

PATI SAGU TERMODIFIKASI HMT (*HEAT MOISTURE-TREATMENT*) UNTUK PENINGKATAN KUALITAS BIHUN SAGU

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

¹⁾Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor

²⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar 12 A Bogor
e-mail : dianherawati@yahoo.com

Pati sagu alami mempunyai profil gelatinisasi tipe A (puncak viskositas tinggi yang diikuti oleh pengenceran cepat selama pemanasan). Modifikasi pati sagu dengan metode HMT (*heat-moisture treatment*) dapat menggeser tipe gelatinisasi sagu menjadi tipe C (tidak mempunyai puncak viskositas dan tidak mengalami penurunan viskositas selama pemanasan) sehingga pati sagu termodifikasi yang diperoleh dapat diaplikasikan untuk produk bihun sagu. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendapatkan kondisi HMT optimum untuk produksi pati sagu termodifikasi dengan gelatinisasi tipe C (2) memperoleh tingkat substitusi pati sagu termodifikasi yang menghasilkan bihun sagu dengan kualitas yang baik. Pati sagu diatur kadar airnya hingga mencapai 26-27%, kemudian dipanaskan pada suhu 110°C dengan berbagai waktu (4, 8 dan 16 jam) pada kondisi tidak dicuci dan dicuci terlebih dahulu. Terhadap pati sagu termodifikasi yang diperoleh dilakukan analisis profil gelatinisasi. Pati termodifikasi dengan profil gelatinisasi tipe C dikarakterisasi dan diformulasikan pada bihun sagu. Bihun sagu tersubstitusi dianalisis yang terdiri atas susut masak, lama pemasakan, tekstur dan kualitas sensori. Pati sagu termodifikasi HMT selama 4 jam dengan perlakuan pencucian memperlihatkan profil gelatinisasi tipe C serta mempunyai ukuran granula yang lebih besar, kekuatan gel yang lebih tinggi, derajat putih yang lebih rendah, sineresis yang lebih rendah, dan kandungan pati yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya. Tingkat substitusi pati sagu termodifikasi HMT yang mencapai 50% dapat meningkatkan kualitas bihun sagu yaitu menurunkan lama pemasakan, meningkatkan kekerasan dan memperbaiki kualitas sensori (memperbaiki kekerasan, elastisitas, kelengketan dan penerimaan secara keseluruhan).

Kata kunci: bihun, *heat-moisture treatment*, kualitas, modifikasi pati, pati sagu

ABSTRACT. Dian Herawati, Feri Kusnandar, Sugiyono, Ridwan Thahir and Endang Yuli Purwani. 2010. **Heat moisture treatment modified sago starch for quality improvement of sago bihun.** Native sago starch has A type gelatinization profile (high peak viscosity and followed by fast thinning during heating). HMT (*heat-moisture treatment*) can alter the sago starch gelatinization profile from A type to C type (no peak viscosity and no breakdown during heating), so the modified sago starch can be used for bihun-type noodle. The objectives of this research were to: (1) obtain optimum condition of HMT to produce modified sago starch with C type gelatinization profile and (2) obtain modified sago starch substitution level to improve sago bihun-type noodle quality. Sago starch was adjusted to 26–27% moisture content and exposed to HMT at 110°C for various times (4.8 and 16 hours) with washing or without washing treatment. HMT modified sago starch was analyzed for gelatinization profiles. The modified starch with C type gelatinization profile was characterized and formulated into bihun-type noodle. HMT substituted bihun-type noodle was analyzed for cooking loss, cooking time, texture (texture analyzer method) and sensory quality. HMT sago starch with 4 hours at washing treatment showed C type pasting profile and larger granule size, larger gel strength, lower degree of whiteness, lower syneresis and lower starch content than those of native sago starch. The substitution of native sago starch with 50% HMT sago starch improved the characteristic of sago bihun-type noodle quality, i.e. lower cooking time, higher hardness and better sensory quality in term of hardness, chewiness, stickiness and overall acceptability.

Keywords: bihun-type noodle, *heat-moisture treatment*, sago starch, starch modification, quality

PENDAHULUAN

Pati sagu (*Metroxylon* sp.) merupakan salah satu bahan pangan lokal yang banyak terdapat di Indonesia terutama di beberapa daerah seperti Papua, Maluku, Sulawesi Selatan, Riau dan beberapa wilayah Indonesia lainnya. Lahan sagu dari berbagai spesies yang terdapat di Indonesia mencapai 1,4 juta hektar dari 2,5 juta hektar lahan sagu dunia dan sekitar 1,2 juta hektar berada di Papua¹. Sebagian masyarakat daerah Timur Indonesia masih mengonsumsi sagu sebagai bahan pangan pokok, namun saat ini konsumsi sagu terus mengalami penurunan karena mulai tergeser oleh beras. Peningkatan konsumsi sagu

sebagai pangan pokok dapat dilakukan melalui pengembangan produk berbasis sagu yang dapat diterima dengan baik oleh masyarakat seperti bihun. Selama ini, bihun yang dikenal oleh masyarakat terbuat dari tepung beras. Pemanfaatan pati sagu sebagai bahan baku bihun diharapkan dapat mengurangi konsumsi beras dan memberikan alternatif pilihan pangan pokok bagi masyarakat.

Salah satu karakteristik pati yang penting untuk menilai kesesuaiannya sebagai bahan baku produk bihun adalah profil gelatinisasi. Berdasarkan profil yang terbentuk, tipe gelatinisasi pati dapat digolongkan menjadi 4 yaitu A, B, C dan D². Tipe A mempunyai puncak

viskositas tinggi yang diikuti penurunan viskositas (*breakdown*) yang tajam selama pemanasan. Tipe B memiliki viskositas puncak yang sedang dan mengalami penurunan viskositas yang tidak terlalu tajam selama pemanasan. Tipe C memiliki kemampuan pengembangan terbatas yang ditunjukkan dengan tidak adanya viskositas puncak dan viskositas tidak mengalami penurunan bahkan dapat meningkat selama pemanasan. Tipe D cenderung tidak memiliki kemampuan untuk mengembang sehingga tidak dapat membentuk pasta apabila dipanaskan. Viskositas puncak pasta pati sagu alami asal Malaysia (suspensi 6% padatan) mencapai 635 BU dan mengalami penurunan viskositas yang tajam selama pemanasan³. Sagu alami asal Indonesia memiliki karakteristik serupa yaitu puncak viskositas yang tinggi (>890 BU pada suspensi 10% padatan) yang diikuti penurunan viskositas yang tajam⁴. Oleh karena itu, pati sagu digolongkan sebagai pati dengan profil gelatinisasi tipe A. Pati dengan profil gelatinisasi tipe A kurang sesuai sebagai bahan baku bihun karena adonan yang dihasilkan sangat lengket sehingga antar untaiannya sulit dipisahkan dan cenderung rapuh.

Sagu alami yang digunakan sebagai bahan baku bihun dapat ditingkatkan sifat fungsionalnya melalui modifikasi dengan metode HMT (*Heat-Moisture Treatment*). Modifikasi pati dengan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*) merupakan metode modifikasi pati yang dilakukan secara fisik yaitu dengan memanaskan pati di atas suhu gelatinisasinya (80–120°C) pada kadar air yang terbatas (<35%)⁵.

Modifikasi pati biji nangka dengan kadar air 27% pada suhu 100°C selama 16 jam dapat menghasilkan pati termodifikasi dengan tipe C⁶. Sementara itu, pati ubi jalar termodifikasi HMT tipe C diperoleh dengan modifikasi yang dilakukan pada kadar air 25%, suhu 110°C, pH 6,5–6,7 dan selama 4 jam⁷. Modifikasi pati sagu dengan metode HMT pada kondisi suhu 110°C, kadar air 25% selama 16 jam dapat menggeser profil gelatinisasi pati sagu dari tipe A menjadi tipe B⁴. Selanjutnya, penggunaan sagu termodifikasi HMT dengan profil gelatinisasi tipe B sebagai bahan baku bihun dapat meningkatkan kualitas bihun sagu diantaranya meningkatkan kekerasan dan mengurangi kelengketan bihun⁴. Namun demikian, aplikasi pati termodifikasi HMT sebagai bahan baku bihun masih terkendala dengan sulitnya membentuk untaian bihun dan waktu pemasakan bihun yang sangat lama yaitu mencapai 7–9 menit.

Pati yang ideal sebagai bahan baku bihun adalah pati dengan profil gelatinisasi tipe C yaitu tidak memperlihatkan puncak viskositas tetapi viskositasnya cenderung dipertahankan bahkan dapat meningkat selama pemanasan dan pengadukan⁸. Berdasarkan kenyataan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mendapatkan

kondisi modifikasi HMT optimum untuk memperoleh pati sagu termodifikasi dengan profil gelatinisasi tipe C yang sesuai untuk produk bihun sagu dan (2) memperoleh tingkat substitusi pati sagu termodifikasi yang dapat menghasilkan bihun sagu dengan kualitas yang baik.

BAHENDAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Seafast Center* dan Laboratorium Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB selama 8 bulan yaitu sejak April – Desember 2008. Bahan utama penelitian ini adalah pati sagu Yepha Hongleu yang diperoleh dari Papua. Peralatan utama yang digunakan untuk modifikasi pati adalah oven pemanas, timbangan, refrigerator, penyemprot dan loyang bertutup. Sementara itu peralatan utama yang digunakan untuk produksi bihun antara lain *multifunctional noodle machine*, pengukus dan pengering (*cabinet dryer*). Peralatan yang digunakan untuk analisis antara lain: Brabender amilography, oven pengering, *texture analyzer* dan mikroskop polarisasi.

B. Modifikasi Pati Sagu dengan Metode HMT

Modifikasi pati sagu dengan metode HMT diawali dengan mengatur kadar air pati sagu hingga mencapai 26–27%. Pati sagu yang telah diatur kadar airnya ditempatkan di dalam loyang tertutup. Loyang berisi sampel pati disimpan dalam refrigerator bersuhu 4°C selama satu malam untuk menyeimbangkan kadar air dalam sampel pati. Setelah satu malam, loyang berisi sampel dipanaskan di dalam oven bersuhu 110°C selama 4, 8 dan 16 jam sesuai dengan perlakuan sambil dilakukan pengadukan dengan selang waktu 2 jam. Loyang dikeluarkan dari oven dan didinginkan selama 1 jam di suhu ruang. Pati dikeringkan selama 4 jam pada suhu 50°C. Pati kering digiling kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 100 mesh.

Rancangan yang digunakan pada modifikasi pati sagu adalah rancangan dua faktor dalam rancangan acak lengkap yaitu kombinasi tiga taraf waktu (4, 8 dan 16 jam) serta dua taraf perlakuan pencucian (dicuci dan tidak dicuci), masing-masing perlakuan sebanyak dua ulangan. Pencucian terhadap pati sagu Papua dimaksudkan untuk meningkatkan pH pati sagu dari kondisi asam (pH 4,75) menjadi netral (pH±7). Pencucian tersebut dilakukan dengan menggunakan air dengan perbandingan 1:3 (sagu :air) sebanyak 3 ulangan pencucian, kemudian dilakukan pengeringan kembali.

Parameter yang digunakan untuk memilih perlakuan terbaik adalah profil gelatinisasi yang dianalisis dengan menggunakan instrumen *brabender amylography*. Suspensi pati (6% padatan dalam 450 g suspensi) dipanaskan dengan laju 1,5°C dari 30 sampai 95°C,

pemanasan ditahan 20 menit, dilanjutkan dengan pendinginan sampai suhu 50°C dengan kecepatan yang sama, kemudian ditahan selama 20 menit³. Pemilihan pati sagu termodifikasi HMT terbaik dilakukan berdasarkan analisis data parameter profil gelatinisasi pati dengan metode GLM (*General Linier Method*) dan uji lanjut Duncan pada program SAS (*Statistical Analysis System*). Pati termodifikasi terpilih yaitu yang mempunyai profil gelatinisasi tipe C dikarakterisasi bentuk dan ukuran granula dengan alat mikroskop polarisasi⁹, *gel strength* dengan *texture analyzer*⁷, sineresis¹⁰, derajat putih, pengembangan volume dan fraksi pati yang tidak membentuk gel¹¹. Karakteristik pati termodifikasi HMT dibandingkan dengan pati alaminya.

C. Penentuan Tingkat Substitusi Pati Sagu

Termodifikasi HMT dalam Pembuatan Bihun

Pati sagu termodifikasi HMT terpilih digunakan untuk meningkatkan kualitas bihun dengan cara memformulasikannya ke dalam adonan bihun sagu yaitu dengan formulasi 0:100%, 25%:75% dan 50%:50% untuk pati sagu termodifikasi HMT:pati sagu alami. Proses pembuatan bihun sagu dilakukan dengan terlebih dulu memanaskan 20% pati alami (dari total pati sagu) bersama air dengan perbandingan 1:2 (pati:air) dan STPP (Sodium Tri Poly Phosphat) sebanyak 0,02% (dari total pati sagu). Pemanasan dilakukan diatas kompor sampai pati tergelatinisasi sempurna yaitu berpenampakan transparan. Sisa pati sagu alami dan pati termodifikasi HMT dicampur kering dengan guar gum sebanyak 1% (dari total pati sagu). Pati sagu yang telah tergelatinisasi dicampurkan dengan semua bahan kemudian diadon sampai homogen. Adonan diekstrusi dengan menggunakan *multifunctional noodle machine*. Untaian bihun yang diperoleh dikukus pada suhu 90°C selama 2 menit. Bihun dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 35 menit. Bihun kering dikemas dengan kemasan polypropilene untuk dianalisis.

Rancangan yang digunakan pada produksi bihun sagu adalah rancangan satu faktor dalam acak lengkap dengan 3 taraf formulasi bihun (0:100%, 25%:75% dan 50%:50% untuk pati sagu termodifikasi HMT:pati sagu alami), masing-masing taraf dilakukan sebanyak dua ulangan. Parameter yang digunakan untuk memilih tingkat substitusi pati sagu termodifikasi HMT terbaik adalah waktu pemasakan, Kehilangan Padatan Akibat Pemasakan (KPAP), Texture Profile Analysis (TPA), dan uji organoleptik. Data dari parameter tersebut diolah dengan menggunakan metode ANOVA (*analysis of variance*) dan uji lanjut Duncan dengan program SPSS.

Waktu pemasakan diukur dengan cara merebus 5 g bihun dengan ukuran 2–3 cm dalam 200 ml air mendidih. Bihun diambil setiap 30 detik dan ditekan diantara dua

permukaan gelas. Waktu pemasakan optimum tercapai ketika bagian tengah bihun sudah terehidrasi sempurna. KPAP diukur dengan merebus 5 g bihun dengan ukuran 2–3 cm sampai dalam 200 ml air mendidih selama waktu pemasakannya. Bihun ditiriskan dengan air destilata kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama satu malam. KPAP dihitung berdasarkan selisih persentasi total padatan bahan awal dengan total padatan residu bahan akhir setelah dikeringkan. Analisis tekstur dengan *Texture Analyzer TA-XT2* dilakukan dengan memasak 25 g bihun ke dalam 500 ml air yang telah dididihkan, kemudian disiram dengan air dingin untuk menghentikan pemanasan dan ditiriskan. Kondisi yang digunakan pada pengukuran tekstur bihun antara lain *test mode and option*: TPA, *probe* dengan bentuk silinder berdiameter 35 mm, *pre test speed*: 2,0 mm/s, *test speed*: 0,1 mm/s, *post test speed*: 2,0 mm/s, *distance*: 75%, *time*: 5 s dan *calibrate probe*: 15 mm. Uji organoleptik metode ranking hedonik (1= ranking terbaik sampai 3 = ranking terjelek) dilakukan terhadap parameter kekerasan, elastisitas, kelengketan dan kesukaan secara keseluruhan dari 30 orang panelis.

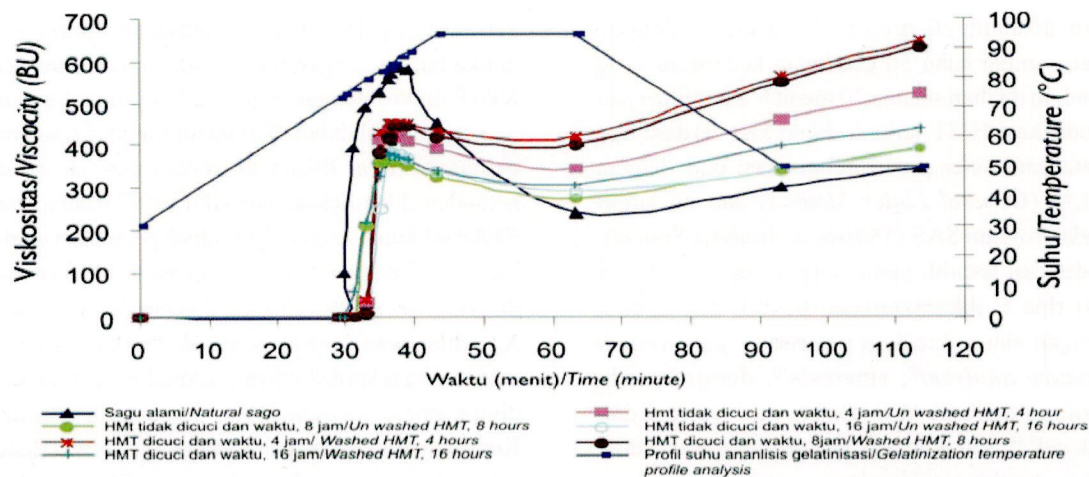
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Modifikasi Pati Sagu dengan Metode HMT

1. Pengaruh pencucian dan waktu modifikasi HMT terhadap karakteristik gelatinisasi pati sagu

Modifikasi pati sagu yang dilakukan dengan kombinasi perlakuan pencucian dan waktu yang berbeda menghasilkan pati sagu dengan profil gelatinisasi yang berbeda dengan pati sagu alaminya (Gambar 1 dan Tabel 1). Secara visual terlihat bahwa pati sagu alami lebih mudah mengalami gelatinisasi yang dapat dilihat dari peningkatan viskositas pasta sagu alami yang lebih cepat bila dibanding pati sagu termodifikasi HMT pada semua perlakuan. Viskositas pasta sagu alami semakin meningkat dengan meningkatnya waktu dan suhu pemanasan sampai mencapai puncaknya dimana pasta pati sagu tidak dapat meningkat lagi. Secara umum sagu alami mempunyai viskositas puncak yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan puncak viskositas pati termodifikasi HMT pada semua perlakuan. Adanya penurunan puncak viskositas pati yang termodifikasi HMT^{7,5,12}.

Puncak viskositas pasta yang tinggi pada pati sagu alami menurun dengan cepat ketika pemanasan dipertahankan pada suhu 95°C. Penurunan puncak viskositas yang tajam pada pati sagu alami mengindikasikan bahwa pati sagu alami memiliki viskositas *breakdown* (selisih antara viskositas puncak dengan viskositas pasta pada saat dipertahankan pada suhu 95°C selama 20 menit) yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan pati sagu termodifikasi HMT pada semua



Gambar 1. Profil gelatinisasi pati sago alami dan termodifikasi HMT
Figure 1. Pasting profile of native and HMT modified sago starch

perlakuan. Tingginya viskositas puncak dan viskositas *breakdown* pati sago alami menunjukkan bahwa pati sago alami lebih rentan terhadap pemanasan yang disertai pengadukan bila dibandingkan dengan pati sago termodifikasi HMT pada semua perlakuan. Peningkatan stabilitas pati termodifikasi HMT terhadap panas disebabkan oleh terjadinya pergeseran tipe kristalisasi pati yang mengarah pada peningkatan stabilitas granula pati^{13,14}. Selanjutnya, pati kentang dan uwi termodifikasi HMT mengalami pergeseran tipe kristalisasi dari tipe B menjadi A+B, dimana pati dengan tipe A mempunyai susunan kristal *double heliks* yang lebih rapat sehingga lebih resisten terhadap perlakuan panas¹³.

Viskositas pasta dingin dan viskositas *setback* pati HMT yang lebih tinggi dari pati alami menunjukkan bahwa pati HMT mempunyai kemampuan lebih baik dalam

membentuk gel. Pati dengan *setback* yang tinggi (mudah mengalami retrogradasi) lebih baik digunakan sebagai bahan baku bihun dibanding pati dengan *setback* yang rendah⁵.

Analisis dengan GLM pada program SAS menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pencucian dan waktu modifikasi berinteraksi secara nyata terhadap semua parameter gelatinisasi ($P < 0,05$). Uji lanjut dengan metode Duncan menunjukkan bahwa pati termodifikasi HMT dicuci:4 jam memiliki viskositas pasta panas tertinggi bila dibandingkan perlakuan HMT lainnya, memiliki suhu awal gelatinisasi, viskositas pasta dingin dan viskositas *setback* yang sama dengan HMT dicuci:8 jam namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lain serta memiliki *breakdown* sama dengan pati HMT dicuci:8 jam namun lebih rendah bila dibandingkan dengan pati HMT

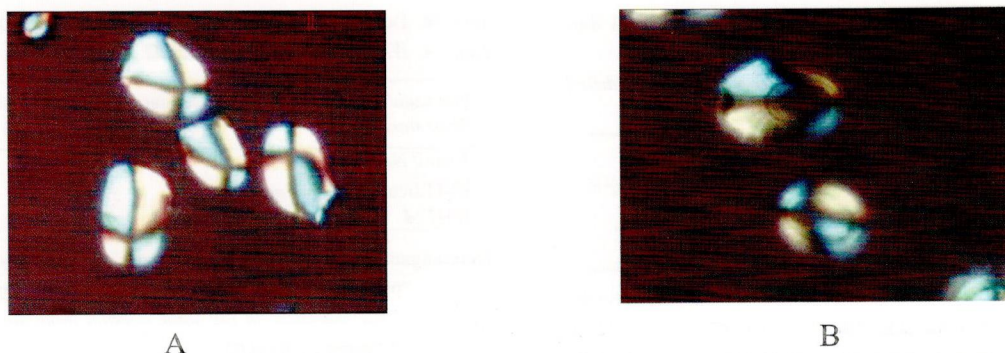
Tabel 1. Profil gelatinisasi pati sago alami dan termodifikasi HMT
Table 1. Pasting profile of native and HMT modified sago starch

Perlakuan HMT/Treatment HMT pencucian: waktu / Washing: time (jam/hours)	Parameter gelatinisasi/Gelatinization parameter							Tipe
	SAG (°C)	SPG (°C)	VP (BU)	VPP (BU)	VPD (BU)	VB (BU)	VSB (BU)	
Alami/Natural	73,5 ± 1,1 ^a	87 ± 1,1	590 ± 0 ^d	240 ± 0 ^a	350 ± 0 ^a	350 ± 0 ^d	110 ± 0 ^a	A
HMT tidak dicuci :4/ Un washed HMT : 4	78,7 ± 0,0 ^c	84,0 ± 1,1	438 ± 11 ^b	346 ± 2 ^d	525 ± 7 ^d	91 ± 8 ^c	178 ± 5 ^c	B
HMT tidak dicuci:8/ Un washed HMT : 8	75,4 ± 0,5 ^b	83,6 ± 0,5	383 ± 4 ^a	288 ± 11 ^b	405 ± 7 ^b	95 ± 7 ^c	118 ± 4 ^{ab}	B
HMT tidak dicuci:16/ Un washed HMT :16	78,8 ± 1,1 ^c	83,6 ± 0,5	388 ± 4 ^a	290 ± 0 ^b	390 ± 14 ^b	98 ± 4 ^c	100 ± 14 ^a	B
HMT dicuci:4/ Washed HMT :4	79,1 ± 0,5 ^c	Ttd*	465 ± 7 ^c	433 ± 11 ^f	650 ± 28 ^e	33 ± 4 ^a	218 ± 18 ^d	C
HMT dicuci:8/ Washed HMT : 8	79,1 ± 0,5 ^c	85,1 ± 0,5	445 ± 7 ^b	400 ± 0 ^e	630 ± 0 ^e	45 ± 7 ^a	230 ± 0 ^d	B
HMT dicuci:16/ Washed HMT :16	75,4 ± 0,5 ^b	82,1 ± 0,5	380 ± 7 ^a	305 ± 7 ^c	438 ± 11 ^c	75 ± 0 ^b	133 ± 4 ^b	B

Keterangan/Remarks: * tidak terdeteksi/Not detected

Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji duncan ($P < 0,05$) / Mean value with the same letters in columns are not significantly different at 5% by duncan test

SAG=Suhu Awal Gelatinisasi/Gelatinization initial temperature, SPG=Suhu Puncak Gelatinisasi/Gelatinization peak temperature, VP=Viskositas Puncak/Peak viscosity, VPP= Viskositas Pasta Panas/Hot paste viscosity, VB=Viskositas Breakdown/Viscosity breakdown, VPD=Viskositas Pasta Dingin dan Viskositas Setback (VB)/Cold paste viscosity and set back viscosity.



Gambar 2. Granula pati alami (A) dan termodifikasi HMT (B) (di bawah mikroskop polarisasi dengan pembesaran 400 x)
 Figure 2. Granule of native (A) and HMT modified sago starch, (B) under polarized microscope with 400 x magnification

lain. Selain itu, pati yang dimodifikasi pada kondisi tersebut tidak mempunyai suhu puncak gelatinisasi.

Berdasarkan karakteristik gelatinisasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pati termodifikasi HMT dicuci 4 jam memiliki karakteristik yang lebih mirip dengan karakteristik gelatinisasi tipe C. Pati sagu yang telah dicuci mempunyai pH netral, sementara itu pH pati sagu yang belum dicuci memiliki pH asam. Pati termodifikasi HMT tipe C diperoleh pada kondisi pH netral selama 4 dan 8 jam⁷.

Pengaruh interaksi antara pencucian dan waktu terhadap seluruh parameter gelatinisasi diduga terkait dengan reaksi hidrolisis parsial selama modifikasi HMT berlangsung. Keberadaan air dan suhu tinggi yang diterapkan pada modifikasi HMT menyebabkan terjadinya pengurangan amilosa/amilopektin yang disertai dengan penambahan fraksi pati yang mempunyai berat molekul rendah^{15,14}. Bertambahnya pati dengan berat molekul rendah dapat menurunkan viskositas puncak pasta karena pati dengan berat molekul rendah memiliki kemampuan pengembangan yang terbatas. Keterlibatan asam-asam organik (yang banyak terdapat pada pati yang tidak dicuci) dalam mengkatalisis reaksi hidrolisis pati sagu terlihat dari lebih rendahnya viskositas puncak pasta pati yang dimodifikasi tanpa perlakuan pencucian sebelumnya. Perbedaan tersebut hanya terjadi ketika modifikasi dilakukan selama 4 dan 8 jam. Modifikasi yang dilakukan dengan waktu yang lebih lama (16 jam) tidak menyebabkan adanya perbedaan viskositas puncak pasta yang nyata antara pati yang dicuci dan tidak dicuci karena diduga asam organik yang terdapat pada pati sagu yang tidak dicuci telah banyak menguap sehingga tidak lagi

mempengaruhi hidrolisis yang terjadi selama modifikasi HMT.

2. Karakterisasi pati sagu HMT terpilih

a. Bentuk, ukuran dan sifat birefringence granula pati

Pati sagu termodifikasi HMT memiliki bentuk granula yang agak berbeda dengan pati alami (Gambar 2) dimana perubahan tersebut bermula dari hilum di pusat granula. Pusat granula merupakan daerah amorphous yang kemungkinan lebih mudah mengalami perubahan karena panas yang diberikan selama modifikasi HMT berlangsung. Keberadaan pola *birefringence* (*maltose cross*) pada pati sagu termodifikasi HMT menunjukkan bahwa integritas granula pati tetap terjaga¹⁶. Namun demikian, *birefringence* pada pusat granula pati memudar secara simultan bersamaan dengan perubahan yang ada sebagaimana yang terjadi pada pati kentang¹⁴ dan pati jagung^{9,12} termodifikasi HMT.

Perubahan bentuk granula pati yang bermula dari daerah hilum membawa dampak pada ukuran granula. Pati sagu alami mempunyai rata-rata dan kisaran ukuran granula yang lebih kecil bila dibandingkan dengan pati sagu termodifikasi HMT dicuci 4 jam (Tabel 2).

b. Kekuatan gel dan sineresis

Perlakuan HMT pada perlakuan pencucian dan waktu 4 jam mampu meningkatkan kekuatan gel pati secara signifikan ($P < 0,05$). Kekuatan gel pati alami dan pati termodifikasi HMT masing-masing mencapai $8,8 \pm 0,6$ gf dan $50,8 \pm 3,7$ gf (Tabel 3). Peningkatan kekuatan gel pati ubi jalar termodifikasi HMT⁷.

Peningkatan kekuatan gel pati sagu termodifikasi HMT dapat dijelaskan dari peningkatan viskositas

Tabel 2. Ukuran granula pati alami dan termodifikasi HMT
 Table 2. Granule size of native and HMT modified sago starch

Pati sagu/Sago starch	Ukuran granula / Granule measure (μm)			
	Rataan panjang/ Mean of length	Rataan lebar / Mean of wide	Kisaran panjang/ Range of length	Kisaran lebar/ Rrangeof wide
Alami/ Natural	$64,7 \pm 20,2$	$46,8 \pm 18,6$	45,1 – 91,6	29,8 – 74,8
HMT dicuci:4 jam/ HMT Washed 4 h	$97,6 \pm 22,4$	$64,6 \pm 8,5$	73,9 – 118,1	55,3 – 70,0

Tabel 3. Kekuatan gel dan sineresis pati sago alami dan termodifikasi HMT

Table 3. Gel strength and sineresis of native and HMT modified sago starch

Pati sago/ Sago starch	Kekuatan gel/ Gel strenght (gf)	Sineresis/ Syneresis (%)
Alami/ Natural	8,8 ± 0,6 ^a	32,15 ± 3,71 ^b
HMT dicuci:4 jam/ Washed HMT :4	50,8 ± 3,7 ^b	19,68 ± 2,40 ^a

Keterangan/Remarks: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t ($P < 0,05$) / Different letter in the same column indicate significantly different at $P < 0,05$

(*setback*) pasta pati pada saat mengalami pendinginan (Gambar 1 dan Tabel 1). Peningkatan viskositas pasta (*viskositas setback*) pati termodifikasi HMT terpilih pada saat didinginkan pada suhu 50°C selama 20 menit mencapai 218 ± 18 BU, jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan pati alami yang hanya mencapai 110 ± 0 BU. Peningkatan viskositas ini menggambarkan adanya peningkatan interaksi molekuler antar sesama amilosa, sesama amilopektin dan antar amilosa dengan amilopektin selama pendinginan berlangsung. Pati dengan *setback* yang tinggi mempunyai kemampuan membentuk gel yang lebih baik bila dibandingkan dengan pati yang mempunyai *setback* yang lebih rendah. Di sisi lain, peningkatan viskositas selama pendinginan menggambarkan kemudahan pati untuk mengalami retrogradasi.

Retrogradasi pati terjadi ketika molekul pati yang telah mengalami gelatinisasi membentuk struktur kristal kembali melalui interaksi hidrogen antar sesamanya. Akibatnya, molekul air yang semula terperangkap di dalam matriks gel pati akan keluar. Pengeluaran molekul air dari matriks gel pati dinamakan dengan sineresis. Retrogradasi dan sineresis akan semakin cepat bila gel pati disimpan pada suhu rendah terutama suhu beku. Stabilitas gel pati terhadap retrogradasi dan sineresis dapat diketahui dengan mengukur jumlah air yang keluar dari gel pati yang telah mengalami proses pendinginan, pembekuan dan *thawing*. Pati yang lebih mudah mengalami retrogradasi umumnya mempunyai persentase sineresis yang tinggi. Pati sago termodifikasi HMT yang diperoleh mempunyai sifat yang unik. Berdasarkan profil gelatinisasi yang diperoleh, terlihat bahwa pati termodifikasi cenderung lebih mudah

Tabel 5. Pengembangan volume dan fraksi pati yang tidak membentuk gel

Table 5. Pengembangan volume and nongelling starch fraction

Pati sago/ Sago starch	Volume pengembangan/ Volume expansion	Fraksi pati yang tidak membentuk gel/ Nongelling starch fraction
Alami/ Natural	1,2 ± 0,1 ^a	0,15 ± 0,02 ^b
HMT dicuci:4 jam/ Washed HMT :4	1,5 ± 0,2 ^b	0,10 ± 0,01 ^a

Keterangan/Remarks: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t ($P < 0,05$) / Different letter in the same column indicate significantly different at $P < 0,05$

Tabel 4. Derajat putih pati sago alami dan termodifikasi HMT

Table 4. Whiteness of native and HMT modified sago starch

Pati sago/ Sago starch	Derajat putih / Whiteness (% terhadap/for BaSO ₄)
Alami/ Natural	73,87 ± 0,06 ^b
HMT dicuci:4 jam/ Washed HMT :4	52,89 ± 0,40 ^a

Keterangan/Remarks: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t ($P < 0,05$) / Different letter in the same column indicate significantly different at $P < 0,05$

mengalami retrogradasi bila dibandingkan dengan pati alaminya. Namun demikian, persentase sineresis pati termodifikasi HMT lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pati termodifikasi yang dihasilkan lebih stabil terhadap pembekuan dan *thawing*.

c. Derajat putih

Pati sago yang dimodifikasi pada perlakuan pencucian mempunyai derajat putih yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh berubahnya senyawa polifenol yang terdapat pada sago Papua menjadi berwarna *pink* pada pH netral.

d. Pengembangan volume dan fraksi pati yang tidak membentuk gel

Penentuan pengembangan volume dari pati dilakukan bersamaan dengan pengukuran kelarutan pati pada saat pati yang telah digelatinisasi disentrifuse. Pada pengukuran tersebut, pati akan terpisah menjadi fraksi pembentuk gel dan fraksi terlarut. Namun tidak demikian halnya dengan pati sago alami maupun pati sago termodifikasi HMT yang diperoleh. Pada saat pati tergelatinisasi tersebut disentrifuse diperoleh tiga fraksi yaitu fraksi gel, fraksi larut air dan fraksi tersuspensi yang berada di antara fraksi gel dan fraksi terlarut. Oleh karena itu, pengaruh modifikasi HMT terhadap kelarutan pati ditentukan berdasarkan pengukuran fraksi pati yang tidak membentuk gel (penjumlahan dari pati terlarut dan pati tersuspensi).

Analisis data dengan uji t menunjukkan bahwa pengembangan volume dan fraksi pati yang tidak

Tabel 6. Kandungan pati, amilosa, amilopektin dan proporsi amilosa:amilopektin
 Table 6. Starch, amylose, amylopectin content and amylose: amylopectin proportion

Sampel/ Sample	Pati / Starch (% bk/%db)	Amilosa/ Amylose (% hk/%adh)	Amilopektin / Amylopectin (% bk/%adb)	Proporsi Amilosa : Amilopektin/ Proportion Amylose : Amylopectin
Alami/ Natural	88,32 ± 0,38 ^b	41,34 ± 0,36 ^b	46,97 ± 0,74 ^b	47:53
HMT dicuci:4 jam / Washed HMT :4	81,71 ± 0,92 ^a	38,65 ± 0,45 ^a	43,06 ± 1,16 ^a	47:53

Keterangan/ Remarks: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t (P<0,05) Different letter in the same column indicate significantly different at $\alpha < 0,05$

membentuk gel antara pati alami dan pati termodifikasi HMT terpilih tidak berbeda nyata (P>0,05) seperti yang terdapat pada Tabel 5. Beberapa studi menunjukkan bahwa modifikasi HMT dapat mengubah *pengembangan volume* dan kelarutan pati namun perubahan tersebut akan sangat tergantung pada kondisi yang digunakan.

e. Kandungan pati, amilosa, amilopektin dan proporsi amilosa:amilopektin

Pati sagu yang termodifikasi HMT dengan perlakuan pencucian mengalami penurunan kadar pati, amilosa dan amilopektin yang signifikan (P<0,05) bila dibandingkan dengan pati alaminya seperti yang disajikan pada Tabel 6. Penurunan kandungan pati, amilosa dan amilopektin pada pati termodifikasi HMT kemungkinan disebabkan oleh adanya fragmentasi selama modifikasi berlangsung. Fragmentasi yang dimaksud adalah pemotongan sebagian molekul amilosa/amilopektin menjadi fraksi pati dengan berat molekul yang lebih pendek. Persentase penurunan amilosa dan amilopektin hampir sama sehingga tidak terjadi perubahan proporsi akibat modifikasi HMT.

HMT pada kadar air 23% dan suhu 130°C menghasilkan banyak molekul yang mempunyai DP (*degree of polymerization*) yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pati alaminya¹⁴. Degradasi amilopektin selama modifikasi dengan panas menyebabkan terjadinya penurunan jumlah molekul berukuran besar dan peningkatan jumlah molekul berukuran kecil¹⁵.

B. Penentuan Tingkat Substitusi Pati Sagu Termodifikasi HMT dalam Pembuatan Bihun

1. Pengaruh substitusi pati sagu termodifikasi HMT terhadap kualitas adonan bihun sagu

Substitusi pati sagu termodifikasi HMT menurunkan kelengketan adonan bihun sagu sehingga adonan lebih

mudah diekstrusi. Keluarnya untaian bihun dengan substitusi 50% pati sagu termodifikasi HMT dari ekstruder bersifat lebih homogen dan mudah dipisahkan antar untaianya. Oleh karena itu, untaian bihun dari formula tersebut lebih mudah dibentuk dan diatur di atas rak-rak pengukusan.

2. Pengaruh substitusi pati termodifikasi HMT terhadap waktu pemasakan, berat rehidrasi dan KPAP bihun sagu

Perbedaan tingkat substitusi pati sagu termodifikasi HMT memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu pemasakan bihun sagu kering (P < 0,05) (Tabel 7). Perbedaan pengaruh tingkat substitusi pati HMT belum terlihat secara nyata terhadap berat rehidrasi bihun sagu dan KPAP (P>0,05).

Terjadinya penurunan waktu rehidrasi ini kemungkinan terkait dengan karakteristik gelatinisasi pati sagu termodifikasi HMT. Kisaran suhu gelatinisasi pati sagu HMT yang lebih sempit bila dibandingkan dengan pati alami menyebabkan pati akan lebih cepat tergelatinisasi sempurna setelah introduksi gelatinisasi terjadi. Oleh karena itu bihun sagu yang disubstitusi dengan pati termodifikasi HMT sebanyak 50% mempunyai waktu pemasakan yang lebih singkat.

3. Pengaruh substitusi pati termodifikasi HMT terhadap tekstur bihun sagu

Melalui pengukuran dengan instrumen *texture analyzer*, diketahui bahwa substitusi pati termodifikasi HMT sebanyak 50% dapat meningkatkan kekerasan bihun sagu (P<0,05) seperti yang disajikan pada Tabel 8. Sementara itu, substitusi pati termodifikasi HMT belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap elastisitas, daya kohesif maupun kelengketan bihun sagu. Kemampuan pati

Tabel 7. Waktu pemasakan, berat rehidrasi dan KPAP bihun sagu
 Table 7. Cooking time, rehydration weight and cooking loss of sago bihoon-type noodle

Formula (Pati alami:pati HMT)/ Formula (Natural Starch: starch HMT)	Waktu pemasakan / Cooking time (menit/minutes)	Berat rehidrasi/ Rehydration weight (%)	KPAP/Cooking loss (%)
Alami/ Natural 100%	6,2 ± 0,4 ^c	248,73 ± 6,18 ^a	12,65 ± 4,49 ^a
Alami/ Natural 75% : HMT 25%	5,5 ± 0,0 ^b	259,82 ± 21,14 ^a	12,67 ± 6,98 ^a
Alami/ Natural 50% : HMT 50%	4,5 ± 0,0 ^a	264,79 ± 10,10 ^a	15,68 ± 0,30 ^a

Keterangan/Remarks: Nilai yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji duncan (P<0,05) Mean value with the different letters in the same column are not significantly different at 5% by duncan test

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada KKP3T Badan Litbang Pertanian yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Flach M. Sago palm: *Metroxylon Sagu* Rottb [Internet]. Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crops Plant Research and International Plant Genetic Resources Institute; 1997. Tersedia di: <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/238.pdf>
2. Collado *et al.* Bihon-type of noodles from heat-moisture treated sweetpotato starch. 2001. Dalam: Schoch, Maywad. Preparation and properties of various legume starches. 1968.
3. Wattanachant S, Muhammad SKS, Hasyim DM, Rahman RA. Suitability of sago starch as a base for dual-modification. *J.Sci.Technol.* 2002; 24(3):432-438.
4. Purwani E, Widaningrum Y, Thahir R, Muslich. Effect of moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Indonesian J. of Agricultural Science.* 2006; 7(1):8-14.
5. Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, Corke H. Bihon-type of noodles from heat-moisture treated sweetpotato starch. *J. Food Sci.* 2001; 66(4):604-609.
6. Adebowale KO, Olu-Owolabi BI, Olayinka OO, Lawal OS. Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. *African Journal of Biotechnology.* 2005; 4(9):928-933.
7. Collado LS, Corke H. Heat-moisture treatment effects on sweetpotato starches differing in amylose content. *Food Chemistry.* 1999; 65(3):339-346.
8. Lii C-Y, Chang SM. Characterization of read bean (*Phaseolus radiatus* var. *auca*) starch and its noodle quality. *J. Food Sci.* 1981; 46:78-81.
9. Pukkahuta C, Varavinit S. Structural transformation of sago starch by heat-moisture and osmotic-pressure treatment. [*Starch-stärke* 59, Issue] 2009; 12:624-631.
10. Wattanachant S, Muhammad K, Hasyim DM, Rahman RA. Effect of crosslink reagent and hydroxypropylation levels on dual-modified sago starch properties. *Food Chemistry* 2003; 80:463-471.
11. Singh S, Raina CS, Bawa AS, Saxena DC. Effect of heat-moisture treatment and acid modification on rheological, textural, and differential scanning calorimetry characteristics of sweetpotato starch. *J of Food Sci.* 2005; 70(6):373-378.
12. Pukkahuta C, Suwannawat B, Shobsngob S, Varavinit S. Comparative study of pasting and thermal transition characteristic of osmotic pressure and heat-moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymer* 2008; 72:527-536.
13. Gunaratne A, Hoover R. Effect of moisture treatment on the structure and physical properties of tuber and root starches. [*Carbohydrate Polymers* 49]. 2002; 425-437.
14. Vermeylen R, Goderis B, Delcour J. An x-ray study of hydrothermally treated potato starch. [*Carbohydrate Polymer* 64] 2006; 364-375.
15. Lu S, Chen C-Y, Lii C-Y. Gel-chromatography fractionation and thermal characterization of rice starch affected by hydrothermal treatment. *Cereal Chem.* 1996; 73(1):5-11.
16. Eliasson AC, (ed). *Starch in food (structure, function and applications)*. Woodhead Publishing Limited. Cambridge England. 2004.