

**PENINGKATAN KUALITAS MI INSTAN SAGU MELALUI
MODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT***
(Quality Improvement of Sago Starch Noodle through Heat Moisture Treatment
Modification)

Sugiyono¹⁾, Ridwan Thahir²⁾, Feri Kusnandar¹⁾, Endang Yuli Purwani²⁾, Dian Herawati¹⁾

¹⁾ Dep. Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

²⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Penggunaan sago asal Papua dan Sukabumi sebagai baku mi instan dibatasi oleh sifat alami pati. Modifikasi pati sago dengan metode *heat moisture treatment* (HMT) dapat menghasilkan pati sago yang lebih sesuai sebagai bahan baku maupun bahan tambahan produk mi. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum modifikasi pati sago dengan metode HMT pada skala 5 kg, dan memperoleh kondisi optimum produksi mi sago pada skala 5 kg. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu: Penentuan kondisi optimum modifikasi pati sago dengan metode HMT pada skala 5 kg dan Penentuan formula optimum dan tahap kritis produksi mi instan sago termodifikasi HMT pada skala 5 kg. Kondisi optimum modifikasi HMT pada skala yang lebih besar diperoleh dengan kondisi suhu 150°C dengan waktu 2 jam, kadar air 28% dan pH netral pada sago Sukabumi. Pati termodifikasi HMT ini mempunyai viskositas puncak yang jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan viskositas puncak pati sago alaminya (*native*). Perubahan karakteristik ini berhubungan dengan kemampuan pati sago dalam menahan pembengkakan pada saat mengalami gelatinisasi. Adanya penurunan puncak viskositas ini seiring dengan penurunan *breakdown* pati termodifikasi HMT (20 BU) sehingga pati Sukabumi termodifikasi HMT tersebut dapat dikategorikan sebagai pati dengan tipe C. Pati sago Papua yang dimodifikasi pada skala 5 kg tidak memperlihatkan hasil yang sama dengan pati yang dimodifikasi pada skala laboratorium. Oleh karena itu hanya pati Sukabumi termodifikasi HMT yang digunakan untuk produksi mi pada skala yang lebih besar (5 kg). Titik kritis produksi mi pada skala 5 kg adalah tahap pengadukan dan pengukusan. Mi yang diperoleh dari reoptimasi proses maupun formulasi mempunyai karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan mi yang dihasilkan dari skala lab.

Kata kunci : Pati sago, *heat moisture treatment* (HMT), mi.

ABSTRACT

Sago starch as a raw material for instant noodle was limited by its natural properties. Modification of sago starch by *heat moisture treatment* (HMT) method was expected to produce sago starch which was more suitable as a raw material or an additional material for noodle products. The objectives of this study were to obtain optimum conditions of HMT modification of sago starch on a scale of 5 kg, and to obtain optimum conditions of sago noodle production on a scale of 5 kg. This research was carried out into the following steps: Determination of optimum conditions of HMT modification for sago starch on a scale of 5 kg and Determination of optimum formula and the critical stage of the production of sago instant noodles on a scale of 5 kg. Optimum conditions for HMT sago starch modification in 5 kg scale were achieved at 150°C, 2 hours heating time on neutral pH for Sukabumi sago. That modified starch had a peak viscosity which was much lower when compared with the peak viscosity of natural sago starch (*native*).

Changes in these characteristics would be related to the ability of sago starch to hold swelling during gelatinization. Decreasing of peak viscosity at that modified starch was followed by decreasing of breakdown. HMT modified Sukabumi sago starch could be classified to C-type sago starch. The HMT optimum condition for Papua sago starch at 5 kg scale could not be obtained at various heating temperatures and durations. The gelatinization curve showed that the peak viscosity and breakdown of HMT Papua Starch were still high. Therefore this modified starch was not suitable for noodle production. Critical points on the production of sago noodle at 5 kg scale were dough kneading and steaming. Sago noodle from re-optimization and re-formulation had similar characteristics with the noodles produced from a lab scale.

Keywords : Sago starch, heat moisture treatment (HMT), noodle.

PENDAHULUAN

Studi yang dilakukan oleh Purwani *et al.* (2006), menunjukkan bahwa modifikasi pati sago dengan teknik *heat moisture treatment* (HMT) dapat meningkatkan kualitas mi yang dihasilkannya. Mi yang dihasilkan dari sago termodifikasi HMT mempunyai kekompakan dan elastisitas yang lebih tinggi serta *cooking loss* dan berat rehidrasi yang lebih rendah. Namun demikian, perlakuan HMT dapat menurunkan kelengketan mi dan meningkatkan waktu pemasakan mi. Waktu rehidrasi mi sago yang mencapai 7 sampai 9 menit jauh lebih lama jika dibandingkan mi instan pada umumnya yang hanya berkisar antara 3 – 4 menit (Purwani *et al.*, 2006; Kruger *et al.*, 1996).

Selain masih memiliki beberapa kelemahan, teknologi modifikasi HMT maupun teknologi proses produksi mi dari pati termodifikasi HMT yang telah dilakukan masih dalam skala laboratorium. Sementara itu, untuk dapat diaplikasikan secara komersial diperlukan teknologi proses produksi dalam skala yang lebih besar untuk mencapai produktivitas dan efisiensi yang diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan *scaling-up* untuk dapat menjembatani antara produksi pada skala laboratorium dengan skala komersial. Proses *scaling-up* dapat dilakukan dengan mengadopsi kondisi optimum proses yang telah diperoleh pada skala laboratorium.

Pada skala laboratotium, modifikasi HMT dilakukan dengan cara menempatkan pati dengan kadar air tertentu di dalam alat gelas kemudian dipanaskan di dalam oven konvensional dan sesekali diaduk (Purwani *et al.*, 2006; Adebowale *et al.*, 2005). Kondisi ini agak sulit diterapkan dalam skala yang lebih

besar karena pengeringan di dalam oven konvensional dan perlakuan pengadukan yang hanya dilakukan secara berkala akan sulit menyeragamkan distribusi panas pada seluruh sampel pati. Hal ini mengakibatkan bagian tertentu saja yang mendapatkan pemanasan dengan suhu yang diinginkan sehingga proses modifikasi menjadi tidak optimal. Modifikasi HMT dengan skala yang lebih besar dapat dilakukan dengan alat seperti molen *dryer* yang dapat berputar dan dialiri udara panas.

Pati termodifikasi HMT yang diperoleh dari hasil *scale-up* dapat diaplikasikan untuk produksi mi sagu dengan skala yang lebih besar (*scale-up*). Sebagaimana halnya *scale-up* produksi pati termodifikasi HMT, *scale-up* produksi mi sagu termodifikasi HMT memerlukan penentuan kondisi optimum yang akan berbeda dengan kondisi yang diterapkan pada skala laboratorium. Pada *scale-up* ini akan terdapat berbagai kondisi proses yang harus dioptimalkan sehingga mi yang dihasilkan mempunyai karakteristik mutu fisik, kimia maupun organoleptik yang diinginkan.

Selain kondisi proses, faktor yang juga mempengaruhi karakteristik mi yang dihasilkan adalah formulasi. Penggunaan bahan tambahan pangan tertentu yang dapat mempengaruhi pembentukan tekstur seperti STPP (sodium tripolifosfat), guar gum, garam alkali (sodium karbonat dan potassium karbonat), potas alum, serta kombinasinya dapat berpotensi meningkatkan sifat fisik dan organoleptik mi sagu yang dihasilkan (Yamazaki *et al.*, 2002; Kruger *et al.*, 1996). Oleh karena itu, studi mengenai optimasi formulasi dan kondisi proses produksi mi sagu termodifikasi HMT dengan skala yang lebih besar sangat diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Melakukan optimasi proses untuk memproduksi pati sagu termodifikasi secara fisik dengan teknik HMT pada skala 5 kg.
- b. Optimasi formulasi dan identifikasi tahap kritis proses produksi mi instan sagu termodifikasi HMT pada skala 5 kg.

METODE PENELITIAN

Bahan utama penelitian ini adalah pati sagu yang diperoleh dari Sukabumi dan Papua. Bahan pendukung yang digunakan antara lain: HCl pekat, Na₂SO₄, aquades, STPP, NaOH pelet, guar gum, dietil eter, alkohol 95%, asam asetat, CaCl₂, CuSO₄.5H₂O (fehling A), H₂SO₄, KNaC₄H₆O₆.4H₂O (fehling B), dekstrosa standar, heksan, metilen blue, serta bahan pendukung lain yang digunakan untuk preparasi maupun analisis sampel.

Peralatan yang digunakan antara lain terdiri atas peralatan utama dan peralatan pendukung. Peralatan utama yang digunakan antara lain: timbangan digital dengan kapasitas maksimum 6 kg, molen *dryer*, reaktor yang dilengkapi dengan agitator dan heater, oven pengering dan *multifunctional noodle machine*. Peralatan pendukung yang digunakan anatara lain: timbangan analitik, ayakan tepung, sentrifuse, oven kadar air, heater yang dilengkapi dengan magnetik stirer, mikroskop polarisasi cahaya, *whiteness* meter, *brabender amilograph*, tekstur analizer, freezer/refrige-rator, spektrofotometer, pH meter, gelas jar, *shaker waterbath*, dan alat memasak (kompor, panci dan lain-lain) serta alat-alat lain yang digunakan untuk preparasi maupun analisis sampel.

Modifikasi pati sagu termodifikasi HMT pada skala 5 kg (Purwani *et al.*, 2006)

Modifikasi HMT pati sagu dilakukan dengan mengkombinasikan suhu pemanasan (110, 120, 140, 150°C) dan waktu pemanasan (2 jam, 4 jam, 8 jam, dan 12 jam) pada kadar air 28%. Pengamatan terhadap pati sagu termodifikasi meliputi *swelling volume* dan kelarutan (Collado and Corke, 1999; Singh *et al.*, 2005), karakteristik pasta pati (Wattanachant *et al.*, 2002 yang dimodifikasi), kekuatan gel (Wattanachant *et al.*, 2002 yang dimodifikasi), *freeze-thaw stability* (Wattanachant *et al.*, 2003 yang dimodifikasi), dan kadar amilosa dan amilopektin (Riley *et al.*, 2006).

Pembuatan mi instan sagu termodifikasi HMT pada skala 5 kg.

Pati sagu termodifikasi HMT yang mempunyai karakteristik paling baik (berdasarkan karakterisasi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya) digunakan sebagai bahan baku produksi mi instan dengan skala 5 kg. Produksi mi dari pati sagu alami dan termodifikasi HMT dilakukan mengikuti prosedur Purwani *et al.*, 2006.. Analisis terhadap mi (Chen, 2003) yang dihasilkan kadar air (metode oven), kekompakan, kelengketan, elastisitas (texture analyzer TA-XT2), waktu pemasakan (waktu rehidrasi), *cooking loss* (susut masak), pertambahan berat dan pengembangan (swelling power) pada saat rehidrasi, dan *sifat organoleptik mi* dilakukan terhadap 3 kriteria mutu yaitu (kelengketan, kekenyalan dan kekerasan). Uji organoleptik yang dilakukan adalah uji kesukaan dengan menggunakan 5 skor yang berbeda berdasarkan tingkat kesukaan. Penulis yang digunakan adalah panelis tidak terlatih.

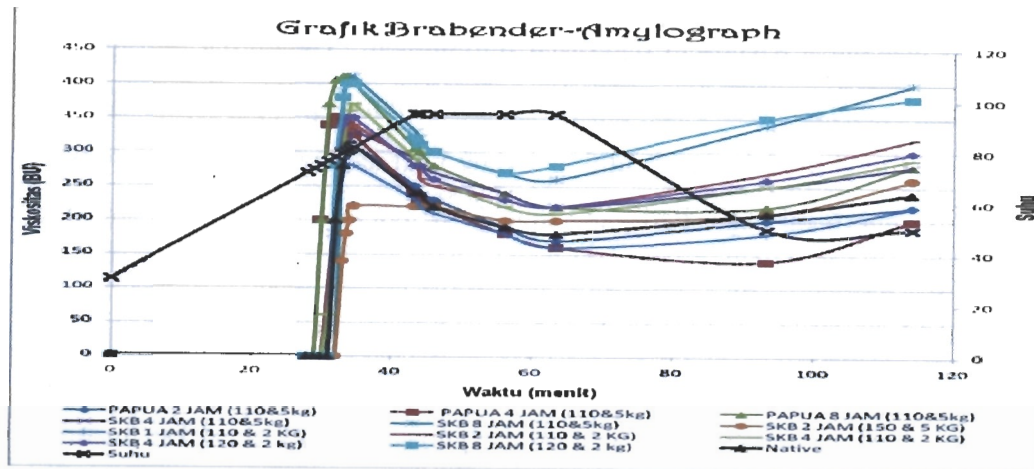
HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi HMT pati sagu pada skala 5 kg

Analisis karakteristik gelatinisasi pati sagu termodifikasi yang diperoleh menunjukkan bahwa modifikasi HMT pada semua perlakuan dapat menurunkan viskositas puncak dan *breakdown* seperti yang disajikan pada Gambar 1. Modifikasi pati sagu dengan metode HMT dilakukan dengan cara memanaskan pati di atas suhu gelatinisasi namun dengan kadar air terbatas sehingga pati tidak tergelatinisasi tetapi hanya mengalami perubahan konformasi molekul yang disertai dengan perubahan karakteristiknya. Perubahan yang terjadi pada pati termodifikasi HMT dipengaruhi oleh kondisi modifikasi seperti suhu, kadar air, pH dan waktu, serta karakteristik awal pati seperti proporsi amilosa dan tipe kristalisasi pati.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa pati tipe C diperoleh dengan perlakuan HMT suhu 150°C dengan waktu 2 jam pada sagu Sukabumi. Dapat dilihat pati termodifikasi HMT ini mempunyai viskositas puncak yang jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan viskositas puncak pati sagu alaminya (native). Perubahan karakteristik ini akan berhubungan dengan kemampuan pati sagu dalam menahan pembengkakan pada saat mengalami gelatinisasi. Adanya penurunan puncak

viskositas ini seiring dengan penurunan *breakdown* pati termodifikasi HMT (20 BU).



Gambar 1. Profil gelatinisasi pati sagu termodifikasi HMT sukabumi dan pati sagu termodifikasi HMT papua

Pada pati papua HMT termodifikasi belum diperoleh suhu dan waktu yang optimum untuk memperoleh pati dengan profil tipe C yang diinginkan dalam pembuatan mi. Pada Gambar 1 masih terlihat puncak viskositas yang tinggi, serta terjadinya penurunan puncak yang sangat tajam dan diiringi penurunan *breakdown* yang sangat tinggi (120 BU).

Sineresis, swelling volume dan pati yang tidak membentuk gel

Modifikasi HMT skala 5 kg pada kondisi yang sama terhadap pati sagu Papua dan pati sagu Sukabumi memberikan pengaruh yang berbeda. Perbedaan tersebut terletak pada persentase sineresis (%), *swelling volume*, dan fraksi pati tidak membentuk gel (Tabel 1).

Tabel 1. Sineresis, *swelling volume* dan pati tidak membentuk gel dari pati Papua dan Pati Sukabumi

Pati sagu	Sineresis (%)	<i>Swelling volume</i> (%)	Pati tidak membentuk gel (%)		
			Terlarut	Tersuspensi	Total
Papua alami	32.15 ± 3.71	6.1 ± 0.6	1.29 ± 0.11 ^a	8.04 ± 0.11 ^a	9.33
Papua HMT 5 kg	8.83 ± 2.66	29.76 ± 2.0	0.30 ± 0.22	2.61 ± 1.44	2.91
Sukabumi alami	16.65 ± 2.67	19.33 ± 1.5	1.7 ± 0.16	8.54 ± 2.66	10.24
Sukabumi HMT 5 kg	29.33 ± 0.29	17.00 ± 0.09	15.45 ± 0.05	1.92 ± 1.99	17.37

Modifikasi pati dengan teknik HMT menghasilkan pati dengan karakteristik tipe C pada pati sagu Sukabumi. Pati dengan tipe C mempunyai kecenderungan untuk mengalami retrogradasi yang lebih tinggi yang dapat dilihat dari besarnya peningkatan viskositas pasta pati pada saat didinginkan. Terjadinya retrogradasi diikuti dengan sineresis yaitu keluarnya air dari matrik gel pati. Pati dengan sineresis yang tinggi mudah membentuk gel yang kuat dan hal tersebut diinginkan untuk produk seperti mi sagu. Pati yang mudah mengalami retrogradasi semakin mudah mengalami sineresis.

Modifikasi HMT pada sagu Sukabumi menghasilkan pati termodifikasi dengan *swelling volume* yang lebih rendah bila dibandingkan pati alaminya. Peningkatan *swelling volume* pada pati yang digunakan untuk produksi mi tidak diinginkan karena pati dengan *swelling volume* yang tinggi cenderung menghasilkan mi dengan pembengkakan yang tinggi pada saat dimasak.

Parameter persentase fraksi pati yang tidak membentuk gel pada pati yang digunakan sebagai bahan baku mi akan terkait dengan kualitas masak mi yang dihasilkannya. Pati dengan persentasi fraksi pati yang tidak membentuk gel tinggi menghasilkan mi dengan susut masak yang tinggi pula. Pati sagu Sukabumi mengalami peningkatan persentase fraksi pati yang tidak membentuk gel setelah mengalami modifikasi HMT.

Perlakuan modifikasi HMT dapat mengubah kandungan pati, amilosa dan amilopektin pati sagu. Kandungan pati, amilosa dan amilopektin pati sagu disajikan pada Tabel 2. Perlakuan modifikasi HMT terhadap pati sagu Papua maupun Sukabumi menurunkan kandungan pati. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya hidrolisis parsial selama pemanasan berlangsung. Persentase amilosa dan amilopekti pati sagu HMT Sukabumi terlihat mengalami penurunan yang proporsional. Sementara itu, pati sagu HMT Papua terlihat hanya mengalami penurunan amilosa. Kandungan amilopektin pati sagu HMT Papua mengalami peningkatan yang sangat signifikan.

Tabel 2. Kandungan pati, amilosa dan amilopektin pati sagu

Sagu	Pati (%bk)	Amilosa (%bk)	Amilopektin (%bk)
Papua Alami	88.32 ± 0.38	41.34 ± 0.36	46.97 ± 0.74
Papua HMT 5 kg	83.06 ± 0.45	20.57 ± 0.01	62.48 ± 0.44
Sukabumi alami	86.90 ± 0.76	27.22 ± 0.01	59.68 ± 0.75
Sukabumi HMT 5 kg	80.48 ± 0.08	24.23 ± 0.02	56.24 ± 0.05

Pembuatan mi instan sagu termodifikasi HMT pada skala 5 kg

Karakteristik pati sagu yang mempunyai puncak viskositas yang tinggi, *breakdown* yang besar serta kelarutan amilosa yang tinggi menyebabkan untaian mi sagu menjadi lengket dan menyatu satu sama lain. Pada saat dilakukan ekstrusi adonan, antar untaian mi saling menyatu dan untaian mi menjadi tidak beraturan. Penyatuan untaian mi semakin tinggi pada saat mi dikukus. Selama pengukusan berlangsung, amilosa yang keluar dari granula pati yang tergelatiniasi menambah kelengketan mi. Terjadinya penyatuan untaian mi ini menyulitkan rehidrasi mi sehingga waktu rehidrasi menjadi lama dan biasanya mi hancur sebelum antar untaianya terpisah dengan baik.

Penggunaan pati termodifikasi HMT dapat mengurangi kelengketan mi sehingga mengurangi penempelan antar untaian mi. Pada proses produksi mi instan sagu termodifikasi HMT skala 5 kg terdapat beberapa titik kritis yang membuat proses produksi harus dioptimasi. Tahap kritis tersebut antara lain proses pengadukan dan pengaturan antrian untaian mi pada mesin pengukus. Proses pengadukan adonan mi tidak mungkin dilakukan secara manual dengan tangan melainkan harus dengan mesin pengaduk. Formulasi dalam skala laboratorium yang telah didapatkan pada tahun sebelumnya sulit untuk diaplikasikan pada skala yang lebih besar sehingga dalam tahap pengadukan perlu dilakukan reformulasi. Reformulasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan sejumlah air pada adonan sehingga adonan menjadi mudah diaduk. Adonan mi yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam *multifunctional noodle machine* untuk dijadikan untaian mi. Untaian mi yang diperoleh dibentuk sesuai dengan bentuk kemasan. Untaian tersebut diatur di atas rak-rak pengukusan.

Pengukusan untaian mi menjadi tahapan kritis karena mesin pengukus hanya dapat menampung mi dalam jumlah terbatas. Mi yang belum dikukus mengalami penguapan pada permukaannya yang menyebabkan mi menjadi kering

dan kurang kompak. Oleh karena itu proses pengukusan menjadi salah satu titik kritis proses produksi mi sagu pada skala 5 kg. Untuk mencegah penguapan air dari permukaan mi sagu dilakukan dengan menutup mi dengan plastik. Mi selanjutnya dikukus pada suhu 90°C selama 2 menit. Mi yang telah dikukus dikeringkan pada suhu 60°C selama 60 menit. Mi kering yang diperoleh didinginkan kemudian dikemas dengan kemasan plastik.

Mi sagu yang diperoleh dari skala produksi 5kg dikarakterisasi untuk mengetahui kualitasnya. Karakterisasi yang dilakukan antara lain karakterisasi kimia, fisik dan organoleptik.

Karakterisasi kimia meliputi analisis komposisi nilai gizi yaitu analisis kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat. Komposisi mi sagu disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia mi sagu

Analisis Proksimat	Konsentrasi (bb) (%)	Konsentrasi (bk) (%)
Air	11.84 ± 0.16	13.43 ± 0.20
Abu	0.40 ± 0.02	0.45 ± 0.02
Protein	3.78 ± 0.04	4.29 ± 0.05
Lemak	0.75 ± 0.12	0.86 ± 0.14
Karbohidrat	83.23	94.40

Kadar air pada mi sagu telah memenuhi standar Codex Alimentarius mengenai standar mi instan. Menurut Codex Alimentarius (2006), standar kadar air mi yang tidak diolah dengan cara digoreng adalah maksimum 14%. Kadar abu yang sedikit menunjukkan kandungan mineral di dalam mi sagu ini sangat sedikit karena mi sagu ini memang tidak diberi penambahan atau fortifikasi mineral tertentu. Kadar abu yang rendah ini juga menunjukkan bahwa cemaran logam pada mi sagu ini sangat kecil sehingga aman untuk dikonsumsi. Kadar protein dan lemak pada mi sagu sangat rendah namun kandungan karbohidratnya sangat tinggi, karena penggunaan bahan baku yang 100% menggunakan pati sagu.

Analisis sifat fisik yang dilakukan terhadap mi sagu antara lain kualitas masak dan analisis tekstur dengan texture analyzer. Karakteristik kualitas masak dari mi sagu disajikan pada Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan untuk merehidrasi

cukup singkat yaitu 4,5 menit sehingga dapat dikategorikan ke dalam produk instan. Berat rehidrasinya sangat besar yaitu sebesar 363,02%. Hal ini disebabkan oleh sifat pati sagu yang sangat mudah menyerap dan menyatu dengan air. Nilai KPAP yang diperoleh sangat baik yaitu $2,28\% \pm 0.04\%$. Jumlah padatan yang hilang selama pemasakan sangat sedikit ini menunjukkan adonan mi sagu instan yang terbentuk sangat stabil dan tidak mudah lepas pada saat direhidrasi.

Tabel 4. Karakteristik fisik mi sagu

Parameter	Nilai
Waktu Rehidrasi (menit)	4.5 ± 0.00
Berat Rehidrasi (%)	$363,02 \pm 10,91$
KPAP (%)	2.28 ± 0.04

Pengukuran parameter tekstur mi sagu dilakukan dengan tekstur analyzer. Informasi karakteristik tekstur mi sagu yang diperoleh dari instrument tersebut disajikan pada Tabel 5. Pengukuran profil tekstur mi sagu dilakukan pada mi sagu yang telah direhidrasi. Pada pengukuran karakteristik fisik tekstur mi sagu dengan menggunakan TPA (*Texture Profile Analysis*), nilai standar deviasi yang diperoleh cukup besar, dimana pengukuran TPA yang pertama dengan pengukuran TPA yang kedua memberikan nilai yang cukup besar rentangnya. Hal ini disebabkan oleh cepatnya pelepasan air pada mi sagu ke lingkungan, sehingga selama rentang waktu pengukuran yang pertama dengan yang kedua mi sagu cenderung mengering dan mengeras. Mi sagu memiliki karakteristik tekstur yang cukup keras, namun sangat tidak elastis dan memiliki daya kohesif yang sangat rendah. Mi sagu instan ini memiliki karakteristik sedikit lengket pada saat setelah direhidrasi, namun kelengketannya berkurang seiring dengan lamanya mi sagu didiamkan di udara terbuka.

Tabel 5. Tekstur mi sagu

Parameter	Nilai
Kekerasan (gf)	1280.7 ± 673.3
Elastisitas	1.00 ± 0.00
Daya Kohesif	0.77 ± 0.20
Kelengketan (gf)	-2.9 ± 4.1

KESIMPULAN

Kondisi optimum modifikasi HMT pati Sukabumi pada skala 5 kg diperoleh pada kondisi suhu 150°C, kadar air 28%, waktu 2 jam dan pH netral (7). Pada kondisi tersebut, pati termodifikasi HMT yang diperoleh memiliki *breakdown* terkecil (20 BU) dan cenderung memperlihatkan pati dengan tipe C. Pati dengan karakteristik tersebut lebih berpotensi sebagai bahan baku mi bila dibandingkan dengan pati alaminya yang memiliki *breakdown* besar (350 BU) dan tergolong pati dengan tipe A. Oleh karena itu hanya pati Sukabumi termodifikasi HMT yang digunakan untuk produksi mi pada skala 5 kg. Titik kritis produksi mi pada skala 5 kg adalah tahap pengadukan dan pengukusan. Mi yang diperoleh dari optimasi proses maupun formulasi mempunyai karakteristik yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K.O., B.I. Olu-Owolabi, O.O. Olayinka and O.S. Lawal. 2005. Effect of Heat Moisture Treatment and Annelaing on Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (9), pp.928-933.
- Chen, Z. 2003. "Physicochemical Propertoies of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Products", Ph.D. Thesis Wageningen University, The Netherlands.
- Codex Stan 249-2006. Codex Standard for Instant Noodles.
- Collado, L.S., and H. Corke. 1999. Heat-moisture treatment effects on sweetpotato starches differing in amylose content. *Food Chemistry*. Vol 65. Issue 3: 339-346.
- Kruger, J.E., R.B. Matsuo, J.W. Dick (Ed). 1996. "Pasta and Noodle Technology", American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Purwani, E.Y., Widaningrum, R. Thahrir dan Muslich. 2006. "Effect of Moisture Treatment of Sago Starch on Its Noodle Quality", *Indonesian Journal of Agricultural Science* 7(1): 8 -14.
- Riley, C.K., A.O. Wheatley, H.N. Asemota. 2006. "Isolation and Characterization of Starches from Eight *Dioscorea alata* Cultivars Grown in Jamaica". *African Journal of Biotechnology* Vol. 5 (17), pp. 1528 – 1536.

- Singh S, C.S. Raina, A.S. Bawa, and D.C. Saxena. 2005. Effect of Heat-Moisture Treatment and Acid Modification on Rheological, Textural, and Differential Scanning Calorimetry Characteristics of Sweetpotato Starch. *Journal of Food Science*-Vol. 70, Nr.6: E373 – E 378.
- Wattanachant, S., K. Muhammad, D.M. Hasyim, R.A. Rahman. 2003. "Effect of Ikatan silang Reagent and Hydroxypropilation Levels on Dual-Modified Sago Starch Properties", *Food Chemistry* 80: 463-471.
- Wattanachant, S., S.K.S. Muhammad, D.M. Hasyim, R.A. Rahman. 2002. "Characterization of Hydroxypropylated Crosslinked Sago Starch as Compared to Commercial Modified Starches", *Songklanakarin J.Sci.Technol.* 24(3): 439-450.
- Yamazaki, K., S. Sakaguchi, and T. Soeda. 2002. "Enzyme preparations and process for producing noodles", United States Patent 6432458. <http://www.freepatentsonline.com/6432458.html>.