

KARAKTERISASI TEPUNG JAGUNG TERMODIFIKASI *HEAT MOISTURE TREATMENT* (HMT) DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU PEMASAKAN DAN SENSORI MI JAGUNG KERING

Feri Kusnandar¹, Nurheni Sri Palupi¹, Oke Anandika Lestari² dan Sri Widowati³

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, dan Southeast Asia Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, Institut Pertanian Bogor

²Alumni Program Pasca Sarjana Ilmu Pangan, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor

³Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Kementerian Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12 A Bogor 16114

Email : bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id

ABSTRAK

Tepung jagung merupakan sumber bahan pangan yang potensial untuk diolah menjadi mi jagung kering. Permasalahan yang masih dihadapi dari penggunaan tepung jagung dalam mi jagung, terutama yang menggunakan 100% tepung jagung alami, adalah sifat kehilangan pemasakan (*cooking loss*) yang tinggi dan mutu tekstur (elastisitas, kekerasan dan kelengketan) yang masih kurang diterima. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memodifikasi tepung jagung secara fisik dengan teknik *heat moisture treatment* (HMT) sehingga tepung jagung dapat digunakan dalam formulasi mi jagung. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi proses modifikasi tepung jagung dengan HMT, yaitu suhu (100, 110 dan 120°C), waktu pemanasan (3, 6 dan 9 jam), dan tingkat substitusi (0, 5, 10, 15 dan 20%) tepung jagung HMT untuk menghasilkan mi jagung. Data viskogram yang diukur dengan Rapid Visco Analyzer (RVA) menunjukkan bahwa tepung jagung yang dimodifikasi HMT pada 110°C selama 6 jam dengan kadar air 24% mengalami perubahan profil gelatinisasi dari tipe B menjadi tipe C, dimana profil gelatinisasi memiliki puncak viskositas yang lebih rendah (mengembang secara terbatas), viskositas *breakdown* yang minimal, ketahanan panas yang lebih tinggi, dan viskositas *setback* yang lebih rendah dibandingkan tepung jagung alami. Penggunaan tepung jagung HMT 10% dalam formulasi mi jagung menghasilkan mi dengan persen kehilangan akibat pemanasan yang lebih rendah, serta tekstur mi masak dengan kekerasan yang lebih rendah, lebih elastis, dan kelengketan yang lebih rendah dibandingkan mi jagung yang dibuat dari 100% tepung jagung alami, serta lebih disukai.

Kata Kunci: tepung jagung, *heat moisture treatment*, mi jagung

ABSTRACT. Feri Kusnandar, Nurheni Sri Palupi, Oke Anandika Lestari and Sri Widowati. 2009. **Characterization of heat moisture treatment (HMT) corn flour and its effects on cooking and sensory qualities of dried corn noodles.** Corn flour is potential to be used as a food ingredient for corn noodle. However, cooked corn noodle made of 100% native corn flour had high cooking loss and unacceptable texture qualities in term of elasticity, firmness and stickiness. One of the method to overcome these problems was by modifying its physical characteristics with a heat moisture treatment (HMT) technique. The objective of this research was to determine a suitable heating temperature (100, 110 and 120°C), time (3, 6 and 9 hours) during HMT modification process of corn flour, and to determine level of substitution (0, 5, 10, 15 and 20%) of HMT corn flour in dried noodle formulation. The Rapid Visco Analysis profile of corn flour modified at a heating temperature of 110 °C for 6 hours with a controlled 24% moisture content had a C-type gelatinization profile compared to B-type for native corn flour. The HMT corn flour had a lower peak viscosity, lower viscosity breakdown, more heat stable, and lower viscosity setback than that of native corn flour. Substitution of native corn flour with 10% HMT corn flour produced a corn noodle with a lower cooking loss, less firm, more elastic, less sticky and more acceptable sensorically compared to that of corn noodle made of 100% native corn flour.

Keyword: corn flour, heat moisture treatment, corn noodle

PENDAHULUAN

Tepung jagung berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk mi jagung. Pengembangan teknologi mi jagung telah dikembangkan, di antaranya dengan menerapkan teknologi kalendering¹. Perbedaan utama dari proses produksi mi jagung dari 100% tepung jagung dibandingkan mi terigu adalah adanya tahapan pengukusan adonan sebelum proses pembentukan lembaran adonan dan untai mi (*sheeting* dan *slitting*).

Hal ini disebabkan pembentukan lembaran adonan tepung jagung bukan ditentukan oleh peranan protein gluten, tetapi oleh pati yang tergelatinisasi yang berperan sebagai pengikat adonan².

Mi jagung yang dibuat dari 100% tepung jagung yang diproses menjadi mi kering masih memiliki kekurangan dalam hal mutu fisik dan organoleptik mi setelah pemasakan, yaitu persen kehilangan padatan selama pemasakan (*cooking loss*) yang masih tinggi, tingkat kekenyalan dan elastisitas yang masih kurang, serta

kelengketan yang masih relatif tinggi¹. Hal ini terkait dengan karakteristik dari pati jagung yang memiliki profil gelatinisasi pati tipe B, yaitu memiliki kemampuan mengembang yang tidak terlalu tinggi dan tidak stabil oleh proses pemanasan (ditunjukkan dengan adanya viskositas puncak dan mengalami viskositas *breakdown*) selama fase pemanasan pada pengukuran dengan Brabender amlograph.¹

Di antara teknik yang berpotensi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memodifikasi dahulu karakteristik pati dalam tepung jagung dengan teknik *heat moisture treatment* (HMT). Beberapa laporan menunjukkan bahwa pati yang dimodifikasi dengan HMT dapat menghasilkan sifat pati dengan viskositas puncak dan viskositas *breakdown* yang menurun, kestabilan pemanasan yang meningkat serta kecenderungan retrogradasi (*setback*) yang menurun. Pati seperti ini mendekati profil gelatinisasi pati tipe C, yaitu pati yang mengalami pengembangan yang terbatas dan tidak adanya viskositas puncak yang menunjukkan ketahanan panas yang tinggi dari pati². Pati tipe C ini sesuai untuk digunakan dalam produk pangan yang mengalami proses pemanasan suhu tinggi dalam proses pengolahannya (misalnya proses pengukusan, pasteurisasi atau sterilisasi). Hanya sedikit pati alami yang memiliki profil gelatinisasi tipe C, di antaranya adalah pati kacang hijau³. Pati tipe C dapat juga diperoleh dari proses modifikasi pati, seperti modifikasi ikatan silang (*cross-linking*) atau HMT⁴.

Teknik modifikasi HMT di antaranya telah dilaporkan pada pati sorgum⁵, ubi jalar⁶, pati jagung⁷, pati sagu⁸, dan tepung beras⁹. Pati HMT juga telah diaplikasikan dalam proses produksi mi, yaitu pati HMT ubi jalar⁴ dan pati HMT sagu¹⁰. Hasilnya menunjukkan bahwa pati HMT mampu menurunkan persen kehilangan padatan selama pemasakan dan meningkatkan elastisitas mi.

Modifikasi pati HMT merupakan teknik modifikasi pati secara fisik dengan cara perlakuan pemanasan pada suhu tinggi (>100°C) pada kondisi lembab (sekitar 20% kadar air) namun tidak menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati⁵. Suhu dan waktu pemanasan untuk modifikasi HMT dapat bervariasi, tergantung pada jenis patinya. Saat ini belum ada laporan tentang kondisi proses modifikasi HMT untuk tepung jagung, pengaruhnya terhadap profil gelatinisasinya, serta pengaruhnya apabila diaplikasikan dalam formula mi jagung. Dalam penelitian ini dipilih tepung jagung untuk diteliti, karena tepung jagung lebih mudah diproduksi sehingga lebih mudah diaplikasikan di masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu pemanasan selama proses modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT yang diharapkan dapat mengubah profil gelatinisasi tepung jagung dari tipe B menjadi tipe

C, serta menentukan persen substitusi tepung jagung HMT yang dapat menghasilkan mi jagung dengan persen kehilangan padatan selama pemasakan yang lebih rendah, kekerasan dan tingkat kelengketan yang dapat dikurangi, serta elastisitas mi jagung yang lebih baik.

BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret hingga November 2008 di Pilot Plant Pengolahan Pangan dan Laboratorium Sensori di SEAFAST Center IPB, serta laboratorium Kimia Pangan dan Pengolahan Pangan di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.

B. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung jagung. Tepung jagung dibuat dari jagung pipil varietas Pioneer 21 yang diperoleh dari Kabupaten Ponorogo Jawa Timur. Jagung pipil digiling kasar dengan hammer mill, kemudian hasil gilingan direndam dalam air sekitar 15 menit sehingga dapat dipisahkan bagian endosperma jagung (*grits*) dari kulit ari dan lembaga. *Grits* jagung dikeringkan dalam pengering kabinet (65°C, 1 jam) dan digiling kembali dengan menggunakan disc mill. Tepung jagung dikeringkan kembali di dalam pengering kabinet (65°C, selama 1 jam). Tepung jagung kemudian diayak untuk diperoleh tepung jagung yang lolos ayakan 100 mesh. Tepung jagung yang diperoleh memiliki kadar air 9,3% (bb). Bahan tambahan lain yang digunakan untuk formulasi mi jagung adalah garam dan guar gum.

C. Metode

Penelitian terdiri dari tahap modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT, dan tahap proses produksi mi jagung yang disubstitusi dengan tepung jagung HMT.

1. Modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT

Proses modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT dilakukan dengan mengacu metode⁵ Collado et al, yaitu dengan mempertahankan kadar air tepung jagung sekitar 24±1% selama proses perlakuan pemanasan. Tepung jagung sebanyak 1000 gram disemprot dengan air sedikit demi sedikit disertai dengan pengadukan supaya homogen. Untuk menghasilkan tepung dengan kadar air tepung sebesar 24% diperlukan penyemprotan air sebanyak 22,7 ml air per 100 g tepung jagung. Tepung jagung yang sudah dilembabkan kemudian ditempatkan dalam loyang tertutup dan dimasukkan ke dalam refrigerator 4-5°C selama 24 jam. Loyang berisi tepung jagung kemudian diberi perlakuan pemanasan di dalam oven yang berbeda, yaitu pada suhu 100, 110 dan 120°C

selama 3, 6 dan 9 jam. Selama perlakuan pemanasan, dilakukan pengadukan tepung secara periodik setiap jam. Setelah perlakuan pemanasan, tepung jagung didinginkan pada suhu ruang selama satu jam. Untuk menurunkan kadar air, tepung jagung hasil modifikasi kemudian dikeringkan dalam oven 50°C selama 4 jam. Tepung jagung kemudian diayak kembali sehingga diperoleh tepung jagung yang lolos ayakan 100 mesh.

2. Proses mi jagung yang disubstitusi tepung jagung HMT

Proses produksi mi jagung dilakukan dengan mengacu pada metode 'Putra yang dimodifikasi. Tepung jagung HMT dicampurkan dengan tepung jagung tanpa modifikasi pada beberapa tingkat substitusi, yaitu 0, 5, 10, 15 dan 20% (persentase berdasarkan total berat tepung jagung yang digunakan dalam formulasi). Mi jagung yang diproses dari 100% tepung jagung tanpa HMT dijadikan sebagai pembanding/kontrol. Campuran tepung jagung (1000 gram) dihomogenkan dengan menggunakan mixer, kemudian dibagi dua, yaitu bagian I (700 gram) dan bagian II (300 gram). Ke dalam bagian I ditambahkan 1% guar gum dan 50% air yang mengandung 1% garam (persentase dihitung berdasarkan berat total tepung jagung). Setelah diaduk homogen dengan menggunakan mixer, tepung bagian I ini dikukus dengan menggunakan mesin pengukus pada suhu 90°C selama 15 menit. Setelah pengukusan selesai, tepung jagung bagian II dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam tepung jagung bagian I yang telah dikukus sambil dilakukan proses pengadukan. Campuran ini kemudian dimasukkan ke dalam grinder untuk menghomogenkan dan membentuk adonan tepung jagung (proses ini dilakukan dengan pengulangan dua kali). Adonan kemudian dibentuk menjadi lembaran dengan menggunakan mesin sheeter. Proses pembentukan lembaran adonan dilakukan secara berulang-ulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh ketebalan lembaran adonan sekitar 1,2 mm. Adonan kemudian dipotong-potong menjadi untaian mi jagung. Mi jagung kemudian disusun di atas loyang, dipotong-potong dan dikukus kembali pada suhu 90°C selama 20 menit. Mi jagung yang telah dikukus kemudian dikeringkan dalam pengering kabinet 60°C selama 70 menit sehingga diperoleh mi jagung kering dengan kadar air sekitar 14%.

1. Analisis Karakterisasi Tepung Jagung HMT

Tepung jagung dianalisis profil gelatinisasi dan persen *amylose leaching*-nya. Sebagai kontrol, dianalisis juga tepung jagung tanpa modifikasi.

a. Analisis profil gelatinisasi⁸ (Collado et al)

Analisis profil gelatinisasi dengan Rapid Visco Analyzer

(RVA) dilakukan pada tepung jagung sebelum dan setelah dimodifikasi HMT. Sebanyak 3 gram tepung (basis kering) disuspensikan dalam 25 g akuades, kemudian dilakukan siklus pemanasan dan pendinginan pada pengadukan konstan (160 rpm) sebagai berikut: Tahap pemanasan dilakukan mulai dari 50°C hingga 95°C dengan kecepatan 6°C/menit, kemudian suhu pemanasan pada 95 °C dipertahankan (*holding*) selama 5 menit. Tahap pendinginan lakukan hingga suhu mencapai 50°C dengan kecepatan yang sama dengan tahap pemanasan, kemudian suhu dipertahankan pada 50°C (*holding*) selama 5 menit. Data-data yang dicatat dari kurva RVA meliputi suhu awal gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas *breakdown*, viskositas setelah *holding* pada 95°C, viskositas *setback*, dan viskositas setelah *holding* pada 50°C.

b. Analisis *amylose leaching*¹² (Modifikasi Gunaratne dan Hoover, 2001)

Analisis *amylose leaching* bertujuan untuk menentukan jumlah amilosa yang terlarut setelah pemanasan. Contoh tepung jagung sebelum dan setelah modifikasi HMT (0,25 g basis kering) ditempatkan dalam tabung sentrifusi tertutup, kemudian disuspensikan dalam 7,5 ml akuades. Contoh divortex hingga merata dan dipanaskan pada suhu 95°C selama 30 menit, kemudian didinginkan pada *ice water* selama 1 menit dan pada *waterbath* 25°C selama 5 menit. Contoh disentrifusi (3500 rpm, 15 menit), kemudian supernatan dipipet sebanyak 1 ml untuk dianalisis kandungan amilosanya.

Analisis kandungan amilosa ditentukan dengan metode Faridah et al. Sebanyak 100 mg contoh dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, kemudian ditambahkan 1 ml etanol dan 9 ml NaOH 1N. Larutan contoh kemudian didiamkan selama 24 jam dan ditambahkan akuades hingga tanda tera. Sebanyak 5 ml larutan contoh dipipet, lalu dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, dan ditambahkan 1 ml asam asetat 1N dan 2 ml larutan iod. Setelah itu larutan ditambahkan akuades hingga tanda tera, didiamkan selama 20 menit, dan diukur intensitas warnanya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 620 nm. Kadar amilosa dihitung dengan menggunakan kurva standar yang dibuat dari larutan standar amilosa murni (0,004-0,020 mg/ml). Persentase *amylose leaching* dihitung berdasarkan berat amilosa yang dilepaskan per berat tepung.

c. Analisis mutu tekstur dan sensori mi jagung

Mi jagung kemudian dianalisis persen kehilangan padatan akibat pemasakan (persen KPAP) dan mutu teksturnya (kekerasan, elastisitas dan kelengketan) baik secara obyektif dengan metode *texture profile analysis* (TPA) maupun secara subyektif dengan uji sensori.

d. Analisis persen kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP)¹⁴ (Oh et al)

Persen KPAP diukur berdasarkan pada kehilangan berat mi jagung setelah dimasak. Contoh mi jagung kering (5 g) dimasak dalam 150 ml air mendidih selama 3 menit, kemudian mi ditiriskan dan didinginkan. Selanjutnya contoh dikeringkan dalam oven (105°C) sampai diperoleh berat konstan (sekitar 3 jam). Persen KPAP dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{KPAP} = 1 - \frac{\text{Berat mi setelah dikeringkan (g)}}{\text{Berat mi awal} \times (1 - \text{ka mi jagung})} \times 100\%$$

e. *Texture profile analysis*¹⁵ (Faridah et al)

Kekerasan, elastisitas dan kelengketan mi jagung diukur secara obyektif dengan metode *Texture Profile Analysis* (TPA) menggunakan *Texture Analyzer* (TA-XT2). Mi yang dianalisis adalah mi kering (50 g) yang telah direhidrasi dengan cara dimasak dalam air mendidih selama 3 menit, kemudian ditiriskan dan didinginkan. Probe yang digunakan adalah probe silinder (diameter 35 mm). Alat di-setting pada *pre-test speed* 2,0 mm/s, *test speed* 0,1 mm/s, *post test speed* 2,0 mm/s, *repure test distance* 75%, *distance* 1%, *force* 100 gf, *time* 5 sec dan *count* 2. Parameter pengukuran yang dicatat dari kurva TPA adalah nilai kekerasan (gf), elastisitas (gs), dan kelengketan (gf). Nilai kekerasan ditentukan dari gaya maksimum (nilai puncak) pada tekanan pertama. Nilai elastisitas ditentukan dari perbandingan antara jarak yang ditempuh oleh contoh pada tekanan kedua hingga tercapai nilai gaya maksimum dengan jarak yang ditempuh contoh pada tekanan pertama hingga tercapai gaya maksimum. Semakin nilainya mendekati 1, maka mi semakin elastis. Kelengketan ditentukan berdasarkan nilai puncak di bawah kurva pada tekanan pertama.

f. Analisis mutu sensori¹⁶ (Adawiyah et al)

Contoh mi jagung yang telah direhidrasi seperti contoh analisis tekstur diuji mutu sensorinya oleh 30 orang panelis terlatih dengan menggunakan metode skoring. Penilaian dilakukan terhadap tingkat kekerasan, kekenyalan dan kelengketan. Skor sensori berkisar antara 1 hingga 5, dimana skor 1 menunjukkan intensitas yang paling rendah sedangkan skor 5 menunjukkan intensitas yang paling tinggi untuk masing-masing parameter sensori. Uji kesukaan secara menyeluruh terhadap mi jagung juga dilakukan dengan kisaran skor 1 (sangat tidak suka) hingga skor 7 (sangat suka).

4. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan dalam tahap modifikasi tepung jagung adalah rancangan acak lengkap dua faktor (suhu dan waktu pemanasan), sedangkan untuk

tahap aplikasi tepung jagung HMT dalam proses pembuatan mi jagung menggunakan rancangan acak lengkap satu faktor (persen substitusi tepung jagung HMT). Penelitian dilakukan dengan 3 ulangan untuk masing-masing perlakuan. Uji statistik untuk *analysis of variance* (ANOVA) dan uji lanjut *least significant different* (LSD) dilakukan dengan menggunakan Program Minitab 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Modifikasi HMT terhadap Profil Gelatinisasi

Parameter hasil pengolahan profil gelatinisasi dari tepung jagung sebelum dan setelah modifikasi HMT dapat dilihat pada Tabel 1. Tepung jagung tanpa modifikasi HMT (selanjutnya disebut tepung jagung kontrol) mulai mengalami gelatinisasi pada suhu 76,4°C dan mencapai viskositas maksimum pada 1334 cP. Tepung jagung mengalami penurunan viskositas secara drastis dengan viskositas *breakdown* (VBD) mencapai 362 cP. Pasta tepung jagung mengalami *setback* yang cukup besar pada fase pendinginan, yaitu 863 cP. Profil gelatinisasi tersebut menunjukkan bahwa tepung jagung tidak tahan terhadap proses pemanasan dan mengalami kecenderungan retrogradasi yang cukup tinggi. Profil gelatinisasi tepung jagung ini mendekati profil gelatinisasi pati tipe B.

Modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT pada seluruh perlakuan suhu dan waktu pemanasan mampu memodifikasi profil gelatinisasi tepung jagung. Seperti dapat dilihat pada tabel 1, seluruh tepung jagung HMT memiliki suhu awal gelatinisasi yang lebih tinggi (79,3-86,9°C) dibandingkan dengan tepung jagung kontrol. Uji ANOVA menunjukkan bahwa suhu pemanasan berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap suhu awal gelatinisasi, tetapi waktu pemanasan tidak berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa granula pati jagung HMT lebih resisten terhadap panas, sehingga membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk mulai tergelatinisasi. Hasil yang sama ditunjukkan dalam modifikasi HMT pada tepung beras¹¹, pati ubi jalar⁸, dan pati jagung⁹. Proses HMT ternyata dapat menyebabkan pembentukan ikatan baru yang lebih kompleks antara amilosa pada bagian kristalin dengan amilopektin pada bagian amorphous sehingga menghasilkan kristalin baru yang memiliki ikatan yang lebih kuat dan rapat¹¹. Hal ini menyebabkan pati membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk dapat menyerap air dan mengalami proses gelatinisasi.

Viskositas puncak tepung jagung mengindikasikan seberapa besar granula pati jagung dapat mengikat air

Tabel 1. Profil gelatinisasi dan persen amylose leaching dari tepung jagung pada berbagai perlakuan modifikasi HMT
 Table 1. Gelatinization temperature and percentage of amylose leaching of various HMT modified corn flours

Perlakuan		Suhu Gela- tinisasi (°C)	Viskositas Maks (cP)	Viskositas pada 95°C, 5'' (cP)	VBD (cP)	Viskositas pada 50°C, 5''(cP)	VSB (cP)	Amylose Leaching (%)
Suhu (°C)	Waktu (jam)							
Tepung jagung kontrol		76,4 ^c	1334,0 ^a	972,0 ^a	362,0 ^a	1835,3 ^a	863,3 ^a	2,71 ^a
100	3	70,3 ^{bc}	823,7 ^b	790,7 ^b	33,0 ^b	1137,0 ^b	346,3 ^b	2,72 ^a
	6	79,0 ^{abc}	743,0 ^{bc}	708,0 ^{bcd}	35,0 ^b	1001,0 ^c	293,0 ^{ef}	2,42 ^b
	9	80,2 ^{bc}	708,7 ^{cd}	677,0 ^{cde}	31,7 ^b	863,7 ^{de}	186,7 ^{de}	1,68 ^{cd}
110	3	79,1 ^{abc}	661,7 ^{cd}	642,7 ^{def}	19,0 ^b	846,0 ^e	203,3 ^{ef}	1,81 ^c
	6	84,0 ^{ab}	626,0 ^d	609,3 ^{ef}	26,7 ^b	771,0 ^{ef}	161,7 ^{ef}	1,49 ^{ef}
	9	84,2 ^{ab}	604,7 ^{de}	575,0 ^{fg}	29,7 ^b	722,0 ^f	147,0 ^{fg}	1,46 ^{ef}
120	3	82,0 ^{abc}	764,7 ^{bc}	734,0 ^e	30,7 ^b	972,7 ^{cd}	238,7 ^d	1,60 ^{de}
	6	84,2 ^{ab}	523,7 ^e	496,7 ^g	27,0 ^b	602,7 ^g	106,0 ^{gh}	1,47 ^{ef}
	9	86,9 ^a	417,7 ^f	395,0 ^h	22,7 ^b	474,0 ^h	79,0 ^h	1,40 ^f

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji LSD ($\alpha=0,05$)

VBD: Viskositas *breakdown* (selisih viskositas antara viskositas pada 95°C dengan viskositas maksimum)

VSB: Viskositas *setback* (selisih antara viskositas pada 50°C dengan viskositas pada 95°C)

dan mengembang sebelum granula pecah. Profil gelatinisasi pati pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh tepung jagung HMT memiliki nilai puncak viskositas yang lebih rendah dibandingkan tepung jagung kontrol, yaitu berkisar antara 824-418 cP. Uji ANOVA menunjukkan suhu dan waktu pemanasan serta interaksi keduanya berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai puncak viskositas. Hasil ini membuktikan bahwa tepung jagung HMT memiliki kemampuan mengembang lebih rendah dibanding tepung jagung kontrol. Hal serupa ditunjukkan pada pati jagung⁹.

Viskositas puncak berkorelasi positif dengan persen KPAP dari mi sorgum, dimana penurunan viskositas puncak dapat memberikan penurunan persen KPAP dari mi sorgum¹⁶. Dengan demikian, penurunan puncak viskositas oleh proses modifikasi HMT diharapkan dapat berkontribusi pada penurunan persen KPAP mi jagung.

Di samping penurunan viskositas puncak, modifikasi HMT juga dapat menurunkan viskositas *breakdown* dari tepung jagung untuk seluruh perlakuan (Tabel 1). Penurunan viskositas *breakdown* mencapai 91% dibandingkan dengan tepung jagung kontrol. Uji ANOVA menunjukkan suhu dan waktu pemanasan serta interaksinya berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap viskositas *breakdown*. Hal ini menunjukkan bahwa tepung jagung HMT lebih tahan proses pemanasan. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Pukkahuta et al. Dijelaskan bahwa penurunan viskositas *breakdown* ini dapat disebabkan oleh adanya pembentukan ikatan antara amilosa dan lemak yang terdapat pada jagung selama proses HMT (tepung jagung Pioneer 21 mengandung 1,73% lemak¹⁷. Penambahan lemak selama proses HMT dapat meningkatkan stabilitas panas dan menurunkan

viskositas *breakdown* pada pati kentang¹⁸.

Penurunan viskositas *breakdown* berkorelasi positif terhadap penurunan persen KPAP dari mi sorgum¹⁶. Dengan demikian, penurunan viskositas *breakdown* pada tepung jagung HMT juga diharapkan dapat berkontribusi pada penurunan persen KPAP mi jagung.

Tabel 1 menunjukkan juga bahwa tepung jagung HMT mengalami *setback* lebih rendah dibandingkan tepung jagung kontrol, yaitu berkisar antara 79-346 cP. Penurunan nilai *setback* ini diinginkan, karena penurunan *setback* berkorelasi positif dengan penurunan kekerasan mi¹⁶. Tepung jagung cenderung mengalami *setback* lebih rendah dengan semakin meningkatnya suhu dan waktu pemanasan. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa suhu dan waktu pemanasan serta interaksi keduanya berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap viskositas *setback*. Uji lanjutan LSD menunjukkan penurunan viskositas *setback* ini berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa tepung jagung HMT lebih sulit mengalami *setback* (retrogradasi) dibandingkan dengan tepung jagung kontrol. Hasil penelitian ini sama dengan pada pati jagung dan pati kentang¹⁸, pada tepung beras¹¹ dan pada pati jagung⁹.

B. Pengaruh Modifikasi HMT terhadap Amylose Leaching

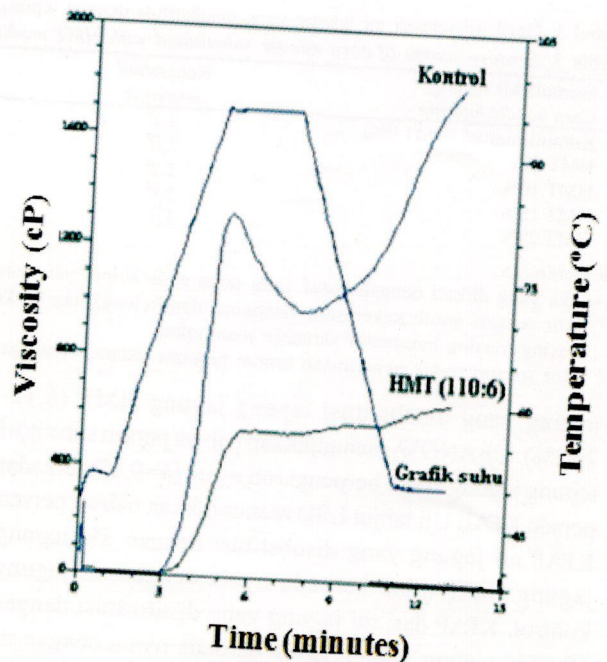
Pengukuran amylose leaching atau pelepasan amilosa digambarkan sebagai keluarnya amilosa pada saat proses gelatinisasi. Tabel 1 menunjukkan pengaruh modifikasi HMT terhadap persen amylose leaching dibandingkan tepung jagung tanpa HMT. Tepung jagung tanpa HMT mengalami amylose leaching sebesar 2,17%, sedangkan

tepung jagung dengan HMT mengalami *amylose leaching* berkisar antara 1,4-2,72%. Pati jagung HMT yang mengalami *amylose leaching* relatif tinggi adalah yang diberi perlakuan pemanasan 100°C atau pada waktu pemanasan 3 jam untuk seluruh perlakuan suhu pemanasan. Penurunan jumlah amilosa yang lepas diharapkan dapat memperkuat tekstur mi selama pemasakan dan menurunkan jumlah kehilangan padatan selama pemasakan, serta menurunkan kelengketan mi jagung yang dihasilkan. Lepasnya amilosa memungkinkan amilosa berada pada permukaan mi yang dapat meningkatkan kelengketan mi¹⁹.

Uji ANOVA menunjukkan suhu dan waktu pemanasan berpengaruh terhadap persen *amylose leaching*. Uji lanjut LSD menunjukkan bahwa perlakuan suhu 100°C selama 3 jam tidak berbeda nyata ($\alpha=0,05$) dengan tepung jagung kontrol. Pemanasan pada 110°C atau 120°C selama 6 atau 9 jam juga tidak berbeda nyata. Namun, pada suhu pemanasan yang sama *amylose leaching* berbeda nyata dengan perlakuan pemanasan 3 jam.

C. Pemilihan Kondisi Modifikasi Tepung Jagung Terbaik

Berdasarkan pada profil gelatinisasi seperti dijelaskan di atas, tepung jagung HMT pada semua kombinasi suhu dan waktu pemanasan menunjukkan perubahan profil gelatinisasi yang diinginkan, yaitu berubah dari tipe B menjadi tipe C yang ditunjukkan dengan penurunan viskositas *breakdown*, peningkatan stabilitas panas dan penurunan kecenderungan mengalami retrogradasi (*setback*). Kombinasi perlakuan yang dipilih didasarkan pada profil gelatinisasi yang dapat memberikan suhu awal gelatinisasi tertinggi, viskositas *breakdown*, viskositas puncak, dan viskositas *setback* terendah. Di samping itu, pemilihan juga didasarkan pada persen *amylose leaching* yang terendah. Perlakuan pemanasan pada 110°C atau 120°C selama 6 atau 9 jam memenuhi kriteria tersebut dan masing-masing memberikan profil gelatinisasi yang mirip. Untuk efisiensi proses, maka perlakuan modifikasi HMT



Gambar 1. Profil gelatinisasi tepung jagung HMT dengan perlakuan pemanasan 110°C selama 6 jam dibandingkan dengan tepung jagung kontrol.

Figure 2. Gelatinization temperature of HMT modified corn flour (110°C, 6 hours) compared to that of native corn flour

tepung jagung yang dipilih adalah pada 110°C selama 6 jam. Kurva profil gelatinisasi pati jagung HMT yang dipilih tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Untuk selanjutnya, tepung jagung HMT ini diaplikasikan dalam formulasi mi jagung.

D. Pengaruh Substitusi Tepung Jagung HMT terhadap Persen KPAP Mi Jagung

Persen KPAP merupakan parameter mi yang penting yang menunjukkan seberapa besar padatan dari mi jagung terbawa ke dalam fase air setelah pemasakan. Pengaruh substitusi tepung jagung HMT dalam formula mi jagung terhadap persen KPAP dapat dilihat pada Tabel 2. Mi jagung yang diproses dari tepung jagung tanpa modifikasi (selanjutnya disebut mi jagung kontrol) menunjukkan persen KPAP tertinggi (8,31%) dibandingkan dengan mi

Tabel 2. Persen kehilangan padatan akibat pemasakan (KPAP) dan hasil analisis tekstur mi jagung yang disubstitusi dengan tepung jagung HMT (110°C, 6 jam)

Table 2. Percentage of cooking loss and texture profile analysis (TPA) of corn noodles substituted with HMT modified corn flour (110 °C, 6 jam)

Formula Mi Jagung/Corn noodle formula	KPAP/Percentage of cooking loss (%)	Texture Profile Analysis		
		Kekerasan/hardness (gf)	Elastisitas/elasticity (gs)	Kelengketan/sticky (gf)
Kontrol (HMT 0%)	8,31 ^a	2801,5 ^a	0,71 ^a	-66,4 ^{bc}
HMT 5%	7,92 ^a	2574,9 ^a	0,69 ^a	-67,1 ^c
HMT 10%	7,27 ^b	2228,9 ^b	0,70 ^a	-52,3 ^{ab}
HMT 15%	6,90 ^b	2144,1 ^{bc}	0,71 ^a	-60,8 ^{bc}
HMT 20%	6,12 ^c	1954,3 ^c	0,76 ^a	-39,4 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji LSD ($\alpha=0,05$)

Tabel 3. Hasil uji sensori mi jagung yang disubstitusi dengan tepung jagung HMT
 Table 3. Sensory scores of corn noodle substituted with HMT modified corn flour

Formula Mi Jagung/ Corn noodle formula	Kekerasan/ hardness	Elastisitas /elasticity	Kelengketan/ sticky	Penerimaan umum/ General acceptance
Kontrol/control (HMT 0%)	2,1 ^a	1,7 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a
HMT 5%	2,0 ^a	1,8 ^c	3,5 ^a	3,2 ^c
HMT 10%	2,2 ^a	2,9 ^a	2,3 ^b	5,4 ^a
HMT 15%	1,9 ^b	2,8 ^a	2,2 ^b	5,3 ^a
HMT 20%	1,1 ^c	2,5 ^b	2,0 ^b	4,6 ^b

Keterangan:

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada uji LSD ($\alpha=0,05$)
¹ Skor sensori untuk kekerasan, elastisitas dan kelengketan berkisar antara 1-5. Semakin tinggi skor sensori, intensitas penilaian n sensori masing-masing parameter semakin meningkat

² Skor sensori untuk penerimaan umum berkisar antara 1 (sangat tidak suka) hingga 7 (sangat suka)

jagung yang disubstitusi tepung jagung HMT (6,12-7,92%). Uji ANOVA menunjukkan bahwa persen substitusi tepung jagung HMT berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap persen KPAP. Uji lanjut LSD menunjukkan bahwa persen KPAP mi jagung yang disubstitusi dengan 5% tepung jagung HMT tidak berbeda nyata dengan mi jagung kontrol. KPAP dari mi jagung yang disubstitusi dengan 10-15% tepung jagung HMT berbeda nyata dengan mi jagung kontrol dan mi jagung 20%. Dari seluruh perlakuan tersebut, maka mi jagung yang disubstitusi dengan 20% tepung jagung HMT memiliki persen KPAP terendah.

E. Pengaruh Substitusi Tepung Jagung HMT terhadap Mutu Tekstur Mi Jagung

1. Kekerasan

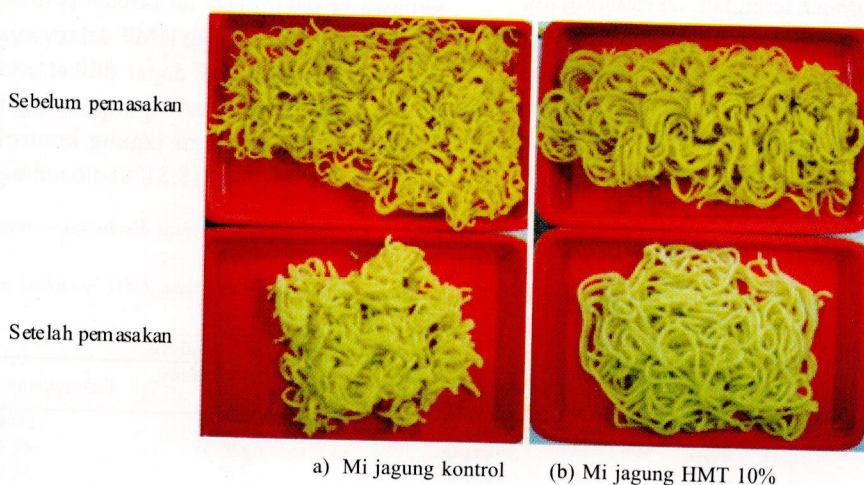
Hasil analisis TPA untuk mi jagung pada perlakuan yang berbeda yang terdiri dari nilai kekerasan, elastisitas dan kelengketan dapat dilihat pada Tabel 2. Mi jagung kontrol memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi (2802 gf) dibandingkan mi jagung yang disubstitusi dengan tepung jagung HMT (1954-2575 gf). Uji ANOVA menunjukkan bahwa substitusi tepung jagung HMT berpengaruh terhadap nilai kekerasan mi jagung. Uji lanjut LSD

menunjukkan substitusi 10-20% menunjukkan nilai kekerasan yang berbeda nyata dengan mi jagung kontrol. Persen substitusi 10% tidak berbeda nyata dengan 15%, tetapi berbeda nyata dengan 20%. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kekerasan mi jagung setelah rehidrasi dapat diturunkan dengan melakukan substitusi tepung jagung minimal 10%. Hal ini berkaitan dengan penurunan nilai *setback* dari hasil pengukuran profil gelatinisasi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Hasil pengujian kekerasan secara subyektif oleh panelis menunjukkan bahwa kekerasan mi jagung yang disubstitusi dengan 20% tepung jagung HMT menghasilkan tingkat kekerasan yang terendah dibanding mi jagung yang lainnya (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran kekerasan secara obyektif dengan TPA.

2. Elastisitas

Pengukuran terhadap nilai elastisitas menunjukkan bahwa substitusi tepung jagung HMT pada 5-15% substitusi tidak berpengaruh nyata dibandingkan mi jagung kontrol (Tabel 2). Hal ini menunjukkan substitusi dengan 5-20% tepung jagung HMT tidak memperbaiki elastisitas mi jagung secara objektif. Namun, hasil uji TPA berbeda dengan



Gambar 2. Perbandingan antara mi jagung tanpa substitusi HMT (a) dengan mi jagung yang disubstitusi 10% tepung jagung HMT (b) sebelum dan setelah pemasakan

Figure 2. Corn noodles (a) control (native corn flour); (b) with substitution of 10% HMT modified corn flour

penilaian yang diberikan oleh panelis terhadap skor elastisitas. Panelis menilai bahwa mi jagung yang disubstitusi dengan 10% dan 20% HMT lebih elastis dibandingkan dengan mi jagung kontrol (Tabel 3). Panelis juga menilai bahwa mi jagung yang disubstitusi dengan 10% tepung jagung HMT lebih elastis dibandingkan yang disubstitusi dengan 20% tepung jagung HMT.

3. Kelengketan

Nilai kelengketan mi jagung dipengaruhi secara nyata ($\alpha=0,05$) oleh persen substitusi tepung jagung HMT. Hasil uji lanjut LSD menunjukkan bahwa kelengketan mi jagung yang disubstitusi dengan 10-20% lebih rendah secara nyata ($\alpha=0,05$) dibandingkan mi jagung kontrol (Tabel 2). Semakin tinggi persen substitusi, nilai kelengketan semakin menurun. Penurunan tingkat kelengketan ini dapat disebabkan oleh menurunnya jumlah *amylose leaching* dari tepung jagung HMT sebagaimana telah dijelaskan di atas. Hasil penilaian oleh panelis menunjukkan bahwa mi jagung yang disubstitusi dengan 10% dan 20% tepung jagung HMT memiliki kelengketan yang lebih rendah dibandingkan mi jagung kontrol. Namun demikian, tidak ada perbedaan yang nyata antara mi yang disubstitusi dengan 10% dan 20% tepung jagung HMT.

F. Pemilihan Persen Substitusi Tepung jagung HMT

Terbaik

Berdasarkan hasil uji TPA dan analisis sensori, substitusi tepung jagung HMT paling berpengaruh nyata terhadap nilai kekerasan, dimana tingkat kekerasan mi jagung dapat dikurangi. Uji kesukaan mi jagung menunjukkan bahwa mi jagung yang disubstitusi dengan 10% tepung jagung HMT lebih disukai dibandingkan yang disubstitusi dengan 20% tepung jagung HMT (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa mi jagung yang terlalu keras atau terlalu lunak juga tidak disukai oleh panelis. Pada tingkat substitusi 10% panelis juga menilai mi jagung lebih elastis dibandingkan dengan yang disubstitusi 20% tepung jagung HMT, dengan tingkat kelengketan yang relatif sama. Gambar 2 memperlihatkan mi jagung yang disubstitusi 10% tepung jagung HMT dibandingkan dengan mi jagung kontrol.

KESIMPULAN

Modifikasi tepung jagung dengan teknik HMT dengan pengaturan kadar air pada 24% dan pada kondisi pemanasan 110°C selama 6 jam mampu mengubah profil gelatinisasi tepung jagung dari tipe B ke tipe C. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan viskositas puncak, peningkatan stabilitas panas, penurunan

viskositas *breakdown*, serta penurunan viskositas *setback* (retrogradasi). Selain itu, modifikasi tepung jagung dengan HMT pada kondisi tersebut meningkatkan suhu awal gelatinisasi dan mampu menurunkan jumlah amilosa yang lepas (*amylose leaching*).

Substitusi dengan 10% tepung jagung HMT dalam formulasi mi jagung telah memadai untuk menghasilkan mi jagung yang memiliki mutu fisik dan sensori yang lebih baik dibandingkan mi jagung kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya persen KPAP, nilai kekerasan dan kelengketan baik secara obyektif maupun subyektif. Walaupun uji TPA menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata dari tepung jagung HMT terhadap elastisitas, namun panelis menilai bahwa mi jagung yang disubstitusi dengan 10% tepung jagung HMT memiliki skor elastisitas yang lebih baik dibandingkan mi jagung kontrol. Secara umum, mi jagung yang disubstitusi dengan 10% tepung jagung HMT juga lebih disukai oleh panelis dibandingkan mi jagung lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS) Diversifikasi Pangan Pokok, Kementerian Negara Riset dan Teknologi, yang telah membantu sebagian pendanaan penelitian ini. Penelitian ini juga sebagian didanai dari Program KKP3T, Departemen Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putra SN. Optimalisasi formula dan proses pembuatan mi jagung dengan metode kalendering. [Skripsi]. Bogor. Fateta: Institut Pertanian Bogor; 2008.
2. Kusnandar F, Palupi NS, Muhandari T, Subarna. Produksi mi kering substitusi dan mi jagung. Program Riset Unggulan Strategi Nasional Diversifikasi Pangan Pokok, Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi, dan SEAFASST Center dan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Bogor: IPB; 2009.
3. Pomeranz Y. Functional properties of food components. Academic Press, Inc; 1991.
4. Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, Corke H. Bihon type noodles from heat moisture treated sweet potato starch. *Journal of Food Science*. 2001; 66:604-609.
5. Muhammad K, Kusnandar F, Hashim ZM, Abdurrahman R. Application of native and phosphorylated tapioca starches in potato starch noodles. *International Journal of Food Science and Technology*. 1999; 34(3):275-280.

6. Elliason AC, Gudmundsson M. Starch: Physicochemical and functional aspects. Di dalam : Charlotte A, editor. Carbohydrate in Foods. CRC Taylor & Francis; 2006.
7. Adebawale KO, Owolabi BIO, Olayinka OO, Lawal OS. Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. *Journal of Academic*. 2005; 4(9):928-933.
8. Collado LS, Corke H. Heat moisture treatment effects on sweet potato starches differing in amylose content. *Journal of Food Chemistry*. 1999; 65:339-346.
9. Pukkahuta C, Suwannawat B, Shobsngob S, Varavinit S. 2008. Comparative study of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat moisture treated corn starch. *Carbohydrates Polymers*. 2008; 72:527-536.
10. Purwani EY, Widaningrum, Tahir R, Muslich. Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *Journal of Agricultural Science*. 2006; 7:8-14.
11. Takahashi T, Miuora M, Ohisa N, Mori K, Kobayashi S. Heat treatment of milled rice and properties of the flour. *Journal of Cereal Chemistry*. 2005; 82(2):228-232.
12. Gunaratne A, Hoover R. Effect of heat moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Journal of Carbohydrate Polymer*. 2001; 49:425-437.
13. Oh N, Seib PA, Chung DS. Noodles III. Effect of processing variables on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chemistry*. 1985; 62(6):437-440.
14. Faridah DN, Kusnandar F, Herawati D, Kusumaningrum HD, Wulandari N, Indrasti D. Penuntun Praktikum Analisis Pangan. Bogor: Fateta IPB; 2008
15. Adawiyah DR, Waysima, Indrasti D. Penuntun Praktikum Evaluasi Sensori. Bogor: Fateta IPB; 2007.
16. Beta T, Corke H. Noodle quality as related to sorghum starch properties. *Journal of American Association of Cereal Chemists*. 2001; 78(4):417-420.
17. Etikawati E. Pengaruh perlakuan passing, konsentrasi Na_2CO_3 dan kadar air terhadap mutu basah jagung yang dibuat dengan ekstruder ulir pemasak. [Skripsi]. Bogor, Fateta: IPB; 2007.
18. Miyoshi E. Effect of heat moisture treatment and lipids on gelatinization and retrogradation of maize and potato starches. *Journal of Cereal Chemistry*. 2002; 79(1):72-77.
19. Matsuo RR, Dexter JE, Boudreau A, Daun JK. The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. *Cereal Chemistry*. 1986; 63(6):484-489.