbagi menjadi tiga, yaitu modifikasi secara fisik, kimia, dan enzimatis. Modifikasi pati secara fisik lebih sering digunakan karena bersifat lebih aman dibandingkan dengan modifikasi secara kimia dan dapat meningkatkan sifat fungsional dari patinya (Stute, 1992 dikutip oleh Pranoto, et.al, 2014). Oleh karena itu, teknik modifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah modifikasi secara fisik, yaitu dengan menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT).

Modifikasi pati *Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan *hydrothermal treatments* dengan memanaskan pati pada kadar air terbatas di atas suhu gelatinisasi pada waktu tertentu sehingga pati tidak tergelatinisasi tetapi hanya mengalami perubahan konformasi molekul yang disertai perubahan karakteristiknya (Collado dan Corke, 1999 dikutip oleh Oktaviani, 2013). Secara umum dilaporkan bahwa HMT dapat menurunkan viskositas *breakdown*, viskositas puncak, dan pembengkakan granula pati, meningkatkan suhu gelatinisasi, serta meningkatkan ketahanan terhadap pemanasan dan perlakuan mekanis (Eliasson, 2004). Hal ini membuat pati termodifikasi HMT memiliki sifat fungsional dan amilografi yang lebih baik dibandingkan pati alaminya sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam produk pangan, salah satunya dapat menjadi bahan sediaan yang akan diaplikasikan menjadi produk pangan darurat.

Modifikasi pati secara HMT dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu pemanasan sehingga dapat terjadi perubahan struktur molekul serta karakteristik *pasting* pati (Putri, et.al, 2014) tanpa menghancurkan struktur granulanya (Eliasson, 2014). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui suhu dan lama waktu modifikasi HMT terhadap sifat fungsional dan amilografi pati ubi jalar yang dihasilkan.

METODE

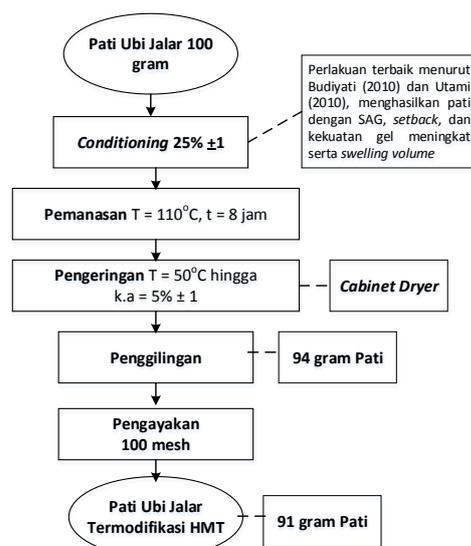
Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu ubi jalar kuning klon Unpad varietas *Awachy 5* dengan umur panen 4 – 4,5 bulan yang diperoleh di lahan percobaan Faperta Unpad, Ciparanje, Jatinangor dan akuades. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah HCl 3%, NaOH 30%, NaOH 1 N, CH₃COOH 3%, Larutan *Luff Schoorl*, KI 2%, KI 20%, H₂SO₄ 25%, Na₂S₂O₃ 0,1 N, indikator amilum.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, refrigerator, blender, *grinder*, ayakan 100 mesh, baskom, *sealer*, pisau *stainless steel*, loyang, kain saring, timbangan, talenan, gunting, sendok, *aluminium foil*, dan plastik *polypropilen*. Alat untuk analisis yaitu neraca analitik, RVA (*Rapid Visco Analyzer starch master 2 parten warriewood NSW 2012 Australia*, desikator, *stopwatch*, gelas ukur, erlenmeyer, refluks, *sentrifuse*, tabung *sentrifuse*, *vortex mixer*, spatula, *waterbath*, *hotplate*, buret, oven, cawan, kertas saring, pipet volumetrik, labu ukur, *soxhlet*, refrigerator, *Texture Analyzer TA-XT2*, silinder plastik.

Metode

Proses pembuatan pati ubi jalar *Awachy 1* dan biang termodifikasi HMT disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan Pati Ubi Jalar dan Biang Termodifikasi HMT

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sebagai rancangan lingkungan yang terdiri 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang dilakukan merupakan kombinasi variasi antara 2 suhu dan 2 lama waktu modifikasi dengan kadar air 25%. Adapun perlakuan yang dicoba adalah sebagai berikut :

A = Tanpa pemanasan HMT (kontrol);

B = Pemanasan HMT 80°C selama 4 jam;

C = Pemanasan HMT 80°C selama 8 jam,

D = Pemanasan HMT 110°C selama 4 jam

E = Pemanasan HMT 110°C selama 8 jam

Uji pada taraf 5% digunakan untuk mengetahui ada tidaknya keragaman antar perlakuan, jika $F_h \leq F_{0,05}$ maka dinyatakan tidak ada keragaman antar perlakuan, sedangkan jika $F_h > F_{0,05}$, maka dinyatakan ada keragaman antar perlakuan, selanjutnya dilakukan pengujian lanjutan berupa Uji Beda Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% (LSR Test) untuk mengetahui beda pengaruh antar perlakuan. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Swelling volume

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap *swelling volume* pati ubi jalar yang dihasilkan. Hasil analisis *swelling volume* pati ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap *Swelling volume* Pati Ubi Jalar

Perlakuan	<i>Swelling volume</i> (ml/g b.k)
Pemanasan HMT	
A: Kontrol	11,806 a
B: 80°C, 4 jam	10,219 b
C: 80°C, 8 jam	9,224 c
D: 110°C, 4 jam	6,195 d
E: 110°C, 8 jam	4,205 e

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Swelling volume pati ubi jalar berbeda nyata pada setiap perlakuan pemanasan

HMT. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu HMT, maka semakin kecil *swelling volume* pada pati ubi jalar. Seluruh *swelling volume* pati ubi jalar dengan perlakuan pemanasan lebih rendah dibandingkan pati ubi jalar perlakuan kontrol. Hal ini dikarenakan pati ubi jalar dengan perlakuan pemanasan mengalami pengaturan kembali molekul pati yang mengakibatkan menurunnya kapasitas pengembangan granula pati (Hormdok dan Noomhorm, 2007). Peningkatan interaksi amilosa-amilopektin, ikatan intramolekular yang menguat, terbentuknya formasi amilosa-lipid yang kompleks, dan terjadi perubahan susunan kristalin pada pati menyebabkan penurunan *swelling volume* pati (Zavareze dan Dias, 2011).

Pranoto, et.al (2014) menyatakan bahwasemakin lamanya waktu pemanasan, maka semakin banyak terjadi peningkatan interaksi ikatan molekular pada pati yang disebabkan karena molekul pati kehilangan formasi *double helix* sehingga *swelling volume* menjadi terbatas. Wang, et.al (2006) juga menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan, maka semakin banyak terbentuk kristalin baru yang dapat meningkatkan stabilitas granula dan mengurangi kemampuan pembengkakan granula.. Menurut Vieira dan Sarmento (2008) serta Adebawale (2005), suhu mempengaruhi perubahan kristalin dan memberikan perubahan pada kapasitas pembengkakan pati. HMT tidak hanya mengubah daerah kristalin tetapi juga mengubah daerah amorf. Seiring meningkatnya suhu, maka semakin banyak terbentuk amilosa-lipid yang kompleks sehingga menurunkan kapasitas pembengkakan pati (Olayinka, et.al, 2008).

Solubility

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap *solubility* pati ubi jalar yang dihasilkan. Hasil analisis *solubility* pati ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

Solubility pati ubi jalar berbeda nyata pada setiap perlakuan pemanasan HMT. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu HMT, maka semakin kecil *solubility* pada pati ubi jalar. Seluruhsolubility pati ubi jalar dengan perlakuan pemanasan lebih

rendah dibandingkan pati ubi jalar perlakuan kontrol.

Tabel 2. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap *Solubility Volume* Pati Ubi Jalar

Perlakuan Pemanasan HMT	<i>Solubility</i> (% b.k)
A:Kontrol	13,723 a
B: 80°C, 4 jam	7,256 b
C: 80°C, 8 jam	6,551 c
D: 110°C, 4 jam	2,497 d
E: 110°C, 8 jam	2,117 e

Keterangan : Rata- rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Menurut Olayinka, et.al (2008), penurunan *solubility* disebabkan karena terurainya rantai *double helix* dalam susunan kristalin dalam granula, serta meningkatnya interaksi rantai amilosa-amilosa dan amilopektin-amilopektin selama proses HMT. Menurut Zavareze dan Dias (2011), penurunan *solubility* seiring dengan perlakuan HMT dikarenakan adanya penyusunan kembali granula pati yang menyebabkan menguatnya ikatan intramolekular, terbentuknya gugus amilopektin yang lebih teratur dan formasi amilosa-lipid yang kompleks.

Solubility pati ubi jalar dengan pemanasan pada suhu 110°C selama 4 jam lebih rendah dibandingkan pati ubi jalar dengan pemanasan pada suhu 80°C selama 8 jam. Kurakake, et.al (1997) yang dikutip oleh Sun, et.al (2013) melaporkan bahwa *solubility* menurun seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi suhu yang digunakan, maka granula pati menjadi lebih kuat karena terjadi penyusunan kembali antara amilosa dan amilopektin. Peningkatan interaksi antara amilosa-amilopektin atau amilopektin-amilopektin menghasilkan struktur yang lebih stabil sehingga menghambat amilosa untuk keluar dari granula pati (Gomes, et.al, 2005). Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Klein, et.al, (2013), dimana terjadi penurunan *solubility* pada pati beras, singkong dan pinhao seiring dengan tingginya suhu pemanasan.

Solubility pati merupakan hasil dari amilosa *leaching* yang berdifusi keluar dari granula pati saat membengkak (Tester dan Morrison, 1990 dikutip oleh Zavareze dan Dias, 2011). Nilai *solubility* yang rendah menghasilkan granula pati yang lebih kuat dan stabil sehingga menghambat amilosa keluar dari granula pati pada saat pemanasan.

Freeze thaw stability (Sineresis)

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap *freeze thaw stability* (sineresis) pati ubi jalar yang dihasilkan. Hasil analisis *freeze thaw stability* ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap *Freeze Thaw Stability* (Sineresis) Pati Ubi Jalar

Perlakuan Pemanasan HMT	<i>Freeze Thaw Stability</i> (% Sineresis)
A:Kontrol	14,405 d
B: 80°C, 4 jam	37,281 c
C: 80°C, 8 jam	38,038bc
D: 110°C, 4 jam	40,479b
E: 110°C, 8 jam	48,331 a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan pada taraf 5%, *freeze thaw stability* pati ubi jalar kontrol berbeda nyata dengan seluruh pati ubi jalar perlakuan pemanasan HMT. *Freeze thaw stability* perlakuan pemanasan HMT 80°C selama 4 jam tidak berbeda nyata dengan pati ubi jalar HMT 80°C selama 8 jam. *Freeze thaw stability* perlakuan pemanasan HMT 110°C selama 4 jam tidak berbeda nyata dengan pati ubi jalar HMT 80°C selama 8 jam. *Freeze thaw stability* perlakuan pemanasan HMT 110°C selama 8 jam berbeda nyata dengan seluruh perlakuan.

Freeze thaw stability pati ubi jalar kontrol memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan seluruh pati ubi jalar perlakuan pemanasan HMT. Rendahnya % sineresis pada pati ubi jalar kontrol tersebut sejalan dengan nilai viskositas *setback*nya yang rendah pula dibandingkan dengan

perlakuan pemanasan HMT yang dapat dilihat pada Tabel 3 . Hal ini dikarenakan perlakuan HMT dapat meningkatkan ikatan silang di antara rantai pati terutama pada fraksi amilosa sehingga meningkatkan viskositas *setback* (Pinto, et.al, 2012). Pengikatan kembali molekul-molekul amilosa tersebut menyebabkan terjadinya sineresis (Winarno, 2004).

Freeze thaw stability juga dapat digunakan sebagai indikator kecenderungan pati untuk retrogradasi (Schoch, 1986 dikutip oleh Karim, et.al, 2000). Berdasarkan Kusnandar, (2010), retrogradasi terjadi karena kecenderungan terbentuknya ikatan hidrogen dari molekul-molekul amilosa dan amilopektin selama pendinginan sehingga air akan terpisah dari struktur gelnya.

Kekuatan Gel

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan gel pati ubi jalar yang dihasilkan. Hasil analisis kekuatan gel pati ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap Kekuatan Gel Pati Ubi Jalar

Perlakuan Pemanasan HMT	Kekuatan Gel (gF)
A:Kontrol	1,660 c
B: 80°C, 4 jam	3,521 b
C: 80°C, 8 jam	3,147 b
D: 110°C, 4 jam	4,073 a
E: 110°C, 8 jam	4,649 a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan uji Duncan dengan taraf 5%, kekuatan gel pati ubi jalar pada perlakuan pemanasan HMT berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Seluruh kekuatan gel pati ubi jalar pada perlakuan pemanasan HMT lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Besarnya nilai kekuatan gel ini berhubungan dengan besarnya nilai *setback* yang menunjukkan kemampuan pati untuk beretrogradasi dan sineresis (Sandhu dan Singh, 2007). Semakin tinggi nilai *setback*, menunjukkan semakin tinggi pula kecenderungan untuk membentuk gel.

Menurut Zavareze dan Dias, (2011), HMT meningkatkan ikatan silang di antara rantai pati terutama pada fraksi amilosa. Hal ini menyebabkan terbentuknya *junction zone* pada fase kontinu gel sehingga meningkatkan kekuatan gel. Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian lain yaitu perlakuan HMT dapat meningkatkan kekuatan gel pada pati beras, singkong, dan pinhao (Klein, et.al, 2013), dan pati beras (Hormdok., et.al, 2007).

Menurut Choi dan Kerr (2003), tekstur gel dipengaruhi oleh amilosa serta volume dan perubahan bentuk granula. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya nilai kekuatan gel ini juga dipengaruhi oleh rendahnya *solubility* dan *swelling volume* pati. Semakin rendah *solubility* dan *swelling volume* pati, menunjukkan semakin tinggi pula kecenderungan untuk membentuk gel (Chung, et.al, 2000; Eliasson, 2004).

Derajat Putih

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap derajat putih pati ubi jalar yang dihasilkan. Hasil analisis derajat putih pati ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap Derajat Putih Pati Ubi Jalar

Perlakuan Pemanasan HMT	Derajat Putih (%)
A:Kontrol	79,683 a
B: 80°C, 4 jam	78,850 ab
C: 80°C, 8 jam	78,500 b
D: 110°C, 4 jam	78,167 b
E: 110°C, 8 jam	76,717 c

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan uji Duncan dengan taraf 5%, derajat putih pati ubi jalar pada perlakuan kontrol tidak berbeda dengan perlakuan pemanasan HMT 80°C selama 4 jam. Derajat putih pati ubi jalar perlakuan pemanasan HMT 80°C selama 4 jam tidak berbeda dengan perlakuan pemanasan HMT 80°C selama 8 jam dan HMT 110°C selama 4 jam. Hal ini dikarenakan

penurunan derajat putih pada perlakuan tersebut sangat kecil, sehingga tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

Derajat putih pati ubi jalar perlakuan pemanasan HMT 110°C selama 8 jam berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pati ubi jalar dengan perlakuan tersebut memiliki derajat putih yang lebih rendah dibandingkan pati ubi jalar perlakuan lainnya. Penurunan derajat putih tersebut dikarenakan modifikasi HMT menyebabkan berkurangnya kadar air pati akibat adanya evaporasi air mengakibatkan berubahnya warna permukaan pati menjadi kurang cerah dibandingkan pati alami. Penggunaan suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama dibandingkan perlakuan lainnya menyebabkan warna pati perlakuan pemanasan HMT 110°C selama 8 jam kurang cerah dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian Oktaviani (2013), yaitu bahwa perlakuan modifikasi HMT dapat menurunkan derajat putih pati ubi jalar alami.

Sifat Amilografi

Parameter *pasting* yang diamati pada penelitian ini meliputi suhu awal gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas *breakdown*, dan viskositas *setback*. Data sifat amilografi pati ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 6.

Suhu Awal Gelatinisasi

Hasil analisis suhu awal gelatinisasi pati ubi jalar perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap suhu awal gelatinisasi pati ubi jalar yang dihasilkan. Seluruh suhu awal gelatinisasi pati ubi jalar pada perlakuan pemanasan HMT lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini dikarenakan proses modifikasi HMT menyebabkan rekristalisasi komponen granula pati (Gunaratne and Corke 2007), terjadi interaksi molekular pada daerah kristalin dan amorf yang membentuk struktur yang kuat dengan ikatan hidrogen, dan mendorong interaksi antara rantai polimer amilosa dan amilopektin pada struktur granula yang menghasilkan struktur yang lebih kompak (Li, et.al, 1995 dikutip oleh Pranoto, et.al, 2014).

Tabel 6. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu HMT Terhadap Sifat Amilograf Pati Ubi Jalar

Perlakuan Pemanasan HMT	Sifat Amilografi			
	Suhu Awal Gelatini-sasi (°C)	Viskositas Puncak (cP)	Viskositas <i>Break-down</i> (cP)	Viskositas <i>Setback</i> (cP)
A:Kontrol	76,37 c	5310,67 a	3093,50 a	943,17 c
B: 80°C, 4 jam	79,71 b	5463,33 a	1635,50 ab	3089,67 b
C: 80°C, 8 jam	80,46 b	5504,67 a	1186,67 ab	2705,00 ab
D: 110°C, 4 jam	82,63 a	5250,67 a	940,83 bc	3563,17 a
E: 110°C, 8 jam	83,39 a	5063,83 a	486,50 c	3596,83 a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian lain yaitu perlakuan HMT dapat meningkatkan suhu awal gelatinisasi pada pati sorgum merah (Adebowale et.al, 2005), pati sagu (Pukkahuta, et.al, 2008), serta pati jagung, *pea*, dan *lentil* (Chung et.al,2010).

Proses HMT menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, maka akan meningkatkan kristalinitas pati karena terjadi perubahan struktur granula pati serta meningkatkan transisi parsial daerah amorf ke kristalin (Sun, et.al, 2013). Peningkatan tersebut menghasilkan pati yang lebih stabil selama pemanasan (Horndok, et.al, 2007). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Klein, et.al (2013), dimana suhu awal gelatinisasi pati beras dan **pinhao** meningkat seiring dengan tingginya suhu pemanasan HMT.

Viskositas Puncak

Hasil analisis viskositas puncak pati ubi jalar menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan HMT tidak memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas puncak pati ubi jalar yang dihasilkan. Viskositas puncak pati ubi jalar pada perlakuan pemanasan HMT mengalami peningkatan kemudian penurunan seiring dengan peningkatan suhu dan lama waktu HMT. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pranoto, et.al, (2014), bahwa viskositas puncak pati ubi jalar meningkat dibandingkan pati alami, tetapi semakin lama Proses HMT mengakibatkan adanya interaksi antara daerah amorf dan kristalin.

Interaksi ini menyebabkan peningkatan kekompakan molekul pati sehingga terjadi penurunan penetrasi air dan terbatasnya pembengkakan granula pati yang menyebabkan viskositas puncak menurun. Hasil ini juga sejalan menurut penelitian Horndok dan Noomhorm (2007), yang menyatakan bahwa penurunan viskositas puncak pada pati beras perlakuan HMT dipengaruhi oleh terbatasnya kapasitas pembengkakan pati.

Viskositas Breakdown

Hasil analisis viskositas *breakdown* pati ubi jalar menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas puncak pati ubi jalar yang dihasilkan. Pati ubi jalar dengan pemanasan HMT 110°C selama 8 jam memiliki viskositas *breakdown* paling rendah dibandingkan perlakuan yang lainnya. Hal ini dikarenakan meningkatnya keteraturan matriks kristalin dan pembentukan kompleks amilosa lemak yang menurunkan kapasitas pembengkakan granula dan memperbaiki stabilitas pasta selama pemanasan (Pukkahuta, et.al, 2008). Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian lain yaitu perlakuan HMT dapat menurunkan viskositas *breakdown* pada pati singkong (Klein, et.al, 2013), pati pinhao (Pinto, et.al, 2012), dan pati jagung (Pukkahuta, et.al, 2008).

Menurut Singh, et.al, (2011), viskositas *breakdown* menunjukkan kestabilan granula pati saat pemanasan dan pengadukan

berlanjut. Tingginya nilai viskositas *breakdown* tidak diharapkan terjadi selama tahap pengolahan karena adanya kekentalan yang tidak merata dan menyebabkan pasta pati menjadi sangat lengket ketika diaduk (Eliasson, et.al, 2004).

Viskositas Setback

Hasil analisis viskositas *setback* pati ubi jalar menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan HMT memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas *setback* pati ubi jalar yang dihasilkan. Viskositas *setback* pati ubi jalar kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pati ubi jalar kontrol memiliki viskositas *setback* yang lebih rendah dibandingkan semua pati ubi jalar dengan perlakuan pemanasan HMT. Hal ini dikarenakan HMT dapat meningkatkan ikatan silang di antara rantai pati terutama pada fraksi amilosa. Hal ini menyebabkan terbentuknya *junction zone* pada fase kontinu gel sehingga meningkatkan viskositas *setback* (Pinto, et.al, 2012).

SIMPULAN

Modifikasi pemanasan HMT pada berbagai suhu dan lama waktu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *swelling volume*, *solubility*, *freeze thaw stability*, kekuatan gel, derajat putih, suhu awal gelatinisasi, viskositas *breakdown*, dan viskositas *setback*, tetapi tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap viskositas puncak.

Pemanasan HMT 110°C selama 8 jam menghasilkan pati ubi jalar yang berbeda dengan karakteristik *swelling volume* 4,205 ml/g, *solubility* 2,117%, *freeze thaw stability* 48,655%, kekuatan gel 4,684 gf, derajat putih 76,717%, suhu awal gelatinisasi 83,388°C, viskositas puncak 5063,833 cP, viskositas *breakdown* 486,500 cP, dan viskositas *setback* 3596,833 cP.

DAFTAR PUSTAKA

Adebowale, K. O., Afolabi, T. A., & Olu-Owolabi, B. I. 2005. Hydrothermal treatments of Finger millet (Eleusine coracana) starch. Food Hydrocolloids, 19, 974–983.

Choi, S. G., and Kerr, W. L. 2003. Water mobility and textural properties of native and hydroxypropylated wheat

starch gels. Carbohydrate Polymers, 51, 1–8.

- Chung, K. M., Moon, T. W., and Chun, L. K. 2000. Influence of annealing on gel properties of mung bean starch. Cereal Chemistry, 77, 567–571.
- Eliasson, A. C. 2004. Starch in Food : Structure, Function, and Application. CRC Press. North America
- Gomes, A. M. M., Silva, C. E. M., & Ricardo, N. M. P. S. 2005. Effects of annealing on the physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo). Carbohydrate Polymers, 60, 1–6.
- Gunaratne, A and H. Corke, 2007. Effect of Hydroxypropylation and Alkaline Treatments in Hydroxypropylation on some Structural and Physicochemical Properties of Heat-Moisture Treated Wheat, Potato and Waxy Maize Starch. J. Carbohydrate Polymers 68 : 305 – 313.
- Horndok, R., & Noomhorm, A. 2007. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality. LWT-Food Science and Technology, 40, 1723–1731.
- Karim, A. Abd., Norziah, M.H., Seow, C.C. 2000. Review : Methods for the study of starch retrogradation. Food Chemistry 71, 9±36
- Klein, B., Pinto, V.Z., Vanier, N.L., Zavareze, E.R., Colussi, R., Evangelho, J.A., Gutkosko, L.C, and Dias, A.R.G. 2013. Effect of single and dual heat–moisture treatments on properties of rice, cassava, and pinhao starches. Carbohydrate Polymers 98, 1578– 1584
- Koswara, S. 2009. Teknologi Modifikasi Pati. Ebook Pangan. Available online at tekpan.unimus.ac.id. Diakses pada tanggal 15 Maret 2016
- Kusnandar, F. 2010. Teknologi Modifikasi Pati dan Aplikasinya di Industri Pangan. <http://itp.fateta.ipb.ac.id/>. Diakses pada tanggal 28 Maret 2016.
- Oktaviani, I. 2013. Pengaruh Suhu Modifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) Terhadap Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas L.*). Skripsi. Fakultas

- Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Olayinka, O. O., Adebowale, K. O., & Olu-Owolabi, B. I. 2008. Effect of heat-moisture treatment on physicochemical properties of white sorghum starch. *Food Hydrocolloids*, 22, 225–230.
- Pinto, V. P., Vanier, N. L., Klein, B., Zavareze, E. R., Elias, M. C., Gutkoski, L. C., et al. 2012. Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch.
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi and Rakshit, S. K. 2014. Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal* 21(5): 2031-2038
- Pukkahuta, C., Suwannawat, B., Shobsngob, S., and Varavinit, S. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat-moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 72, 527–536.
- Putri, W.D.R., Zubaidah, E., Ningtyas, D. W. 2014. Effect of heat moisture treatment on functional properties and microstructural profiles of sweet potato flour. *Advance Journal of Food Science and Technology* 6(5) : 655-659. ISSN : 2042-4868
- Sandhu, K. S., and Singh, N. 2007. Some properties of corn starches II: physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. *Food Chemistry*, 101, 1499–1507.
- Singh H, Chang Y, Lin J, Singh N, dan Singh N. 2011. Influence of heat-moisture treatment and annealing on functional properties of sorghum starch. *Food Research International* 44: 2949-2954.
- Siregar, Nurhamida. 2014. Karbohidrat. *Jurnal Ilmu Keolahragaan* Vol. 13 (2) : 38-44
- Sun, Q., Wang, T., Xiong, L., Zhao, Y. 2013. The effect of heat moisture treatment on physicochemical properties of early indica rice. *Food Chemistry* 141, 853–857
- Syamsir, E. Hariyadi, P., Fardiaz, D. Andarwulan, N., Kusnandar, F. 2012. Pengaruh proses heat moisture treatment (hmt) terhadap karakteristik fisikokimia pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor*
- Vieira, F. C. and Sarmento, S.B.S. 2008. Heat-Moisture Treatment and Enzymatic Digestibility of Peruvian Carrot, Sweet Potato and Ginger Starches. *Starch/Stärke* 60, 223-232.
- Wang, W., Lai, V., Chang, K., Lua, S., and Ho, H. 2006. Effect of amylopectin structure on the gelatinization and pasting properties of selected yam (*Dioscorea* spp.) starches. *Starch/Stärke*, 58, 572–579.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Zavareze, E. R., and Dias, A. R. G. 2011. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: A review. *Carbohydrate Polymers*, 83, 317–328.
- Zoumas, B.L., Armstrong, L.E., Backstrand, J.R., Chenoweth, W.L., Chinachoti, P., Klein, B.P., Lane, H., Marsh, K.S., Tolvanen, M. 2002. High-energy, nutrient-dense emergency relief product. Food and Nutrition Board: Institute of Medicine. National Academy Press, Washington, DC.